

Ökonomischer Sweet Spot im Mix aus erneuerbarer Energieerzeugung und Batterie-Speichern im deutschen Stromnetz

View/Open

[Simulationsstudie für ein 100% regenerativ gespeistes Stromnetz \(733.7Kb\)](#)

Author

[Jochum, Christian](#) [cc](#)

Date

2026

Version

Published Version

DOI

[10.25716/pur-312](#)

Metadata

[Show full item record](#)

Die vorliegende Simulationsstudie basiert auf den stündlichen Erzeugungs- und Verbrauchsdaten für elektrische Energie in Deutschland in den Jahren 2022 - 2025. In einer Simulation wird mit Hilfe von Multiplikationsfaktoren für die regenerative Energieerzeugung und dem Einfügen von variablen Stromspeicher-Kapazitäten eine zukünftige zu 100% regenerative Stromerzeugung in Deutschland

modelliert. Auf dieser Modellbasis wird mit realen Investitionskosten auch das Investitionsvolumen modelliert, das für eine solche 100% regenerative Stromerzeugung notwendig wäre. Aus diesen Kosten können dann wieder Berechnungen für Stromerzeugungspreise abgeleitet werden. Die Daten der einzelnen Jahre 2022/2023, 2023/2024 und 2024/2025 werden nacheinander in die Simulation gegeben, um Veränderungen in Verbrauch/Erzeugung zu erkennen und mit den bekannten Verbrauchs- und Installationsdaten zu vergleichen und so die Simulation zu verifizieren und zusätzliche Entwicklungsinformationen über den Jahresvergleich zu erhalten. Die wichtigsten Ergebnisse der Simulationsrechnungen sind: Will man eine zu 100% regenerative Energieerzeugung in Deutschland mit 100% Versorgungssicherheit aufbauen, dann... ..gibt es hunderte verschiedene mögliche Kombinationen von weniger regenerativer Erzeugung mit riesigen Speichern bis zu hoher Erzeugungsleistung mit kleinen Speicherkapazitäten. ...liegt die im Sinne der Investitionskosten optimale Kombination aus Energie-Erzeugung und Energie-Speichern bei der 3,9-fachen regenerativen Erzeugerleistung und 2700 GWh Speicherkapazität (Basis: Daten aus 2022/23). Umgerechnet sind das ~32kWh Speicherkapazität pro Kopf in Deutschland. Weniger als erwartet. Anders umgerechnet kann diese Speichergröße den durchschnittlichen Verbrauch in Deutschland etwa zwei Tage lang decken. Auch hier haben manche ähnliche Arbeiten mehr an notwendiger Speichergröße berechnet. Die mit der Simulation berechneten Stromkosten liegen bei durchschnittlich 0,09 €/kWh (zwischen 0,07 und 0,17 €/kWh). Trotz Zwischenspeicherung immer noch die günstigste Energieform, die es heute gibt. Die Auswertung der berechneten stündlichen Speichernutzung zeigt, dass die Speichergröße nur an wenigen Tagen im Jahr (~5%) gebraucht wird. An ~95% der Tage im Jahr werden nur max. 20% der Speicher genutzt. Das spricht für eine Mehrfachnutzung der Speicher (z.B. netzdienliche KFZ-Akkus). Diese wenigen berechneten vollständigen Speicher-Ladehübe pro Jahr sprechen für eine extrem lange Lebenszeit der Speicher. Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, welche Potentiale in der Steuerung des Verbrauchs stecken. Anreize für eine Verschiebung des Stromverbrauchs aus den wenigen Stunden/Tagen des Jahres mit geringer Erzeugung (~5%) in andere Stunden/Tagen hat einen riesigen Einfluss auf die benötigte Speichergröße und auf die Versorgungssicherheit. Schon eine einfache Preissteuerung, die es in vielen Regionen der Welt schon lange gibt, hätte große Einflüsse auf den Verbrauch. Für Ideen wie Freischichten bei Großverbrauchern oder flexible Steuerung von anderen Großverbrauchern in den wenigen energiekritischen Stunden/Tagen sollten preisliche Anreize geschaffen werden. Die Industrie sucht doch nach Wegen, die Energiepreise zu senken. Die jährliche Entwicklung der Daten zeigt, dass es zwar eine positive Entwicklung der installierten Erzeugungsleistung gibt, diese aber noch nicht in der wirklich verbrauchten Energiemenge sichtbar wird. Hier gibt es wohl noch systemische Hindernisse, die andere Arten der Energieerzeugung bevorzugen. Eine mögliche Erklärung wäre, dass andere Erzeuger schlechter abregelbar sind und deshalb Winderzeuger abgeregelt werden? Das überraschendste Ergebnis der Simulationsrechnungen ist aber die riesige Menge an überschüssiger Energie, die erzeugbar wäre, aber (Stand heute) gar nicht gebraucht wird. Mit o.g. optimaler Zusammensetzung der Erzeugung/Speicherung könnten im Jahr 90% mehr Energie erzeugt werden, als gebraucht wird. Und das ohne zusätzliche Kosten! Hier sollte die Diskussion um eine sinnvolle Nutzung dieser kostenfreien Überschuss-Energie beginnen (internationaler Energiehandel, Syn-/PtL-Fuels für Luftverkehr/Schiffe, Wasseraufbereitung, Wasserstoff, etc.). Diese kostenfrei erzeugbare Überschuss-Energie stünde für neue Vermarktungsstrategien zur Verfügung und würde durch zusätzliche Vermarktung die Energiekosten für alle senken. Diese Arbeit trägt hoffentlich zu einer Versachlichung der Diskussion um zukünftige Energieerzeugung bei, sind die berechneten Ergebnisse für die notwendigen Speicherkapazitäten doch erstaunlich niedrig, die berechneten Energiekosten konkurrenzlos niedrig

und die überschüssige kostenfreie Energiemenge doch extrem hoch. Mit den selbst in Deutschland großen Potentialen an erneuerbarer Energieerzeugung (Solar-Dachflächen, Offshore-Windflächen,...) scheint das Erreichen eines 100% mit erneuerbaren Energien gespeisten Stromnetzes in Reichweite. Ein gezieltes gesellschaftliches, industrielles und politisches Vorgehen ist allerdings notwendig, um die endlichen Ressourcen nicht für unrealistische und/oder in weiter Zukunft liegende Wunsch-Szenarien zu verschwenden. Die Simulationsrechnungen können mit Daten aus beliebigen Regionen der Welt durchgeführt werden. Die Studie soll mit Daten anderer Weltregionen weiterentwickelt werden, um auf dieser Basis individuelle Ergebnisse für diese Regionen der Welt zu berechnen. Insbesondere die Simulation von verändertem Verbrauchsverhalten und dessen Einfluss auf die Simulationsergebnisse stehen dabei im Vordergrund.

Keywords

Regenerative Energie
Windenergie
Photovoltaik
Regeneratives Netz
Netzspeicher

DDC Classification

620 Ingenieurwissenschaften

Extent

14 S.

Faculty

Fachbereich Ingenieurwesen

Link to publication

<https://hlbrm.pur.hebis.de/xmlui/handle/123456789/441>

Collections

- [Publikationen](#) [280]

Revision #1

Created 2026-04-19 12:02:02 UTC by admin

Updated 2026-04-19 12:03:00 UTC by admin