

Gefördert durch: Förderinitiative Integriertes Strommarktdesign der Gesellschaft zur Förderung des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln e.V.

ewi



# Optimierte Netzanschlüsse von Wind und PV

## Wie sich durch Überbauung Netzausbaukosten einsparen lassen

Berit Czock, Merit Dressler, Julian Keutz, Lisa Restel, Prof. Dr. Oliver Ruhnau, Dr. Philip Schnaars

Institute of Energy Economics at the University of Cologne (EWI) gGmbH

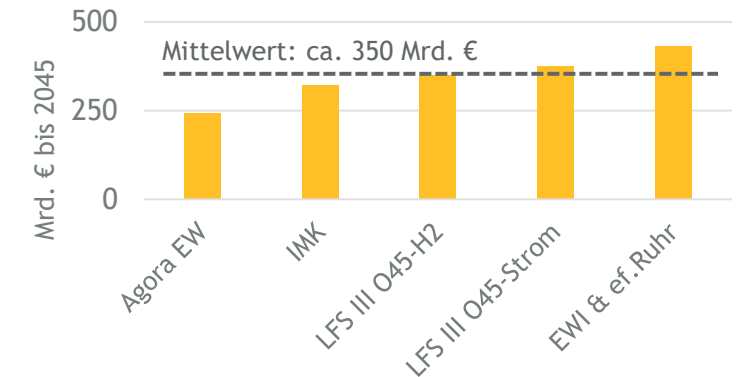
04.07.2025

# Hintergrund & Ziel der Studie

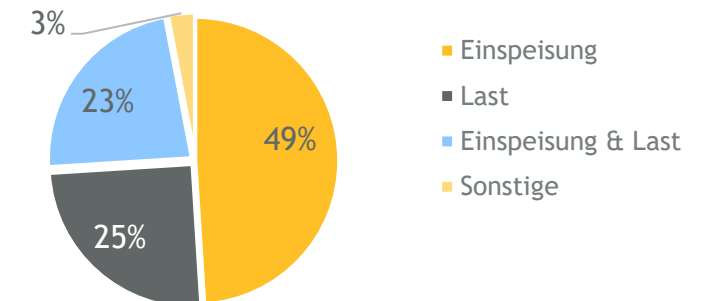
- Netzkosten steigen, auch bedingt durch EE-Zubau
- Überbauung von Netzverknüpfungspunkten bereits im Fokus:
  - Netzanschlüsse < Potentielle Spitzeneinspeisung, um Kosten für Netzverknüpfungspunkt zu sparen
  - Überbauung kann zu einer besseren Netzauslastung führen, ohne die Abregelung stark zu erhöhen<sup>1</sup>
- Wirtschaftliche Anreize fehlen bisher, aber:
  - Bereits seit 2017 gibt es Spitzenkappung<sup>2</sup>
  - Flexible Anschlussvereinbarungen seit EEG-Novelle 31.01.2025 möglich<sup>3</sup>
  - BNetzA-Vorschläge zu Einspeiserentgelten<sup>4</sup>

- Welche Überbauung ergibt sich durch Optimierung von Netzanschlüssen?
- Welche Kosten lassen sich durch die optimierte Überbauung einsparen?
- Welche weiteren Effekte gibt es im Strommarkt?

Geschätzte Verteilnetzausbaukosten<sup>5</sup>

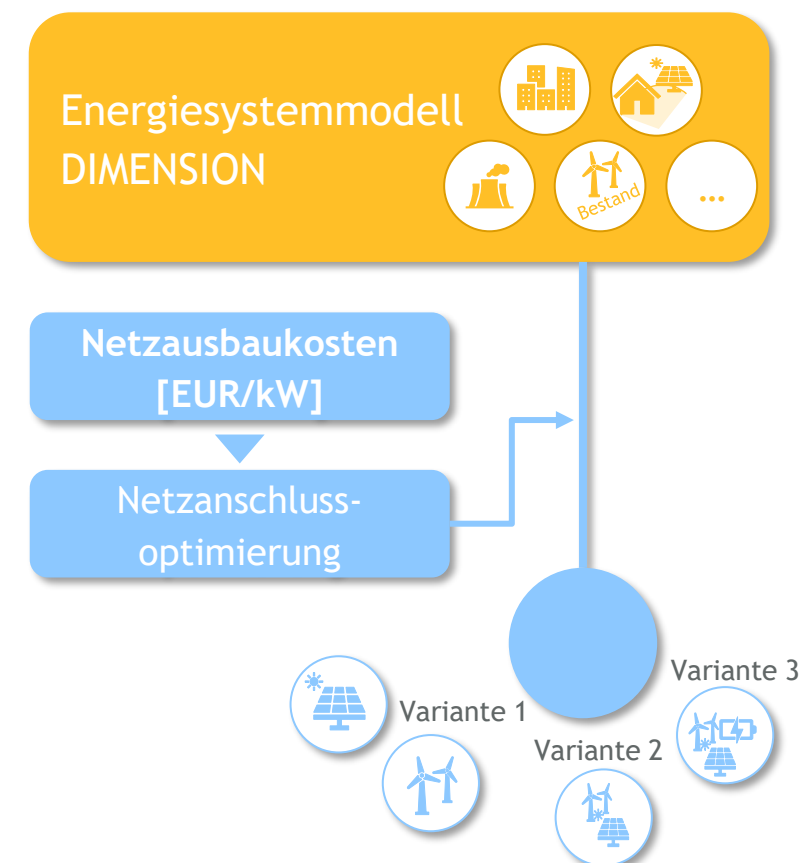


Treiber Verteilnetzausbaukosten (Beispiel HS)<sup>6</sup>



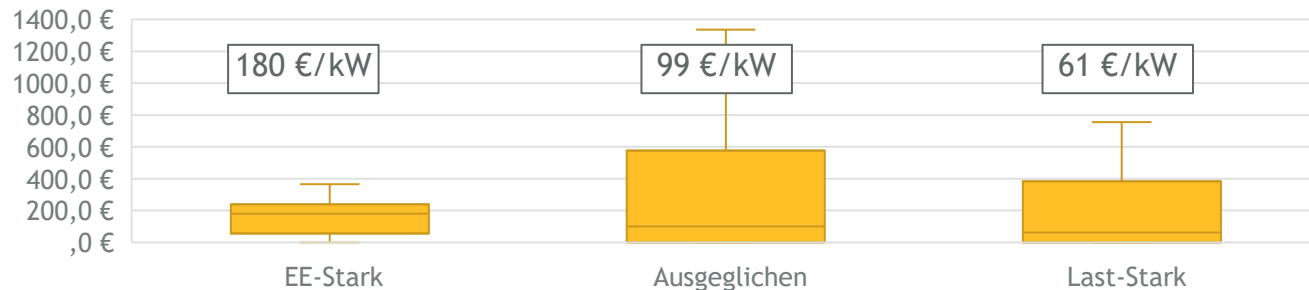
1: [BEE \(2024\)](#) | 2: [§ 11 EnWG](#) | 3: [BGBl. 2025 I Nr. 52](#) | 4: [BNetzA \(2025\)](#), [UBA \(2025\)](#) | 5: [Agora Energiewende \(2024\)](#), [IMK \(2024\)](#), [Fraunhofer ISI \(2024\)](#), [EWI & ef.Ruhr \(2024\)](#) | 6: [SMARD \(2025\)](#)

- Energiesystemmodellierung für das Jahr 2030 mit integrierter Optimierung von Netzanschlüssen unter Berücksichtigung EE-bedingter Netzausbaukosten
- Dazu notwendig: Schätzung für EE-bedingte Netzausbaukosten in EUR/kW
- Drei Varianten der Anschlussoptimierung
  - Wind Onshore und Freiflächen-PV separat
  - Gemeinsame Anschlussdimensionierung (Co-Location) von Wind Onshore und Freiflächen-PV
  - Co-Location von Wind Onshore, Freiflächen-PV und Batterien
- Anschlussoptimierung für alle zugebauten Wind Onshore- und Freiflächen-PV-Anlagen
- Keine Lastflussberechnung, kein Redispatch
- EE-Zubau nach Osterpaket und in allen Szenarien gleich verteilt, keine regionale Steuerung

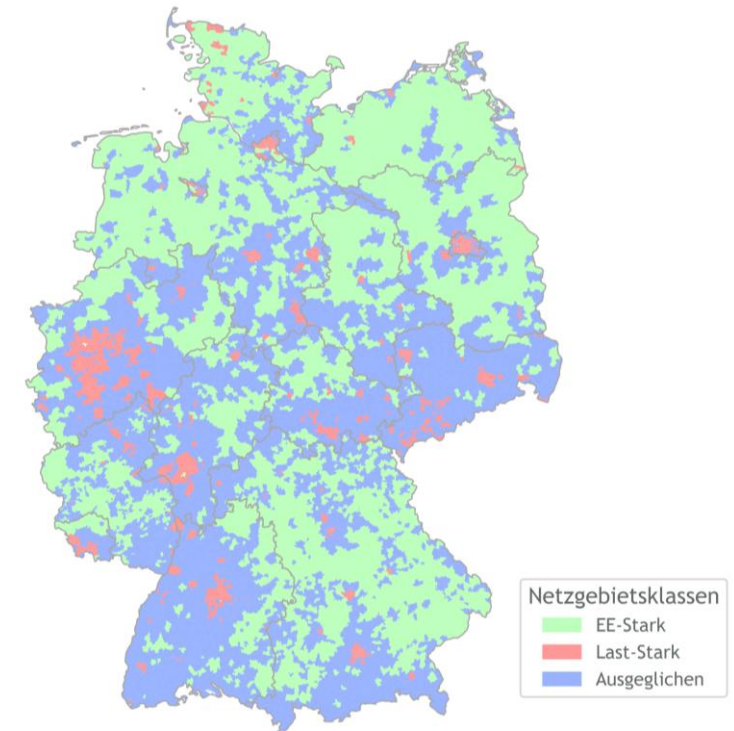


- Bisher keine Daten zu EE-bedingten Netzausbaukosten in EUR/kW
- Verteilnetze sind heterogen, z.B. hinsichtlich Last- und EE-Dichte
- **Unser Beitrag:** Empirische Schätzung durchschnittlicher EE-bedingter Verteilnetzausbaukosten:
  - Auswertung von 84 Netzausbauplänen von Verteilnetzbetreibern; Auswahl von 17 Veröffentlichungen mit geeigneter Datenqualität
  - Einteilung von Netzgebieten in drei Netzgebietsklassen (NGK) anhand simulierter Residuallasten; Zuordnung von PLZ-Gebieten analog

Ergebnis: Geschätzte EE-bedingte Netzausbaukosten und Streuung (2030)

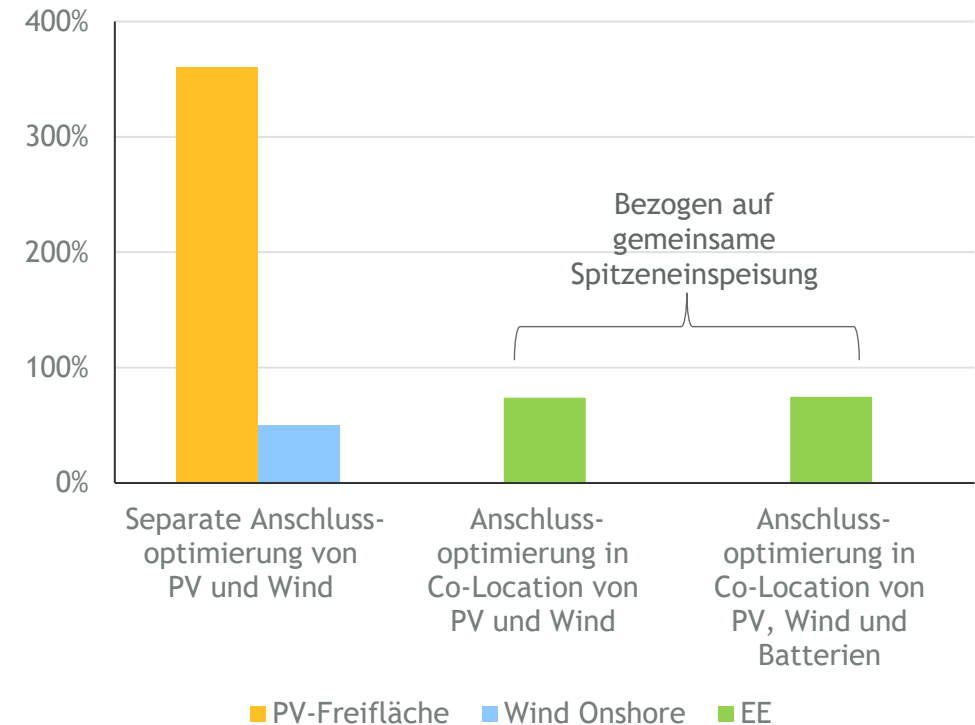


Ergebnis: Zuordnung PLZ-Gebiete zu NGK



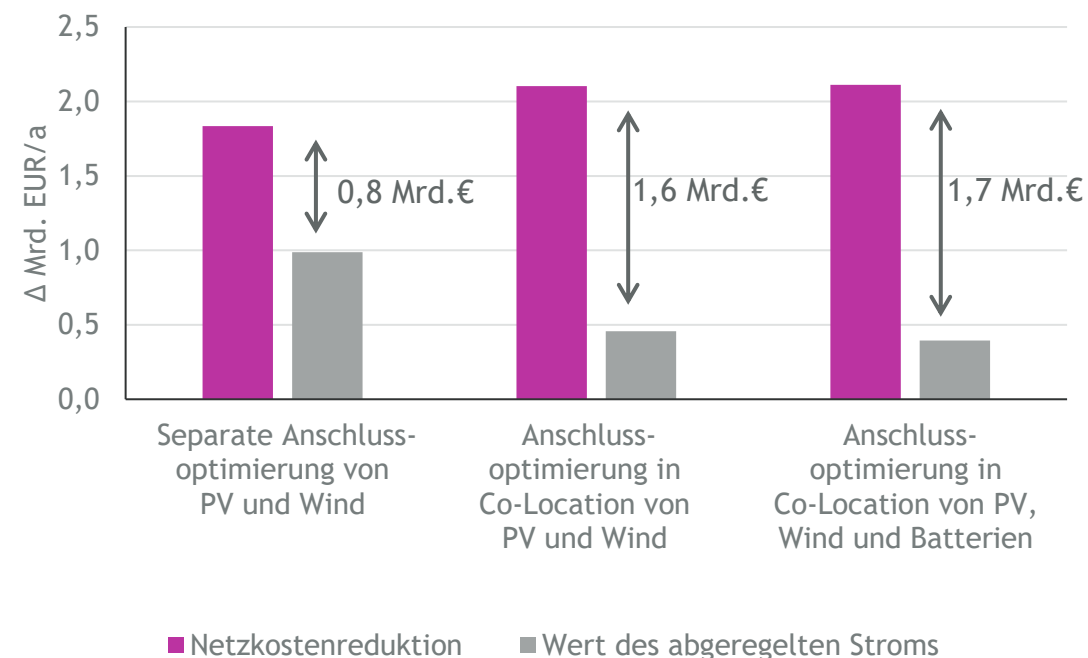
- Bei separater Anschlussoptimierung werden insbesondere die Netzanschlüsse von PV, aber auch die von Wind, stark überbaut.
- Bei gemeinsamer Anschlussoptimierung (Co-Location) deutliche Überbauung zusätzlich zu Profilergänzungseffekten von Wind und PV
- Batterien, die am Netzanschluss abgeregelte Energie einspeichern, steigern Überbauung nur geringfügig
- Ergebnisse bezüglich Überbauung sind robust über Netzgebietsklassen und bei konservativer Kostenschätzung

Ergebnis: Überbauung (2030)



- Durch Überbauung kommt es zu deutlichen Einsparungen bei den Verteilnetzausbaukosten (siehe Abbildung)
- Gleichzeitig steigen Abregelungen
  - +30 TWh bei separater Anschlussoptimierung
  - +17 TWh bei Co-Location von PV und Wind
- Effizienzgewinne = Nettoeffekt aus eingesparten Netzausbaukosten und dem Wert des zusätzlichen abgeregelten Stroms
- Einordnung der Effizienzgewinne:
  - Effizienzgewinne als *upper benchmark*, da alle zugebauten Freiflächen-PV- und Wind-Anlagen ihre Netzanschlüsse optimieren
  - Modelltechnische Limitationen (Unsicherheiten im Szenario, keine Lastflussberechnung) zu berücksichtigen

Ergebnis: Effizienzgewinne (annualisierte Kosten, 2030)



- **Finanzielle Anreize:** Netzausbaukosten für EE-Erzeuger könnten zum Beispiel über einen EE-Baukostenzuschuss, der die Grenzkosten des Anschlusses widerspiegelt, internalisiert werden. So könnten Erzeuger selbst über die optimale Überbauung entscheiden.
- **Administrative Vorgaben:** Überbauungsverhältnisse für EE könnten administrativ festgelegt werden (z. B. in Netzanschlussbedingungen), begründet durch externe Netzausbaukosten.
- **Lokale Differenzierung:** Sowohl finanzielle Anreize als auch administrative Vorgaben könnten sowohl bundesweit einheitlich als auch lokal unterschiedlich ausgestaltet werden
- **Trade-off bei der Implementierung:** Genaue Parametrierung eines Policy-Instruments ist aufgrund der Heterogenität der Netzgebiete und Datenlage komplex, gleichzeitig sollten Anreize möglichst passgenau ausgestaltet werden.
- **Weitere Analysen nötig:**
  - Unsicherheiten im Szenario
  - Hier keine Abbildung von Übertragungsnetzen und Redispatch
  - Wechselwirkungen mit bestehenden Instrumenten und regionale Steuerung
  - Verteilungseffekte, Auswirkungen im EEG



## EWI - Eine Wissensfabrik

Das EWI ist gemeinnützig und versteht sich als Wissensfabrik mit dem Ziel, neues Wissen über zunehmend komplexe Energiemärkte zu schaffen, zu verbreiten und nutzbar zu machen.

## Forschungs- und Beratungsprojekte

Das EWI forscht und berät zu zunehmend komplexen Energiemärkten - praxisnah, energieökonomisch fundiert und agenda-neutral.


## Neuste volkswirtschaftliche Methoden

Das EWI analysiert den Wandel der Energiewelt mit neusten volkswirtschaftlichen Methoden und detaillierten computergestützten Modellen.

## EWI Academy

Das EWI bietet Trainings zu aktuellen energiewirtschaftlichen Themen für Unternehmen, Politik, NGOs, Verbände sowie Ministerien an.

## KONTAKT

 Berit Hanna Czock  
berit.czock@ewi.uni-koeln.de

 <https://www.ewi.uni-koeln.de>

 @ewi\_koeln

 EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln