

April 2026

Können Solar und Wind + Batteriespeichern wirklich 24/7/365 Strom liefern?

Ein Blick auf die Realität eines Solar und Wind + Batteriespeicher

Dr Lars Schernikau

Inhalt

1. Das Kind beim Namen nennen – seien wir ehrlich
2. Zuverlässigkeit von Solar- und Windenergie OHNE Speicherung
3. Welchen Unterschied macht die Batteriespeicherung?
4. Ist die Lösung mit Großspeichern wirklich sauber und elegant?
5. Kritisches Denken wird durch das Stellen von Fragen gefördert
6. Zusammenfassung
- Links und Ressourcen

Aus dem Englischen übersetzt - Wenn euch jemand erzählen würde, er habe eine günstigere Möglichkeit gefunden, euer Haus mit Strom zu versorgen, würdet ihr natürlich erwarten, dass sich eure Rechnungen verringern … oder?

Aber dann, noch bevor man umsteigen kann, sagt man einem, man solle eine weitere Heizungsanlage kaufen, einen großen Batteriespeicher in der Garage installieren, einen Großteil des Stromnetz austauschen und die alte Anlage als Reserve bereit halten? (Ich nenne das „sonstiges“ oder „Zusatzsysteme“)? Spätestens an diesem Punkt würde man sich wahrscheinlich fragen … wenn all diese zusätzliche Ausrüstung notwendig ist, ist die neue Option dann wirklich günstiger? Und dann … wie lange hält diese Ausrüstung?

Diese Frage geht weit über einzelne Haushalte hinaus!

Energie steckt hinter fast allem, was wir tun. Sie versorgt unsere Lampen mit Licht, heizt unsere Häuser, hält Krankenhäuser am Laufen, fördert Rohstoffe und erzeugt die Güter, die für unser tägliches Leben notwendig sind, transportiert Güter rund um die Welt und ermöglicht den Betrieb von Fabriken, die die Produkte herstellen, die wir täglich kaufen.

Das ist der Grund, warum die Elektrizitätskosten nicht einfach nur auf der Stromrechnung auftauchen. Das überträgt sich schließlich auf die Lebensmittelpreise, die Produktionskosten, die Transportkosten, Ihre Steuern und letztendlich auf die Lebenshaltungskosten.

Uns wird immer wieder gesagt, dass Solar- und Windkraftanlagen + Batteriespeichern so kostengünstig werden, dass sie rund um die Uhr zuverlässig Strom liefern und sogar mit herkömmlichen Kohle-, Gas-, Wasser- und Kernkraftwerken konkurrieren können … aber ist das eine realistische „Idee“? Denn bislang bleibt dies eine Modellannahme… 😉

Ende April 2026 veröffentlichte die IRENA einen 60-seitigen Bericht mit dem Titel **„24/7 Renewables – the Economics of firm Wind and Solar“** [1], in dem es heißt: „*Dies deutet darauf hin, dass gemeinsam installierte Photovoltaikanlagen (PV) und Onshore-Windkraftanlagen in Verbindung mit Batterie-Energiespeichersystemen (BESS) unter günstigen Ressourcenbedingungen rund um die Uhr zuverlässig und kostengünstig Strom liefern können*“.

Der Bericht wurde schnell von den großen Medien aufgegriffen, was zu Schlagzeilen wie den folgenden führte [2]:

- Bloomberg: “Fossil Fuels No Longer Offer Security. Clean Energy Can”
- Financial Times: “The Dawn of 24/7 Solar Power”

Im Jahr 2025 wurden weltweit Solar-, Wind- und Großspeicheranlagen in die Stromnetze integriert und erreichten dabei Rekordwerte. (siehe Tabelle 1) So überstieg beispielsweise bis Ende 2025 die installierte Leistung der Solarenergie mit etwa 2,8 TW (die 8 % des weltweiten Stroms erzeugt) die installierte Leistung der Kohle mit etwa 2 TW (die über ein Drittel des gesamten weltweiten Stroms erzeugt und gleichzeitig Energie für industrielle Wärmeanwendungen liefert).

An dieser Stelle lohnt es sich, zwischen installierter Leistung und tatsächlicher Elektrizitätserzeugung zu unterscheiden. Weitere Informationen zu Neuzugängen und installierter Leistung bei Solar und Wind + Batteriespeichern (ohne Elektrofahrzeuge) ist hier zu finden.

Auch wenn die jährlichen Zuwächse bei der Solarenergie ab 2026 möglicherweise zurückgehen werden [3], setzt sich der Ausbau von Solar-, Wind- + Batteriesystemen weiterhin in außergewöhnlich hohem Tempo fort.

Wenn die Aussage der IRENA über kostengünstige Solar und Wind + Batteriespeicher rund um die Uhr zutrifft, warum wird dann der Elektrizitätsbedarf nicht gedeckt und warum schießen die Strompreise in die Höhe? Können Solar und Wind + Batteriespeicher wirklich rund um die Uhr zuverlässig Elektrizität bereitstellen?

Um diese Fragen zu beantworten, müssen wir zunächst verstehen, was es tatsächlich erfordert, wetterabhängigen Gleichstrom in zuverlässigen, nutzbaren Wechselstrom umzuwandeln.



Abbildung 1: Können Solar und Windenergie + Batterien wirklich 24/7/365 über Strom liefern?

1. Das Kind beim Namen nennen – seien wir ehrlich...

Die IRENA schreibt, dass Solar und Wind + Batteriespeicher gleichmäßige und zuverlässige „rund um die Uhr" verfügbare „erneuerbare" Energie liefern. Als Beispiel führt die Agentur das große 5,2-GW-Solar-PV-Projekt Al Dhafra in den Vereinigten Arabischen Emiraten an, das über eine Batteriespeicherkapazität von 19 GWh verfügt [4], und behauptet, dieses Projekt könne 1 GW „zuverlässigen sauberen Strom" liefern.

An dieser Stelle lohnt es sich, Folgendes zu erwähnen: das Projekt kombiniert in diesem Fall eine Überdimensionierung um das 5,2-Fache mit einer angenommenen Speicherdauer von 19 Stunden – all dies, um die angegebene „Zuverlässigkeit" von 1 GW aus Solar-Photovoltaik zu erreichen.

Auf Seite 52 [1] findet sich ein weiterer interessanter Hinweis, in dem erklärt wird, dass „die Definition von Zuverlässigkeit durch IRENA" … sich von den üblichen Konzepten zur Zuverlässigkeit von Stromnetzen unterscheidet, bei denen der Schwerpunkt in der Regel auf der Versorgungssicherheit (der kontinuierlichen Fähigkeit, den Spitzenbedarf zu decken) und der Netzsicherheit (der Widerstandsfähigkeit gegenüber plötzlichen Störungen) liegt.

Mit anderen Worten: Wir müssen also davon ausgehen, dass diese Modellierung nicht die tatsächliche Stromversorgungssicherheit rund um die Uhr im Alltag bedeutet, wie wir oder Netzingenieure sie verstehen würden.

Es gibt noch einen weiteren Vorbehalt, der für Stirnrunzeln sorgen dürfte: „… das flache Produktionsprofil, auf dem diese Kostenkennzahl basiert, ist eine Modellannahme, die aus Gründen der Vergleichbarkeit und Transparenz gewählt wurde."

Eindeutig ist die Behauptung, dass, Solar und Wind + Batteriespeicher rund um die Uhr zuverlässigen Strom zu geringeren Kosten als Kohle oder Gas (fossile Brennstoffe) liefern können, bestenfalls höchst fragwürdig.

Eindeutig ist die Behauptung, dass, Solar und Wind + Batteriespeicher rund um die Uhr zuverlässigen Strom zu geringeren Kosten als Kohle oder Gas (fossile Brennstoffe) liefern können, bestenfalls höchst fragwürdig.

Lass mich das erklären, warum die Behauptung der IRENA, dass „in Regionen mit hochwertigen Ressourcen der Strom aus erneuerbaren Energien die Schwelle der Kostenwettbewerbsfähigkeit gegenüber neuer Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen überschritten hat", nicht durch die tatsächlichen Systemanforderungen gestützt wird und daher äußerst irreführend ist.

Wenn wir die Schlagzeilen, Slogans und Modellannahmen einmal beiseite lassen, bleibt die Frage: Können Solar- und Windenergie tatsächlich zuverlässig Strom liefern, wenn wir ihn brauchen? Die Stromerzeugung über das ganze Jahr hinweg ist eine Sache, aber die Fähigkeit, Strom genau dann bereitzustellen, wenn er gebraucht wird, ist eine ganz andere.

Stellen wir also die erste Frage: Wie zuverlässig sind Solar- und Windenergie OHNE Speichermöglichkeiten wirklich?

Neuinstallationen und installierte Leistung in den Bereichen Wind und Solar + Batteriespeicher (ohne Elektrofahrzeuge)

Standort	Neuinstallationen 2025	Kapazitäten 2025
Weltweit	· Solar über 600 GW · Wind etwa 160 GW und · Batteriespeicher voraussichtlich rund 3000 GWh	Installierte Leistung · Solar etwa 2,8 TW · Wind fast 1,3 TW und · Batteriespeicher schätzungsweise über 800 GWh
China	· Solar über 350 GW · Wind etwa 120 GW und · Batteriespeicher über 190 GWh	Installierte Leistung · Solar etwa 1,2 TW · Wind über 600 GW und · Batteriespeicher über 400 GWh
Deutschland	· Solar und Wind über 20 GW · Batteriespeicher rund 7 GWh	Installierte Leistung · Solar über 115 GW · Wind fast 80 GW · Batteriespeicher 25 GWh
USA	· Solar etwa 30 GW · Wind fast 10 GW · Batteriespeicher über 50 GWh	Installierte Leistung · Solar etwa 160 GW · Wind etwa 160 GW und · Batteriespeicher über 150 GWh

Quellen: [1] [8] [9]

2. Zuverlässigkeit von Solar- und Windenergie OHNE Speicherung …

Deutschland ist das Industrieland mit dem weltweit höchsten Anteil an Solar- und Windenergie. Im Jahr 2025 stammten etwa 46 % der Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie, was in etwa dem Vorjahreswert entspricht; in absoluten Zahlen ging die Erzeugung jedoch im Jahresvergleich (2023–2024) zurück [5].

Deutschlands Nettolastfaktor (= natürlicher Nutzungsgrad × Auslastung, siehe meinen Blog – Wind und Solar- Natürliche Bedingungen für die Stromerzeugung) lag bei Solarenergie bei etwa 9 %, was bedeutet, dass die Sonne im Jahresdurchschnitt etwas weniger als 1 von 10 Stunden auf „nützliche" Weise schien. Der Nettolastfaktor der Windenergie lag im Durchschnitt (Onshore und Offshore) bei etwa 20 % und damit unter den 24 % von vor zwei Jahren.

Abbildung 2: Arbeiter reinigen nach einem Sandsturm in Dubai, Vereinigte Arabische Emirate, Solarmodule entlang einer Strandstraße (Quelle: Foto des Autors)



Zum Vergleich: Die Nettoauslastungsgrade anderer Regionen, die angesichts der üblichen Netzpriorität für Solar- und Windenergie eine gute Annäherung an den natürlichen Nutzungsgrad widerspiegeln.

- Deutschland: Solar ~9 %, Wind ~20 %
- Spanien: Solar ~15 %, Wind ~22 %
- Kalifornien: Solar ~25 %, Wind ~22 % (an einigen Standorten)
- Indonesien: Solar ~15 %, Wind sehr gering
- Indien: Solar ~17 %, Wind gering, abgesehen von wenigen Offshore-Ausnahmen
- Weltweit: Solar ~11–13 %, Wind ~22+ % (meiner Meinung nach zu optimistisch)

In meinem Blogbeitrag „Wind und Solar- Natürliche Bedingungen für die Stromerzeugung“ stelle ich klar, dass der Begriff „Nutzungsgrad“ irreführend ist, da er den natürlichen Nutzungsgrad (der ausschließlich von der Natur bestimmt und beeinflusst wird) mit der Auslastung (die nichts mit der Natur zu tun hat, d. h. der Leistungsdrosselung) vermischt. Ich ziehe es daher vor, zu definieren:

Nettolastfaktor = natürlicher Nutzungsgrad (nCF) × Auslastung

Um zu untersuchen, inwieweit sich Solar- und Windenergie tatsächlich ergänzen, betrachten wir eine einfache Auswertung deutscher Stundendaten..., bei der die Elektrizitätserzeugung aus Wind- und Solarenergie addiert wird und die monatlichen kombinierten Mindeststromerzeugungswerte für 4-Stunden- und 12-Stunden-Zeiträume als Kombination der Gesamtstromerzeugung untersucht werden.

Wie Sie in Abbildung 3 sehen können, liegt die kombinierte Solar- und Windenergieerzeugung in Deutschland während der ungünstigsten Stunden jedes Monats praktisch bei Null. Der „schlechteste“ 24-Stunden-Zeitraum in einem bestimmten Monat weist zwar gewisse Schwankungen auf, bleibt aber dennoch unter 3 %.

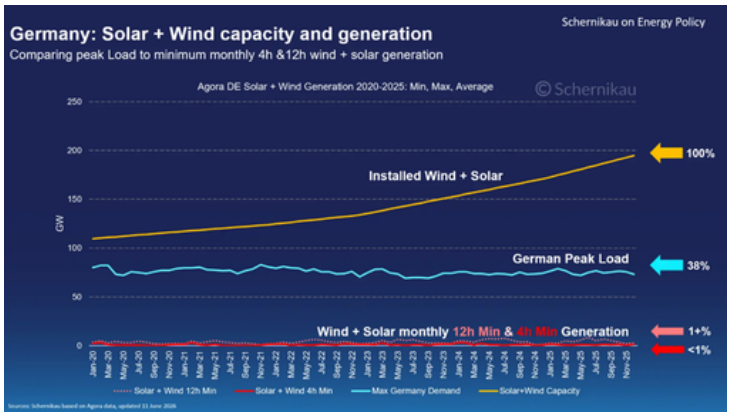
Das Gleiche gilt für jede Region der Welt, selbst in Dubai, der Sahara, Kalifornien oder Südafrika. In der Wüste gibt es Sandstürme (Abbildung 2) und sogar Regen oder Schnee, wodurch Solarmodule manchmal tagelang unbrauchbar werden [5].

An dieser Stelle denken viele von euch vielleicht: ***„genau dafür gibt es doch Batteriespeicher“***, und das scheint zunächst ein berechtigtes Argument zu sein
Die naheliegende Schlussfolgerung lautet daher: Man baut ausreichend Batteriespeicher… um überschüssigen Strom bei günstigen Wetterbedingungen zu speichern und ihn später, wenn wir ihn brauchen, zu nutzen. Ich meine, wenn dein Handy Energie für später speichern kann, warum sollte das bei einem Stromnetz anders sein?

Die Herausforderung liegt in der Größenordnung. Ein Smartphone oder auch das eigene Zuhause für ein paar Stunden oder sogar einen Tag mit Strom zu versorgen, ist eine Sache. Eine Industriegesellschaft über Stunden, Tage oder sogar Wochen hinweg mit Strom zu versorgen, wenn die Solar- und Windenergieerzeugung gering ist, ist etwas ganz anderes.

Kehren wir damit zur zentralen Fragestellung hinter der Behauptung der IRENA, dass Solar und Wind + Batteriespeicher rund um die Uhr zuverlässigen Strom liefern können zurück, und stellen wir die nächste Frage: ***Wie viel Speicherkapazität wäre tatsächlich ausreichend, und welche wirtschaftlichen und ökologischen Kosten wären damit verbunden?***

Abbildung 3: 4-Stunden- und 12-Stunden-Minimumwerte für Wind- und Solarstromerzeugung in Deutschland | Quellen: Schernikau auf der Grundlage von Agora, Stand: 11. Juni 2026



Ein weit verbreiteter Irrtum ist, dass Solarmodule und Windkraftanlagen + Batteriespeicher herkömmliche Kraftwerke einfach ersetzen. Obwohl sie Elektrizität erzeugen können, erbringen sie von sich aus nicht alle physikalischen Leistungen, die für den Betrieb eines stabilen und zuverlässigen Stromnetzes erforderlich sind.

Was dieser „digitale“ Strom aus Solar-, Wind- oder Batteriesystemen nicht bietet:

• Netzfestigkeit und Fehlerstrom
Große Synchrongeneratoren liefern von Natur aus die erforderlichen Fehlerstrompegel und die Netzfestigkeit, um die Robustheit des Netzes bei Störungen zu gewährleisten. Wechselrichterbasierte Solar- und Wind- plus Batteriesysteme verfügen von Natur aus nicht über diese Eigenschaften, nicht nur, weil ihnen die Trägheit fehlt.

• Trägheit
Herkömmliche Generatoren enthalten große rotierende Massen, die wie Schwungräder wirken und dazu beitragen, das Netz, wenn sich Angebot oder Nachfrage plötzlich ändern, zu stabilisieren. Solar und Windkraftanlagen + Batteriespeicher scheitern leider hier...

• Spannungs-, Phasen- und Frequenzstabilität
Zuverlässige Netze erfordern eine kontinuierliche Regelung von Spannung und Frequenz. Die Phasensynchronisation stellt sicher, dass alle Generatoren gemeinsam mit derselben Frequenz und demselben Phasenwinkel arbeiten, sodass das Netz als eine einzige, koordinierte Maschine fungieren kann. Synchrongeneratoren unterstützen diese Funktionen von Natur aus, während Wechselrichter-basierte Anlagen zusätzliche Geräte, Steuerungen und Software benötigen, um sie nachzubilden – was mit einem höheren Risiko für Störungen oder Ausfälle verbunden ist. (siehe meinen Blogbeitrag „Blackout – was sind die Ursachen?“)

• Strom nach Bedarf
Strom hat nur dann einen Wert, wenn er verfügbar ist, wenn wir ihn brauchen. Da Solar- und Windenergie vom Wetter abhängig sind, passen sie nicht zu den Nachfragemustern, was einen Überausbau, Batterien, Notstromversorgung oder Leistungsdrosselung erforderlich macht.

• Strom dort, wo er gebraucht wird
Solar- und Windkraftwerke befinden sich häufig weit entfernt von großen Ballungs- und Industriezentren, was zu einem wachsenden Bedarf an umfangreicher Übertragungsinfrastruktur führt, um den Strom von seinem Erzeugungsort zum Verbrauchsort zu „transportieren“.

• Einfachheit?
Mit steigendem Anteil der Solar- und Windenergie hängt die Aufrechterhaltung der Netzstabilität zunehmend von Batterien, Synchrondenkondensatoren, moderner Leistungselektronik, Kommunikationssystemen und ausgeklügelten Regelmechanismen ab … Faktoren, die zuvor nicht erforderlich waren.

Die Herausforderung, die wir uns nun selbst „schaffen“, besteht daher nicht einfach nur darin, Strom zu erzeugen, sondern auch darin, zuverlässigen Strom mit der Stabilität, Widerstandsfähigkeit, zeitlichen Verfügbarkeit, räumlichen Verfügbarkeit und Systemstärke zu liefern, auf die moderne Wirtschaftssysteme angewiesen sind!

3. Welchen Unterschied macht die Batteriespeicherung?

Damit eine Anlage aus Solar- und Windenergie + zuverlässig Strom liefern kann, muss sie drei Dinge gleichzeitig leisten:

1. Sie muss genügend Elektrizität erzeugen, um den Bedarf zu decken, wenn die Sonne scheint und der Wind weht.
2. Sie muss sogar noch mehr Elektrizität erzeugen, um die Batteriespeicher für Zeiten, in denen keine der beiden Ressourcen verfügbar ist – die berühmte „Dunkelflaute“ (dunkle, windstille Stunden) ausreichend aufzuladen.
3. Sie muss über einen ausreichend großen Batteriepark verfügen, um Phasen der „Dunkelflaute“ zu überbrücken

Das bedeutet, dass das System weitaus größer ausgelegt werden muss, als es der durchschnittliche Bedarf vermuten lässt. In Deutschland liegt der durchschnittliche Elektrizitätsbedarf bei etwa 60 GW, der Spitzenbedarf (der höchste Bedarf im Jahr) bei über 80 GW. In Deutschland übersteigt die installierte Solar- und Windkraftleistung mittlerweile 200 GW! Mit anderen Worten: Das System übertrifft den durchschnittlichen Bedarf um das Dreifache – und das alles, um die Schwankungen auszugleichen. Wie erfolgreich?

Eine neue Analyse des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt [6] vom September 2025 identifizierte den Dezember 2007 als einen Zeitraum von 15 Tagen, in dem gleichzeitig nur wenig oder gar keine Solar- und Windenergie zur Verfügung stand. Zur Information: Ruhnau Qvist 2022 hat für den Zeitraum Dezember/Januar 1996/1997 einen Zeitraum von 60 Tagen ermittelt, in dem die Sonnen- und Windenergie in ganz Europa eingeschränkt war [7].

Wie kann dann die Behauptung zutreffen, dass Solar und Wind + Batteriespeicher mit einem regelbaren Kohle- oder Gaskraftwerk konkurrieren können? Das kann nicht stimmen, die Behauptung ist falsch.

- Nehmen wir einmal an, Deutschland würde über ausreichende Batteriekapazitäten verfügen, um den durchschnittlichen (nicht den Spitzen-) Elektrizitätsbedarf für 12 Stunden zu decken – das wären bei einer durchschnittlichen Last von 60 GW etwa 700 GWh Speicherkapazität. Dennoch würde es während längerer Phasen mit geringer Solar- und Windenergieerzeugung, nicht nur im Winter zu Stromausfällen kommen. Vergleichen Sie dies mit der derzeit weltweit installierten Gesamtkapazität von über 800 GWh an BESS (Battery Energy Storage Systems, Batterie-Energiespeichersysteme).
- Selbst wenn Deutschland Solar- und Windkraft in ausreichendem Maße überdimensionieren würde (wir sprechen hier von einer Überdimensionierung um das Zehnfache des Bedarfs, nicht nur um das Dreifache), um die Batterien geladen zu halten, würde das Licht dennoch ausgehen – und zwar nicht nur im Winter.

Der Umfang des Überausbaus von Solar und Wind + Batteriespeicher, die allein zur Überbrückung einer 12-stündigen Dunkelflaute oder einer 12-stündigen windstillen Nacht erforderlich wären, ist wirtschaftlich wie ökologisch kaum vertretbar. (Abbildung 4) Dies gilt auch für „Regionen mit hochwertigen Ressourcen“ wie Kalifornien, die Vereinigten Arabischen Emirate oder Südafrika, wie von der IRENA behauptet. Es liegt auf der Hand, dass sich die ohnehin schon prekäre Lage noch weiter verschärfen würde, wenn es darum ginge, einen 15- oder 60-tägigen Zeitraum mit geringer Solar- und Windenergie, in dem auch keine Batteriespeicher aufgeladen werden können, zu überbrücken.

Die Analyse der IRENA geht von „günstigen Ressourcenbedingungen“ aus – die zwar nicht näher spezifiziert, aber offensichtlich begrenzt sind – und modelliert unter diesen Bedingungen einen nicht näher definierten, aber eindeutig begrenzten Ausbau von Solar und Wind + Batteriespeicher von lediglich vier Stunden. Anschließend vergleicht IRENA das daraus resultierende System hinsichtlich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit mit regelbaren Kohle-, Gas- oder Kernkraftwerken. Daraufhin schätzt sie die Kosten eines solchen unzureichenden Systems und behauptet, es sei kostengünstig.

Ein solcher Vergleich ist äußerst irreführend, da sich die Zuverlässigkeitseigenschaften grundlegend unterscheiden, ganz zu schweigen von den diesbezüglichen Vorbehalten (siehe Absatz 1). IRENA geht zudem lediglich von „Roundtrip-Energiekosten“ von 10 % für Batteriespeicher aus, was widerlegt wurde und auf Systemebene im realistischen Einsatz 20–30 % erreicht.

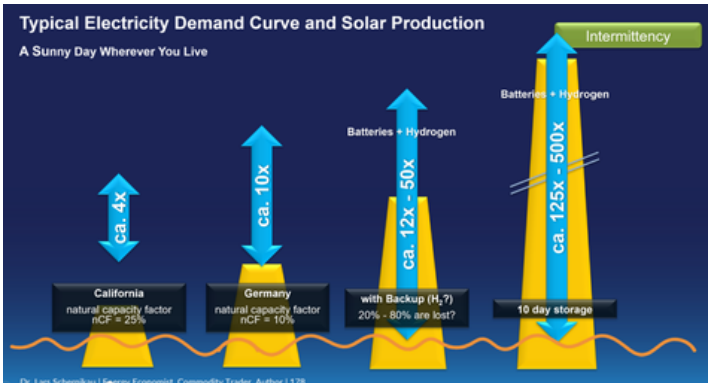
- Die IRENA führt das große 5,2-GW-Solar-PV-Projekt Al Dhafra in den Vereinigten Arabischen Emiraten, das mit einem Batteriespeicher von 19 GWh ausgestattet ist, als Beispiel an und behauptet irreführenderweise, dieses Projekt würde 1 GW „zuverlässigen sauberen Strom“ liefern.
- Allerdings berücksichtigt die IRENA selbst in ihren eigenen Berechnungen NICHT die Kosten für die 5,2-fache Überdimensionierung und die 19 Stunden Speicherkapazität.

Die Beobachtung, dass Solar- und Windkraftanlagen umso teurer werden, je höher ihr Netzanteil ist (siehe meinen Blogbeitrag „Elektrizitätskosten in einem komplexen Energiesystem“), wird in den Zahlen der IRENA völlig außer Acht gelassen. Die Aussage, dass „die LCOE als Obergrenze für die Profilkosten im Zusammenhang mit variablen erneuerbaren Energien betrachtet werden sollte“, ist falsch.

Bisher ging es in der Diskussion vor allem um Zuverlässigkeit … doch Zuverlässigkeit ist nur eine Seite der Medaille und hat ihren Preis!

Selbst wenn wir davon ausgehen, dass irgendwann genügend Solarmodule, Windkraftanlagen und Batteriespeicher gebaut werden könnten, um rund um die Uhr und an 365 Tagen im Jahr bedarfsgerecht und zuverlässig Strom bereitzustellen, sollten wir uns die wirtschaftlichen und ökologischen Kosten ansehen, die mit der Umsetzung dieser „Idee“ verbunden wären.

Abbildung 4: Darstellung des Überbaus bei Solaranlagen in Deutschland | Quelle: Schernikau



4. Ist die Lösung mit Großspeichern wirklich sauber und elegant?

Jede Batterie beginnt ihren Lebenszyklus in einem Bergwerk.

Jedes Solarmodul, jede Windkraftanlage und jede Batterie erfordert Rohstoffe, Energie, Fertigung, Transport, Flächennutzung und letztendlich auch Ersatz. Bevor eine Batterie Elektrizität speichern kann, müssen riesige Mengen an Rohstoffen unter hohem Energieaufwand abgebaut, verarbeitet, transportiert und zu Produkten verarbeitet werden.

Wie man sieht, sind die ökologischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten hinter Großspeichersystemen selten so einfach, wie es in der öffentlichen Debatte dargestellt wird, und ich bin der Meinung, dass diese Gegebenheiten einer genaueren Betrachtung bedürfen.

Großspeichersysteme können das Stromnetz auf vielfältige Weise unterstützen, doch über die damit verbundenen Realitäten und externen Effekte wird oft nicht gesprochen. Betrachten wir diese Realitäten daher in zehn Punkten zusammenfassen und auflisten (siehe meinen Blogbeitrag – Die Vor- und Nachteile von Großpeicher-Batterien):.

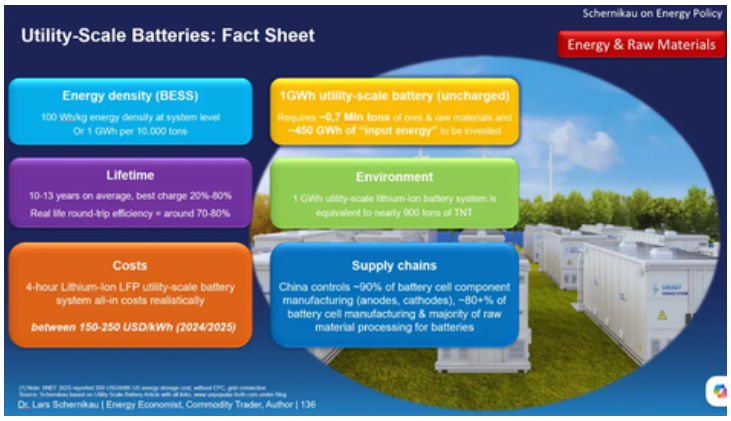
1. **Warum** – Die meisten Großspeicher werden AUSSCHLIESSLICH benötigt, um die stetig wachsende installierte Leistung von intermittierenden, wetterabhängigen Wind- und Solarkraftanlagen zu unterstützen, die ohne umfangreiche und komplexe Netzintegration, Reservekapazitäten sowie Energiespeichersysteme für kurze und lange Zeiträume (LDES) nur eingeschränkt nutzbar sind.
2. **Was** – Großspeicher sind AUSSCHLIESSLICH Energiespeichersysteme für kurze Zeiträume; sie bieten bestenfalls eine Notstromversorgung für einige Stunden, nicht jedoch für Tage oder Wochen. Daher liefert die Kombination aus ***„Solar und Wind + Batteriespeicher“ KEINE rund um die Uhr und an 365 Tagen im Jahr verfügbare Energie.***
3. **Alterung** – Batteriespeicher im Großmaßstab verlieren jährlich 3–7 % ihrer installierte Leistung, und sie sollten weder vollständig entladen noch zu 100 % aufgeladen werden, da dies ihre Lebensdauer verkürzt.

4. **Lebensdauer** – Großspeicher verlieren mit zunehmendem Alter allmählich an installierter Leistung und haben in der Regel eine Lebensdauer von etwa 10 bis 13 Jahren, bevor sie einer umfassenden Überholung oder einem Austausch bedürfen.
- a) **Wirkungsgrad** – Batteriespeicher geben nicht den gesamten Strom zurück, der zum Aufladen verbraucht wird. Im praktischen Betrieb erreichen Batteriespeicher im Großmaßstab in der Regel einen Rundlaufwirkungsgrad (RTE) von etwa 70–80 %, was bedeutet, dass 20–30 % der Energie während des Lade- und Entladevorgangs verloren gehen.
5. **Wirtschaftliche Kosten 1** – In der Praxis liegen die Gesamtkosten für ein 4-Stunden-Lithium-Ionen-LFP-Batteriesystem im Großmaßstab im Zeitraum 2024 bis 2025 zwischen ***ca. 150 und 250 USD/kWh***, wobei es sich nicht unbedingt um den angegebenen Preis handelt.
6. **Wirtschaftlicher Faktor 2** – Die Rohstoff- oder Materialpreise (mit Ausnahme von Gold) befinden sich im Vergleich zu Aktien auf einem historischen Tiefstand … Langfristig dürfte sich dieses Verhältnis verändern. Meiner Einschätzung nach werden die Rohstoffpreise steigen, was sich auf die langfristigen Batteriekosten auswirken wird.
7. **Umweltkosten** – ***Für 1 GWh eines Lithium-Ionen-Batteriespeichers im Großmaßstab müssen etwa 0,7 Millionen Tonnen Rohstoffe (Erze) abgebaut***, aufbereitet, transportiert, verarbeitet und produziert werden.
- a) China kontrolliert etwa 90 % der Herstellung von Komponenten für Batteriezellen (Anoden, Kathoden), etwa 80 % oder mehr der Herstellung von Batteriezellen sowie den Großteil der Rohstoffverarbeitung für Batterien.
8. **Energiekosten** – Für ein Lithium-Ionen-Batteriespeicher im Großmaßstab ***mit einer installierten Leistung von 1 GWh sind etwa 450 GWh an Energie als „Investition“*** erforderlich, bevor die Batterie zum ersten Mal aufgeladen werden kann.
- a) Eine Standard-Gigafactory mit einer jährlichen Batterieproduktionskapazität von etwa 50 GWh würde jährlich über ~20 TWh Energie benötigen, wenn man die in den jährlich verbrauchten Metallen und Materialien enthaltene Energie mit einbezieht. Zum Vergleich: Die Stadt Berlin in Deutschland verbraucht jährlich 12 TWh Strom.
9. **Energiedichte** – eine Energiedichte von 100 Wh/kg für Batteriespeicher im Großmaßstab auf Systemebene (nicht auf Zellebene) ist überschätzt und sehr großzügig angesetzt.
- a) Die heutige ***Realität liegt eher bei etwa 50 Wh/kg***, was durch verschiedene Datenpunkte bestätigt wird, und würde somit die genannten Schätzungen hinsichtlich Tonnage und Energie verdoppeln
- b) ***Die 1-Tonnen-Batterie enthält im geladenen Zustand die gleiche Energiemenge wie 40 kg Kohle***, was bereits einem Wirkungsgrad des Kraftwerks von 40 % entspricht.
10. **Wie sicher** – ***Ein 1-GWh-Lithium-Ionen- Batteriespeicher im Großmaßstab birgt ein Explosionspotenzial, das fast 900 Tonnen TNT*** entspricht, und kann zu schweren Explosionen, Bränden und giftigen Gaswolken führen.
- a) Das Recycling von minderwertigen LFP-Batterien ohne Kobalt oder Nickel ist unwirtschaftlich, und es ist mit illegalen „Exporten“ und Dumping zu rechnen.

Tatsache ist, dass der Umfang der Batteriespeicher, die erforderlich sind, um Solar- und Windenergie zuverlässiger zur Verfügung zu stellen, mit erheblichen wirtschaftlichen und ökologischen Kosten verbunden ist.

Großspeicher sind alles andere als eine „saubere und elegante“ Lösung!

Abbildung 5: Fakten zu Batteriespeichern im Großmaßstab | Quelle: Schernikau



5. Kritisches Denken wird durch das Stellen von Fragen gefördert …

Im Sinne des kritischen Denkens möchte ich euch noch ein paar weitere Fragen mit auf den Weg geben, die es wert sind, dass wir uns damit auseinandersetzen:

- Warum bauen wir ein zweites, weniger effizientes Energiesystem auf dem ersten auf? Wind-, Solar- und Batterietechnik machen eine regelbare Erzeugung aus Kohle, Gas, Kernkraft oder Wasserkraft nicht überflüssig. Tatsächlich erfordern sie, dass regelbare Erzeugungskapazitäten bei ungünstigen Wetterbedingungen weiterhin verfügbar sind, und sie benötigen eben diese konventionelle Energie, um sich selbst „aufzubauen“.
- Wie hoch sind die Opportunitätskosten? Jede Milliarde, die in Überkapazitäten, Speicherkapazitäten, Backup-Systeme und den Ausbau des Stromnetzes investiert wird, ist eine Milliarde, die nicht anderweitig investiert werden kann … Mir fallen sicher mindestens zwei sinnvolle Projekte ein, die von diesen enormen Investitionen profitieren könnten. 😉
- Wie sehen die Anforderungen an Flächen, Materialien und Infrastruktur realistisch gesehen aus? Die Umweltauswirkungen dieser Energiesysteme reichen weit über die erzeugte Strommenge hinaus. Wir haben bereits den Bergbau, die Fertigung, die Übertragungsinfrastruktur und den späteren Austausch angesprochen … aber wie sieht es mit der Flächennutzung und der Zerstörung der Natur aus, wie wir sie kennen und lieben?
- Kann ein solches System realistisch gesehen erfolgreich in den Entwicklungsländern reproduziert werden, dort, wo der größte Teil des künftigen Energiebedarfswachstums erwartet wird?
- ***Was ist das Ziel?*** Geht es uns in erster Linie um geringere Emissionen, niedrigere Kosten, höhere Zuverlässigkeit, verbesserte Energiesicherheit oder eine Kombination aus allen vier Punkten? Die Antwort ist entscheidend, da unterschiedliche Ziele oft unterschiedliche Lösungen erfordern.

Ich hoffe, meine Fragen machen uns bewusst, dass man bei der Bewertung eines Energiesystems über eine einzelne Kostenkennzahl oder ein einzelnes Modellierungsergebnis hinausblicken muss … um das Gesamtbild zu betrachten.

Zur Erinnerung: Es gibt drei wesentliche Gründe, warum Solar- und Windkraftanlagen (PV) im Netzmaßstab kaum eine tragfähige Alternative zur konventionellen Stromerzeugung sein können (siehe meinen Blogbeitrag „Sind Wind und Solar der Herausforderung gewachsen?“)

- Geringe Energiedichte
- Intermittenz
- Kurze Betriebsdauer

Dies führt dazu, dass umfangreiche Zusatzsysteme erforderlich sind und somit auf Systemebene ein geringer Netto-Energiewirkungsgrad erzielt wird.

Abbildung 6: Geringe Energiedichte | Kurze Betriebsdauer | Unregelmäßiger Betrieb



6. Zusammenfassung

Auf den ersten Blick klingt die „Idee“ überzeugend … Ich meine, wenn Solar und Wind + Batteriespeicher zuverlässigen Strom zu Kosten liefern können, die mit denen herkömmlicher Kraftwerke vergleichbar sind, dann scheint der Weg in die Zukunft klar zu sein.

Doch im Laufe dieses Blogs sind wir immer wieder auf ein Problem gestoßen.

Strom zu erzeugen ist nicht dasselbe wie Strom dann bereitzustellen, wenn er benötigt wird.

Eine moderne Gesellschaft funktioniert nicht auf der Grundlage von Jahresdurchschnitten, sondern auf der Grundlage von Zuverlässigkeit und Spitzenlasten im Minuten- oder sogar Sekundenbereich. Privathaushalte erwarten, dass sich das Licht auf Knopfdruck einschaltet, genauso wie Unternehmen erwarten, dass die Maschinen laufen, wenn zu Beginn einer Schicht die Produktion anläuft. Von einem Rechenzentrum wird erwartet, dass es bereit ist, sobald eine Anfrage eingeht. Krankenhäuser, Flughäfen, Rechenzentren und Fabriken erwarten jeden Tag, jede Sekunde, 365 Tage im Jahr Strom – und genau hier hinkt die Analyse der IRENA hinterher.

Es scheint, dass die Behauptung der IRENA, es gebe rund um die Uhr verfügbare „erneuerbare“ Energie, auf dem folgenden Analyseergebnis basiert: „In den Vereinigten Staaten haben neue Gas- und Dampfturbinen einen Rekordpreis von 102 USD/MWh erreicht – was im Großen und Ganzen den Kosten für zuverlässig verfügbare Solar- und Windenergie bei einer Zuverlässigkeit von 90–95 % in Regionen mit hohen Ressourcen entspricht.“ (“In the United States, new combined-cycle gas turbines have reached a record USD 102/MWh – broadly in line with firm solar and wind costs at 90-95% reliability in high-resource regions”.)

Aus unserer Sicht ergeben sich daraus mehrere Fragen:

- Eine Zuverlässigkeit von 90–95 % in einer „ressourcenreichen Region“ ist nur eingeschränkt mit einem neuen, bedarfsgesteuerten Gaskraftwerk in den USA (in einer „ressourcenarmen Region“) vergleichbar.
- Die Annahmen hinter den „Ausgleichskosten“, die ausreichende Überbauung, Speicherkapazitäten und die Netzintegration berücksichtigen sollten, fehlen und spiegeln die realen Betriebsbedingungen nicht wider.
- Steigende Systemkosten bei zunehmendem Solar- und Windanteil werden nicht berücksichtigt.
- Die Auswirkungen eines geringeren Wirkungsgrads von Reservesystemen werden nicht berücksichtigt.
- Die wirtschaftlichen Auswirkungen sowie die Annahmen zum natürlichen Nutzungsgrad und zum Anlagenbetrieb im IRENA-Modell beruhen auf modellierten, unrealistischen Szenarien, die die Ergebnisse verzerren.

Die grundlegende Frage ist nicht, ob Solar und Wind + Batteriespeicher Elektrizität erzeugen können. Das können sie zweifellos. Die Frage ist vielmehr, ob sie das Maß an Zuverlässigkeit bieten können, das moderne Volkswirtschaften benötigen, ohne dabei immer höhere wirtschaftliche, ökologische und systembezogene Kosten zu verursachen. Das können sie eindeutig nicht.

Für kritische Infrastrukturen wie große Rechenzentren ist selbst eine Verfügbarkeit von 99,9999 % oft die Mindestanforderung (laut IEA [8]). Heute kann dieses Maß an Zuverlässigkeit nur durch regelbare Erzeugungstechnologien wie Kohle, Gas, Kernkraft, Wasserkraft und Biomasse gewährleistet werden. Der Versuch, regelbare Erzeugung vollständig durch Solar und Wind + Batteriespeicher zu ersetzen, führt zu einer rasant steigenden Komplexität und zu hohen Kosten. (siehe auch meinen Blog – „Elektrizitätskosten in einem komplexen Energiesystem neu überdenken”

In dieser Debatte geht es nicht um Solarmodule, Windkraftanlagen oder Batterien. Es geht darum, wie wir die Menschen, Unternehmen und Industriezweige, die täglich darauf angewiesen sind, mit zuverlässigem und bezahlbarem Strom versorgen können – und zwar mit möglichst geringen Auswirkungen auf die Umwelt. In der Debatte geht es auch um die Erwartung, dass Fachorganisationen wie die IRENA uns zuverlässige und wahrheitsgemäße Analysen liefern, zumindest was die allgemeine Richtung betrifft.

Wir können alle unterschiedliche Meinungen haben, aber die Behauptung, dass Solar und Wind + Batteriespeicher rund um die Uhr zuverlässigen Strom liefern, ist falsch!

Wenn wir die Zukunft unserer Energiesysteme gestalten, sollten wir darauf achten, dass wir Wunschvorstellungen nicht mit der Realität verwechseln. Eine gute Energiepolitik beginnt damit, die schwierigen Fragen zu stellen, die unpopulären Wahrheiten und Kompromisse anzuerkennen und den Fakten zu folgen, wohin auch immer sie führen.

Links und Ressourcen

[1] IRENA: 24/7 *Renewables: The Economics of Firm Solar and Wind*. April 2026. (link)
IRENA: *Renewable Capacity Highlights*. March 2026. (link)
[2] Bloomberg: *Iran War Shows Fossil Fuels No Longer Offer Security. Clean Energy Can – Bloomberg*." Accessed May 18, 2026. ***(link)***
Financial Times: "*FT: The Dawn of 24/7 Solar Power*." April 2026. (link)
[3] Patel, Anika. "*Chart: Why China's Solar Boom Is Slowing Down*." Carbon Brief, June 5, 2026. (link)
[4] Masdar | *UAE President witnesses launch of world's first 24/7 Solar PV, Battery Storage gigascale project to be built in Abu Dhabi* (link)
[5] CNN, Nourhan Elkallawy. *"Rare Snow and Hailstorms Cover Saudi Desert."* CNN, January 2022. (link)
[6] Scholz, Yvonne. *Dunkelflaute and Long-Term Electric Energy Shortage Events in Europe.* German Aerospace Center (DLR), 2025. (link)
[7] Ruhnau Qvist 2022: *Storage Requirements in a 100% Renewable Electricity System: Extreme Events and Inter-Annual Variability*." Environmental Research Letters 17, no. 4 (2022): 044018. (link)
[8] IEA: *Global Energy Review 2026 – Analysis. 2026*. (link)
[9]"BNEF: *New Energy Outlook 2026.*" BloombergNEF, May 2026. (link)

Fußnote:

1) Ein Beispiel dafür, wie unvorhersehbar die Kombination aus Solar- und Windenergie selbst über einen ganzen Monat hinweg ist, liefert Polen: Der polnische Netzbetreiber PSE gab am 15. Juni 2026 bekannt, dass der Kohleverbrauch im Mai im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um über 10 % gestiegen sei und einen Anteil von etwa 58 % an der Stromerzeugung erreicht habe, während die Stromerzeugung aus Wind- und Gasenergie zurückgegangen sei. Platts berichtete, dass die Einspeisebeschränkungen für Solar- und Windenergie im Vergleich zum Vorjahr um 22 % gestiegen sind. Der durchschnittliche Spotpreis stieg im Vergleich zum Vorjahr um 8 %, obwohl Daten zeigen, dass Polen im Mai 63 Stunden mit negativen Spotpreisen verzeichnete, gegenüber 54 Stunden im Mai 2025.