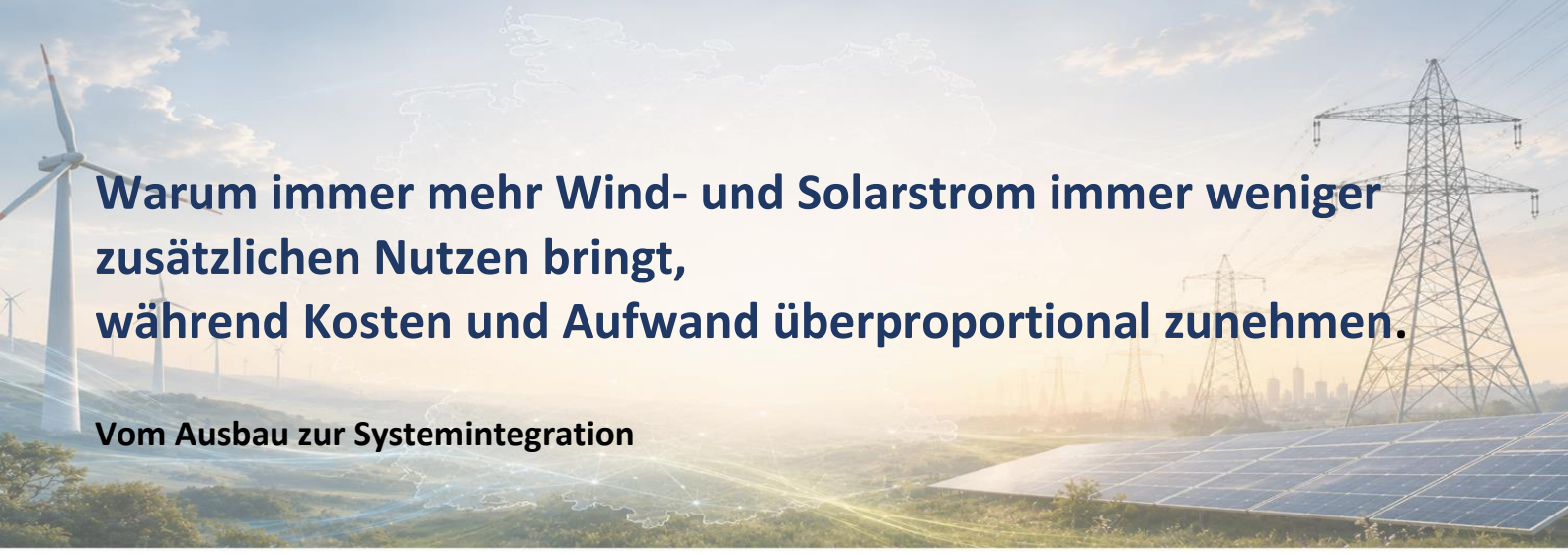




Warum immer mehr Wind- und Solarstrom immer weniger zusätzlichen Nutzen bringt, während Kosten und Aufwand überproportional zunehmen.

Vom Ausbau zur Systemintegration

Am Anfang der Energiewende war die Rechnung einfach: Jede zusätzliche Wind- oder Solaranlage konnte Strom aus Kohle- und Gaskraftwerken verdrängen. Mehr erneuerbare Erzeugung bedeutete deshalb zunächst nahezu automatisch mehr fossilen Stromersatz.

Doch dieser Zusammenhang gilt nicht unbegrenzt.

Windkraft und Photovoltaik produzieren nicht nach Bedarf, sondern nach Wetterlage – und Anlagen derselben Technologie häufig gleichzeitig. Mit zunehmendem Ausbau wächst deshalb nicht nur die erzeugte Strommenge. Vor allem die Erzeugungsspitzen werden größer.

Trifft immer mehr Strom gleichzeitig auf einen begrenzten Verbrauch, begrenzte Exportmöglichkeiten und begrenzte Speicher, entsteht ein zunehmender Überschuss.

Genau diese Entwicklung ist inzwischen in den deutschen Stromdaten sichtbar. Auf Seite 3 unseres Flyers zeigen wir drei Phasen:

- Phase 1 – Ausbau: Zusätzliche Wind- und Solaranlagen verdrängen überwiegend fossile Stromerzeugung. Lineare Zunahme des Nutzens.
- Phase 2 – Integration: Überschüsse nehmen zu. Netze, Speicher, flexible Verbraucher und Stromexport werden zunehmend wichtig. Übergang in gebremste Zunahme des Nutzens.
- Phase 3 – Überlastung: Zusätzliche Erzeugung trifft immer häufiger auf ein System, das sie nicht mehr aufnehmen kann. Aufwand und Kosten steigen schneller als der zusätzliche Strom- und Klimanutzen. Beschleunigte Abnahme des Zusatznutzens bis Stagnation trotz Ausbau. Kostenexplosion der Integrationskosten. Diese Entwicklung ist bereits messbar.

Der von uns zusammengefasste Überschuss aus Abregelungen und Nettoexporten während negativer Börsenpreise stieg von: **7,4 TWh 2021 auf 13,6 TWh 2025.** (Freiwillige Abregelungen sind dabei möglicherweise noch nicht miterfasst!)

- **Das entspricht einer Zunahme um rund 83 Prozent in nur vier Jahren.**
- **Allein im ersten Halbjahr 2026 wurden 2,45 TWh während negativer Börsenpreise netto exportiert – bereits 96 Prozent der entsprechenden Menge des gesamten Jahres 2023.**
- Dabei erfassen diese Zahlen keineswegs sämtliche volkswirtschaftlich entwerteten Strommengen. Strom kann auch bei niedrigen positiven Preisen exportiert werden, konventionelle Erzeugung muss zurückgefahren werden und weitere marktbedingte Anpassungen bleiben in dieser einfachen Kennzahl unberücksichtigt.

Das Entscheidende ist deshalb nicht die einzelne Zahl, sondern die Entwicklung.

Der zusätzliche Nutzen des weiteren Ausbaus von Windkraft und PV ist keine Konstante, wovon fast alle ausgehen.

Je höher der Anteil gleichzeitig anfallenden wetterabhängig erzeugten Stroms wird, desto häufiger stößt zusätzliche Produktion auf eine bereits gedeckte Nachfrage. Das trifft auch für PV zu, die in Hellbrisen zusätzlich zu Einspeisespitzen führt.

Anschauliche Darstellung in Häufigkeits-Diagrammen

Unsere Häufigkeitsdiagramme machen sichtbar, was Jahreszahlen verbergen.

Normale Jahresbilanzen beantworten die Frage: „Wie viele Terawattstunden wurden erzeugt?“ Für die Systemintegration ist jedoch eine andere Frage entscheidend: „Wie häufig wurde wie viel Leistung gleichzeitig erzeugt?“

Dafür haben wir die stündlichen Einspeisedaten eines Jahres nach ihrer Höhe sortiert. Dadurch wird sichtbar: Links wachsen die Erzeugungsspitzen immer weiter nach oben. Rechts bleiben die wind- und sonnenarmen Stunden bestehen. Mehr Windkraft und Photovoltaik heben also nicht einfach die gesamte Kurve gleichmäßig an. Sie vergrößern vor allem die Spitzen. Genau darin liegt die „Gummiwand“: Je weiter ausgebaut wird, desto stärker wächst der Teil zusätzlicher Erzeugung, der nur noch mit zusätzlichem technischen und finanziellen Aufwand verwertet werden kann.

Unser Video

„[Energiewende – vom Ausbau zur Systemintegration](#)“ zeigt diese Entwicklung anhand der offiziellen Einspeisedaten seit 2015 und projiziert sie bis 2030.

„Dann bauen wir eben mehr Speicher“

Das klingt zunächst plausibel. Entscheidend ist jedoch nicht allein die Leistung eines Speichers in GW, sondern seine Kapazität in GWh – und vor allem die Zeitspanne, die zwischen Einspeicherung und späterem Bedarf überbrückt werden muss.

Unsere Analyse unterscheidet deshalb drei Zeitskalen:

- **Tagesband: Stunden bis etwa zwei Tage**
- **Wetterband: mehrere Tage bis Wochen**
- **Saisonales Band: Wochen bis Monate**

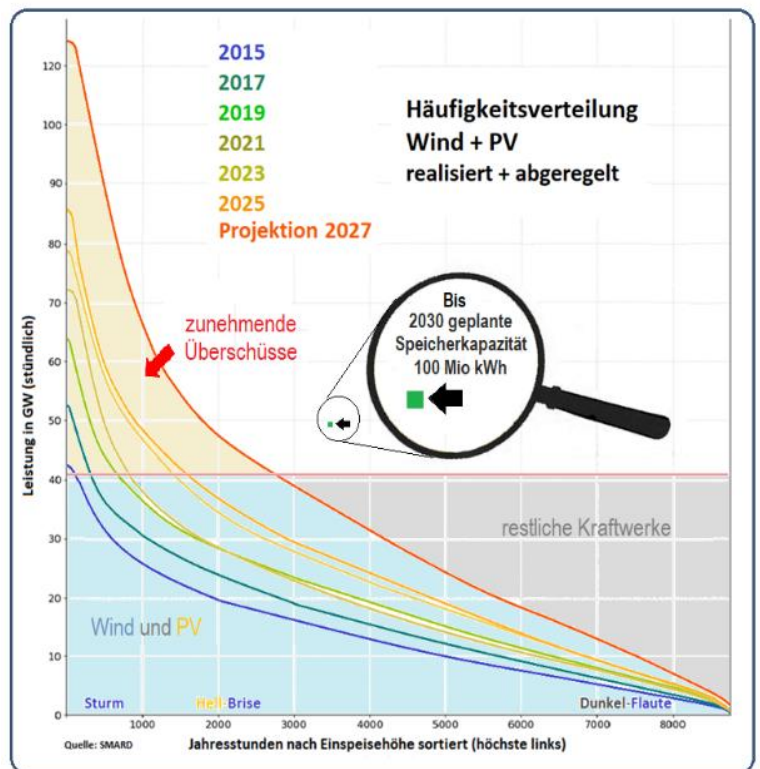
Die Auswertung der SMARD-Daten 2024 zeigt in unserem Modell, dass kurzfristige Schwankungen nur einen kleinen Teil der Defizitenergie ausmachen. Wetter- und insbesondere saisonale Schwankungen dominieren.

Batterien sind hervorragende Kurzzeitspeicher – aber keine saisonalen Energiespeicher.

Eine Batterie mit 100 GWh Kapazität entspricht 0,1 TWh gespeicherter Energie pro Vollzyklus.

Das ist nicht wenig. Eine solche Batterie kann bei vielen kurzen Lade- und Entladezyklen im Jahr ein Vielfaches ihrer Kapazität umsetzen. Genau deshalb sind Batteriespeicher für Stunden- und Tagesverschiebungen sehr wertvoll.

Bei einer mehrwöchigen Dunkelflaute oder beim Verschieben sommerlicher Überschüsse in den Winter hilft jedoch die hohe mögliche Zyklenzahl nicht: Der Speicher muss die benötigte Energiemenge gleichzeitig vorhalten.



Die Spitzen wachsen – die Dunkelflauten bleiben



Diese Unterscheidung zwischen Speichergröße und Zahl der möglichen Zyklen haben wir bereits ausführlich in den Energiewende-News 1/2026 behandelt.

[\[LINK: Energiewende-News 1/2026\]](#)

„Dann bauen wir eben mehr Netze“

Auch Netzausbau ist notwendig. Er kann regionale Unterschiede ausgleichen: Windstrom aus Norddeutschland kann beispielsweise Verbrauchszentren im Süden erreichen.

Aber ein Stromnetz ist kein Speicher.

Wenn gleichzeitig in großen Teilen Deutschlands und der Nachbarländer viel Wind- und Solarstrom anfällt, kann eine zusätzliche Leitung den Strom nur dorthin transportieren, wo in dem Moment noch Nachfrage oder Speicherkapazität vorhanden ist.

Genau daraus ergibt sich der in unseren Energiewende-News 9/2025 beschriebene Nutzungskorridor: Netze können einen Teil der räumlichen Ungleichgewichte beseitigen, nicht aber die zeitliche Volatilität von Wind und Sonne.

[\[LINK: Energiewende-News 9/2025\]](#)

Und die Dunkelflaute verschwindet trotzdem nicht

Das ist vielleicht der wichtigste und am leichtesten verständliche Punkt.

Wenn Deutschland seine installierte Wind- und PV-Leistung verdoppelt, wird aus einer Stunde mit sehr geringer Erzeugung nicht automatisch eine Stunde mit ausreichender Erzeugung.

Doppelt fast nichts bleibt wenig.

Gleichzeitig werden bei guten Wind- und Sonnenbedingungen die ohnehin schon hohen Erzeugungsspitzen mitvergrößert.

Das führt zum scheinbaren Paradox:

Mit zunehmendem Ausbau wachsen Überschüsse und Speicherbedarf – während gleichzeitig weiterhin regelbare Kraftwerke für längere Mangelphasen benötigt werden.

Deshalb muss ein Stromsystem nicht nach seiner maximal installierten Wind- und Solarleistung beurteilt werden, sondern danach, ob Erzeugung, Verbrauch, Netze, Speicher und regelbare Leistung zu jeder Stunde zusammenpassen.

Warum Flexibilität das Problem mildert – aber nicht beseitigt

Elektroautos, Wärmepumpen, industrielle Verbraucher, Elektrolyseure und Batteriespeicher können ihren Stromverbrauch teilweise in Zeiten hoher Erzeugung verschieben.

Das ist sinnvoll und wird mit zunehmendem Wind- und PV-Anteil immer wichtiger.

Aber auch Flexibilität hat Grenzen:

Ein Elektroauto kann nur geladen werden, solange seine Batterie noch Kapazität hat.

Ein Wärmespeicher kann nur begrenzt Wärme aufnehmen.

Ein Batteriespeicher ist irgendwann voll.

Ein Elektrolyseur müsste für seltene extreme Überschussspitzen enorme zusätzliche Kapazitäten vorhalten und wäre dann nur wenige Stunden ausgelastet.

Je seltener eine zusätzliche Anlage benötigt wird, desto teurer wird jede von ihr verwertete Kilowattstunde.

Das ist der ökonomische Kern der Systemintegration.

Der sinkende Grenznutzen

Die Frage lautet deshalb nicht:

„Sind Windkraft und Photovoltaik sinnvoll?“

sondern:

„Wie viel zusätzliche Wind- und Solarleistung kann das Gesamtsystem noch sinnvoll integrieren – und zu welchen Kosten?“

Diese Frage muss bei jedem weiteren Ausbau neu beantwortet werden.

Was sagen Fachleute, Energiekonzerne und Kontrollbehörden?

Eine Sammlung aktueller Aussagen und Medienberichte finden Sie auf unserer Hintergrundseite zur Seite 1.