



EWI-ANALYSE

Implikationen des geplanten Zubaus erneuerbarer Energien gemäß Osterpaket und EEG 2023

Tobias Sprenger und Felix Schäfer

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH

28.12.2022



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



Tobias Sprenger

tobias.sprenger@ewi.uni-koeln.de

+49 (0)221 650 745 45



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



@ewi_koeln



EWI - Energiewirtschaftliches
Institut an der Universität zu Köln

Ambitionierte Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien und der mögliche Weg zur Erreichung des 80 % Ziels der Bundesregierung



Hintergrund:

- Der Koalitionsvertrag (SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP, 2021) und das Osterpaket (BMWK, 2022a) haben ambitionierte Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien (EE) definiert.
 - Zum einen wurde das Ziel des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von 65 auf 80 % erhöht.
 - Zum anderen wurde auch eine zentrale Annahme aktualisiert: der Bruttostromverbrauch im Jahr 2030.
- Die Annahme zum Bruttostromverbrauch wurde von 595 TWh auf 750 TWh korrigiert. Diese Erhöhung hat direkten Einfluss auf den notwendigen EE-Ausbau zur Erreichung des 80 % Ziels. Lag die notwendige EE-Stromerzeugung zuvor bei 476 TWh (bei 595 TWh Bruttostromverbrauch), liegt sie jetzt bei 600 TWh (bei 750 TWh Bruttostromverbrauch).
- Den Ausgangspunkt der Analyse bildet der Bruttostromverbrauch im Jahr 2021; dieser betrug insgesamt 569 TWh. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien lag im gleichen Zeitraum bei rund 234 TWh. Der Anteil erneuerbarer Energien lag somit bei rund 41 %.



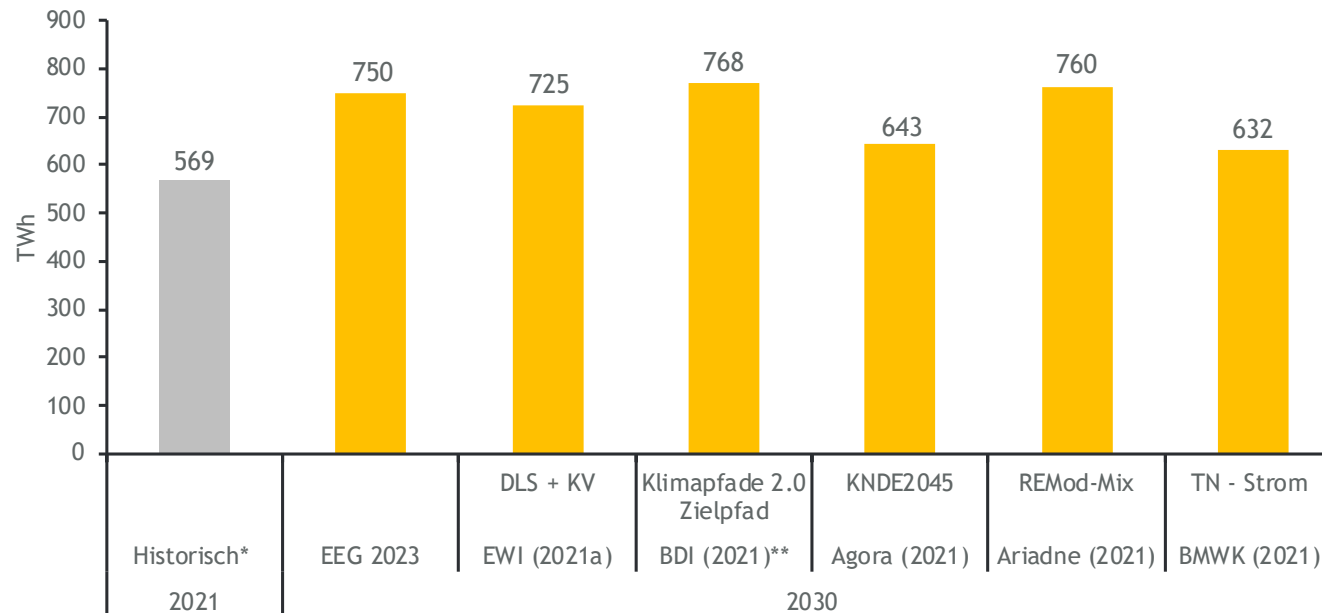
Inhalt:

- Im ersten Schritt werden mögliche Szenarien des Bruttostromverbrauchs („BIG 5“ Klimaneutralitätsstudien) im Jahr 2030 gegenübergestellt und mit der Prognose der Bundesregierung in Relation gesetzt. Die Analyse berücksichtigt das EWI-Update der dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität (EWI, 2021a) mit aktualisierten Zielvorgaben (Elektrofahrzeuge, Elektrolysekapazität) formuliert durch den Koalitionsvertrag (Szenario DLS + KV).
- Im zweiten Schritt werden die Ausbaupfade für erneuerbare Energien zur Erreichung des 80 % Ziels analysiert. Es wird u. a. der täglich erforderliche Zubau an Windenergieanlagen bis 2030 quantifiziert.
- Abschließend wird das Ziel zum Aufbau von 10 GW Elektrolysekapazität bis 2030 mit den bereits angekündigten Projekten verglichen.



Die Bruttostromnachfrage als zentraler Faktor für das 80 % Ziel

Bruttostromnachfrage im Jahr 2030



* Historische Angaben beruhen auf AGEB (2022).

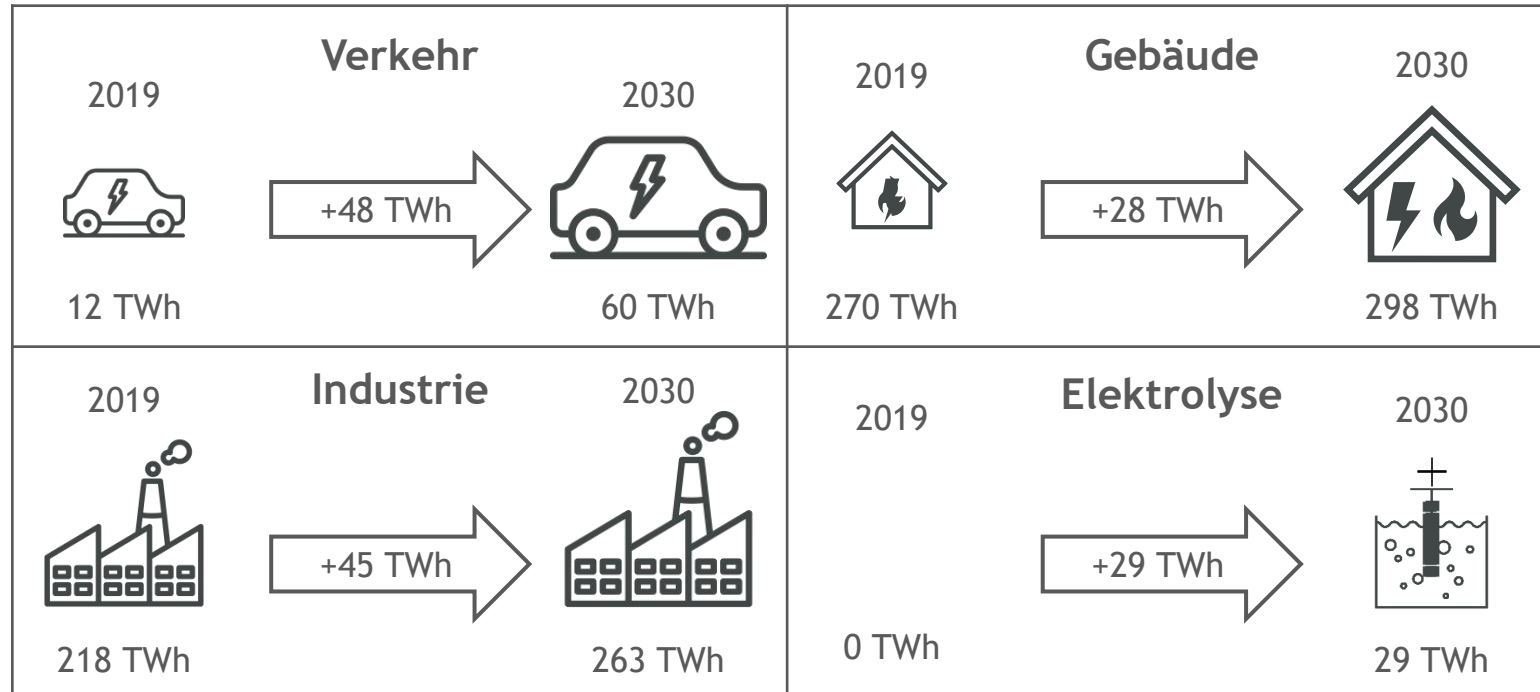
** Für BDI (2021) wurde der Netto- in Bruttostromverbrauch umgerechnet basierend auf NEP 2030 (Netto: 722 TWh).

- Der Studienvergleich zeigt eine große Bandbreite für den deutschen Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 mit 632 TWh. Der Verbrauch der Aktualisierung der dena-Leitstudie (EWI, 2021a) liegt bei 725 TWh.
- Die dargestellten Studien gehen alle von einem steigenden Verbrauch aus. Die Bundesregierung liegt mit der Annahme von 750 TWh, gemäß EEG 2023 (EEG, 2022), am oberen Ende der Bandbreite.
 - Zukünftig wird u. a. von einer wachsenden Anzahl von Elektrofahrzeugen und elektrischen Wärmepumpen ausgegangen. Außerdem generieren neue Technologien wie Elektrolyseure zusätzliche Stromnachfrage.
 - Fortschritte bei der Energieeffizienz können dem Anstieg der Stromnachfrage entgegenwirken, werden diesen jedoch voraussichtlich nicht vollständig kompensieren können.
- Das Ziel von 80 % EE-Anteil ergibt bei 750 TWh eine notwendige EE-Erzeugung von 600 TWh. Bei dieser EE-Menge würden fast alle Studien das 80 % Ziel erreichen.

Elektromobilität, Wärmepumpen und Elektrolyse-Wasserstoff steigern die Stromnachfrage

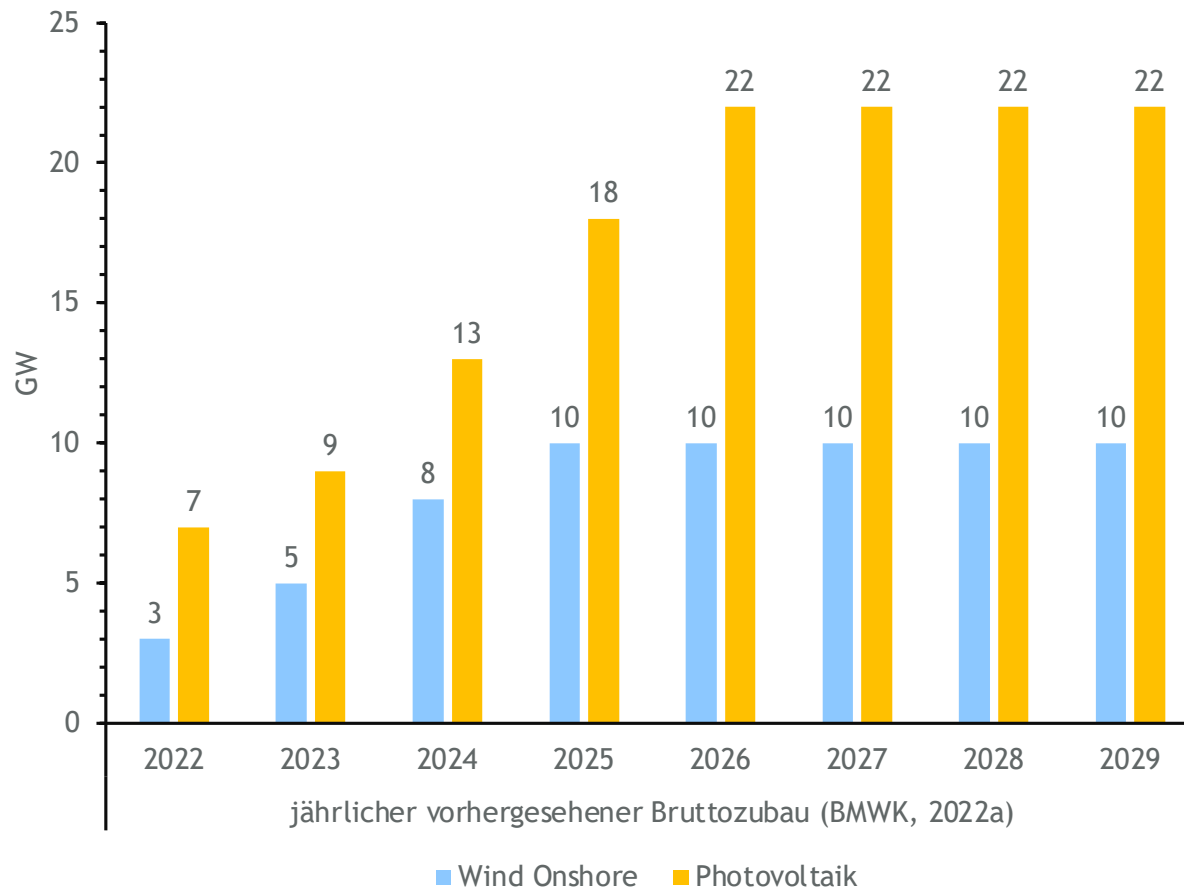
Wichtige Ziele für das Jahr 2030 aus dem Koalitionsvertrag:
Mindestens 15 Mio. vollelektrische PKW, 10 GW Elektrolysekapazität und 80 % EE-Anteil am Bruttostromverbrauch.

Unter Berücksichtigung der neuen Ziele im Koalitionsvertrag könnte die Bruttostromnachfrage von 577 TWh im Jahr 2019 auf 725 TWh ansteigen (EWI, 2021a).



- **Verkehr:** Im Verkehrssektor steigt die Stromnachfrage um 48 TWh auf 60 TWh. Dieser Anstieg ist auf die gestiegene Anzahl vollelektrischer PKWs zurückzuführen (9 Mio. vs. 15 Mio.).
- **Elektrolyse:** Das neue Ziel von 10 GW Elektrolyseuren für das Jahr 2030 wurde berücksichtigt. Damit sollen 20 TWh_{th} Wasserstoff produziert werden, woraus sich ein Stromverbrauch von 29 TWh_{el} ergibt.
- **Gebäude und Industrie:** Elektrifizierung von Industrieprozessen und elektrische Beheizung von Gebäuden lässt die Stromnachfrage um 28 TWh bzw. 45 TWh steigen.

Ausbaupfad Wind Onshore & PV nach BMWK (2022a)



Zur Erreichung des 80 % Ziels, sieht das Osterpaket der Bundesregierung Ausbaupfade für Wind Onshore und Photovoltaik vor (BMWK, 2022a).

Wind Onshore

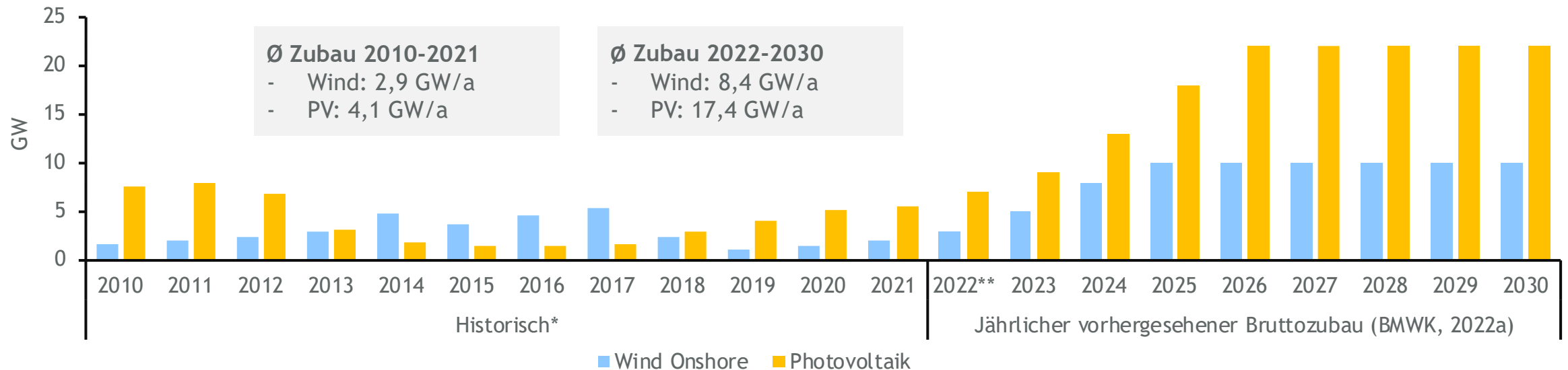
- Die installierte Leistung von 115 GW Wind Onshore soll bis 2030 mittels des abgebildeten Ausbaupfades erreicht werden.
- Das entspricht einem Bruttozubau von 66 GW (2022-2029).

Photovoltaik

- Die installierte Leistung von 215 GW Photovoltaik soll bis 2030 mittels des abgebildeten Ausbaupfades erreicht werden.
- Das entspricht einem Bruttozubau von 135 GW (2022-2029).

Die Historie zeigt große Schwankungen und Zubauraten die deutlich unter den Ausbaupfaden liegen

- Der historische Bruttozubau von PV und Wind Onshore zwischen den Jahren 2010 und 2021 unterlag großen Schwankungen.
- Gemäß dem geplanten Bruttozubau müssten ab dem Jahr 2025/2026 konstante Ausbaupfaden erfüllt werden, welche für PV und Wind Onshore deutlich über den historischen Höchstwerten liegen.
- Durch Rückbau, z. B. wegen Ende der Lebensdauer, wird die Differenz zwischen Brutto- und Nettozubau zukünftig größer ausfallen. Von 2020 auf 2021 ist die absolute Anzahl an WEA bereits erstmalig von 29.608 auf 28.230 gesunken (BWE, 2022).
- Eine Zielerreichung für das Jahr 2022 ist unwahrscheinlich. Im Bereich Wind Onshore fehlen noch 1,13 GW und im Bereich PV 1,5 GW (Fraunhofer ISE, 2022; Stand: 30.11.2022).

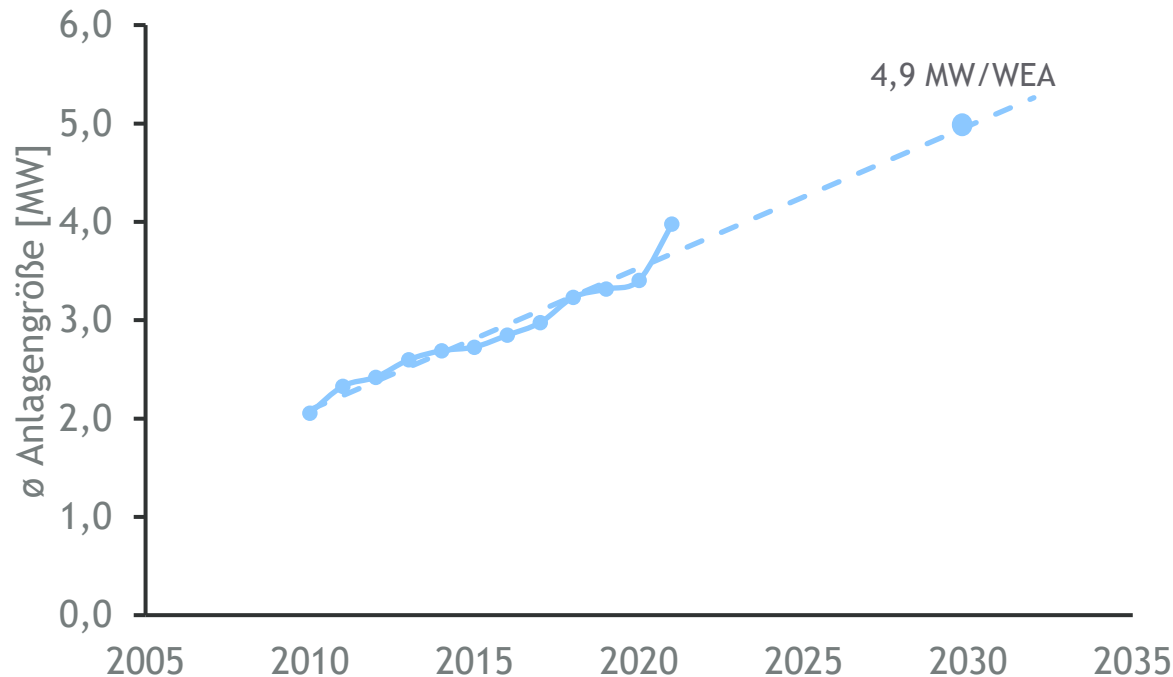


* Historische Werte basieren auf BWE (2022) für Wind Onshore und Fraunhofer ISE (2022) für PV.

** Stand 30.11.2022 wurden im Jahr 2022 1,87 von 3 GW bei Wind Onshore und 5,5 von 7 GW PV installiert (Fraunhofer ISE, 2022).

Die durchschnittliche Nennleistung von Windenergieanlagen verzeichnet einen historisch steigenden Trend

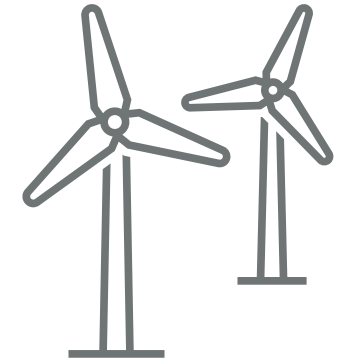
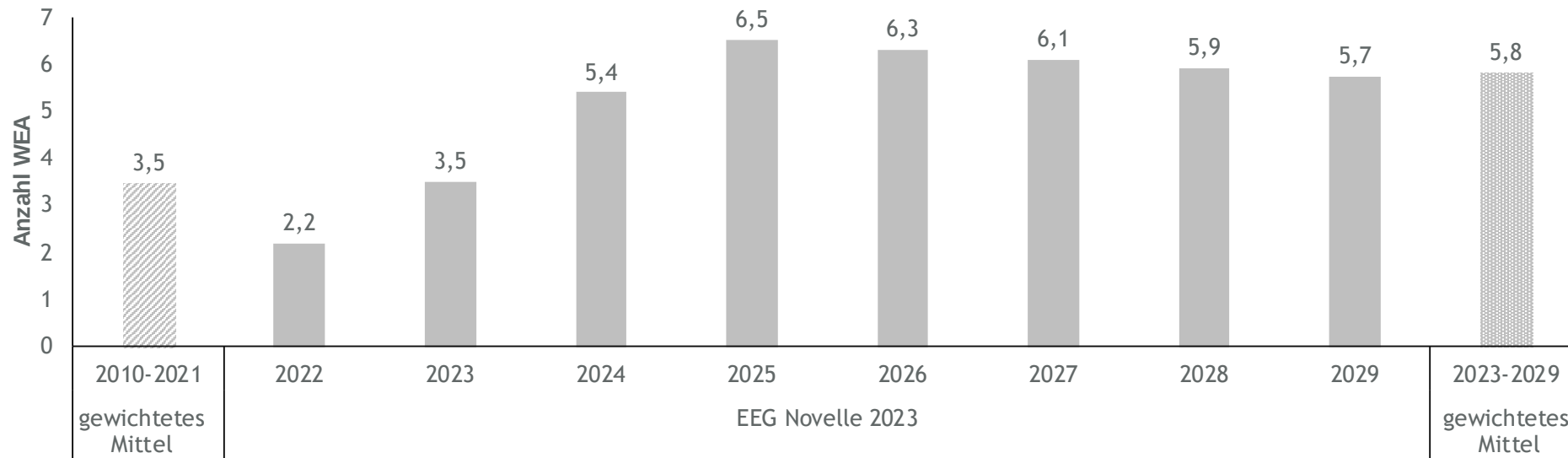
Nennleistung einer durchschnittlichen Windenergieanlage



Quelle: eigene Darstellung basierend auf BWE (2022)

- Die Nennleistung neuer Onshore Windenergieanlagen (WEA) aus den jeweiligen Jahren ist von 2,1 MW (2010) auf 4 MW (2021) gestiegen. Diese Leistung gibt an, welche Leistung eine durchschnittliche neu installierte WEA in dem jeweiligen Jahr hatte.
- Im gewichteten Mittel hatten WEA, die in den Jahren 2010 - 2021 errichtet wurden, eine Nennleistung von 2,8 MW.
- Wenn ein linearer Trend für die durchschnittlichen Nennleistungen angenommen wird, ergibt sich für das Jahr 2025 eine Nennleistung von 4,2 MW pro WEA. Im Jahr 2030 wird eine durchschnittliche Nennleistung von 4,9 MW erreicht.
- Für die Berechnung des notwendigen täglichen Zubaus wurden die ermittelten Nennleistungen für die Jahre 2022-2029 als Basis genutzt.

Die Umsetzung des Ausbaupfades für Wind Onshore entspricht einem täglichen Zubau von 5,8 Windenergieanlagen



- Die Umsetzung des Ausbaupfades für Wind Onshore entspricht einem täglichen Zubau von 5,8 Windenergieanlagen (WEA) zwischen 2023 und 2029. Die angenommene Nennleistung der WEA entspricht dem linearen Trend abgebildet auf Seite 8 (z. B. 4,2 MW im Jahr 2025 und 4,9 MW im Jahr 2030). Mögliche Rückbauten sind bereits berücksichtigt, da der Bruttozubau die Basis der Berechnungen ist.
- Bis 2021 wurden im gewichteten Mittel (2010-2021) 3,5 WEA pro Tag errichtet, welche eine Nennleistung von 2,8 MW hatten (eigene Berechnung basierend auf BWE, 2022). Entsprechend muss die Ausbaugeschwindigkeit zukünftig ansteigen um das Ziel von 115 GW zu erreichen.
- Der anfängliche Geschwindigkeitsabfall in den Jahren 2022 und 2023 ist auf die steigende Nennleistung und niedrige Ausbauziele zurückzuführen. Durch die steigende Nennleistung nimmt der notwendige Ausbau an WEA ab 2025 trotz konstanter Ziele ab.

Die Bundesregierung plant 10 GW Elektrolysekapazität bis 2030, die Zielerreichung ist auf Basis der aktuellen Projektpipeline unklar



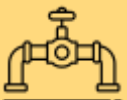
- Wasserstoff soll stofflich und energetisch zur Dekarbonisierung der Wirtschaft beitragen. Dabei soll Wasserstoff vor allem in der Industrie, aber auch in anderen Sektoren genutzt werden. Bereits heute gibt es einen Bedarf an (grauem) Wasserstoff in der chemischen Industrie. Perspektivisch werden weitere Anwendungen, wie die Herstellung von Stahl, die Wärmeversorgung, Mobilitätsanwendungen oder auch die Rückverstromung, den Bedarf erhöhen.



- Zur Bereitstellung von Wasserstoff formuliert die nationale Wasserstoffstrategie ein Ziel von 5 GW installierter Elektrolysekapazität in 2030. Dieses Ziel wurde durch den Koalitionsvertrag auf 10 GW erhöht.



- Die Zielerreichung ist nach aktuellem Stand noch unklar. Für die Datengrundlage der H2-Bilanz 2022 (EWI, 2022) hat das EWI auf Basis der internen PtX-Projektdatenbank bis 2030 einen geplanten Ausbau von 5,6 GW ermittelt.
- Entsprechend ergibt sich eine Differenz von 4,4 GW zwischen dem Ziel der Bundesregierung und den bekannten, national geplanten Projekten zur Erzeugung von Wasserstoff.



- Sollte die installierte Elektrolysekapazität niedriger als geplant ausfallen, hätte dies einen senkenden Effekt auf die Stromnachfrage. Gleichzeitig würde sich jedoch ein größerer Importbedarf für Wasserstoff ergeben.

Installierte Elektrolysekapazität für die Jahre 2022 und 2030

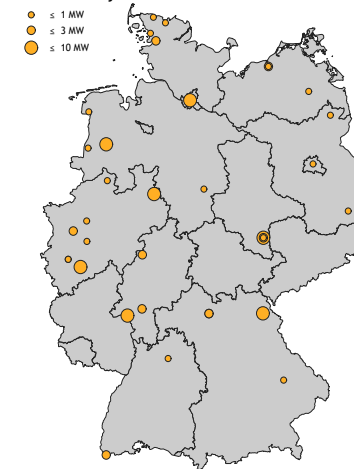
EWI Power-to-X Projektdatenbank

- Übersicht über Wasserstoffprojekte in Deutschland
- Erfasste Daten: Standorte, installierte Leistung, Zeitpunkte für Inbetriebnahme, Baufertigstellung und geplanter Inbetriebnahme
- Kriterien für die Datengrundlage H₂-Bilanz:
 - Zeitpunkte: 07/2022 und 12/2030
 - Daten zu Projekten sind öffentlich verfügbar
 - Informationen zu Projekten sind vollständig
 - Installierte Leistung der Elektrolyseure ist größer als 100 kW

Status	Anzahl Projekte	Installierte Leistung	Durchschnittliche Leistung
2022 in Betrieb	33	~ 65 MW	2 MW
Bis 2030 in Betrieb/Bau/Planung	66	~ 5.607 MW	85 MW (190 MW für Projekte ab 2023)

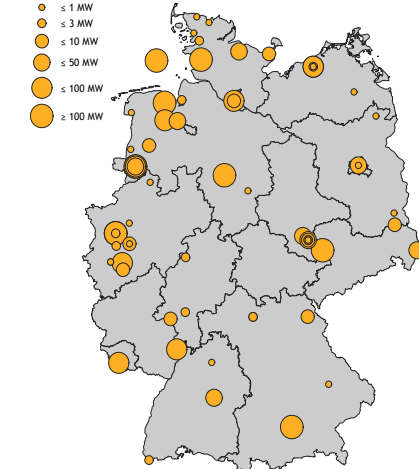
Quelle: EWI (2022), Stand: 07/2022

Power-to-X Projekte bis 2022



2022

Power-to-X Projekte bis 2030

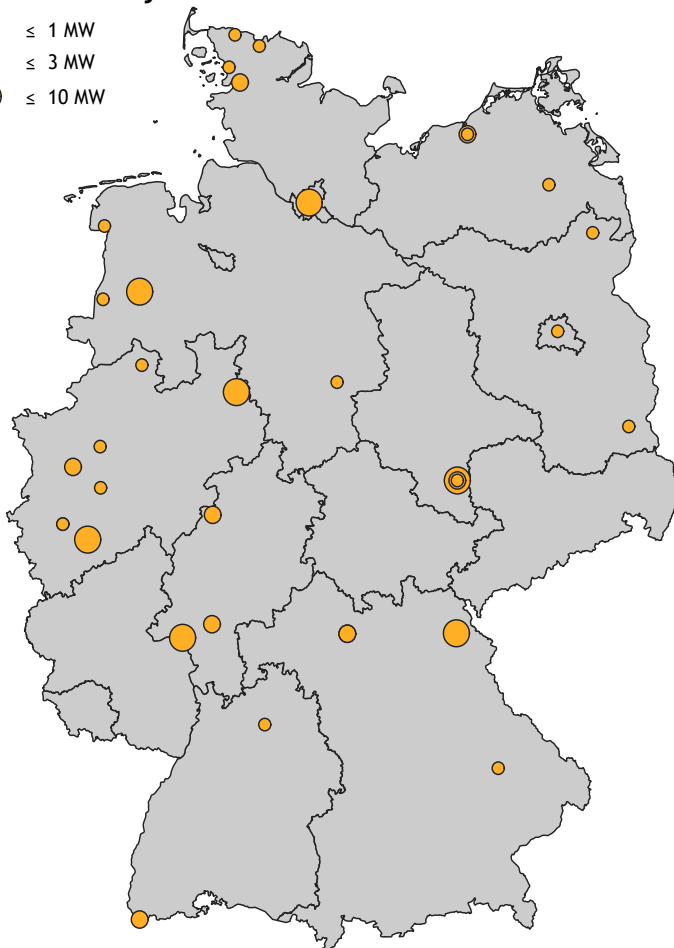


2030

Installierte Elektrolysekapazität für die Jahre 2022 und 2030

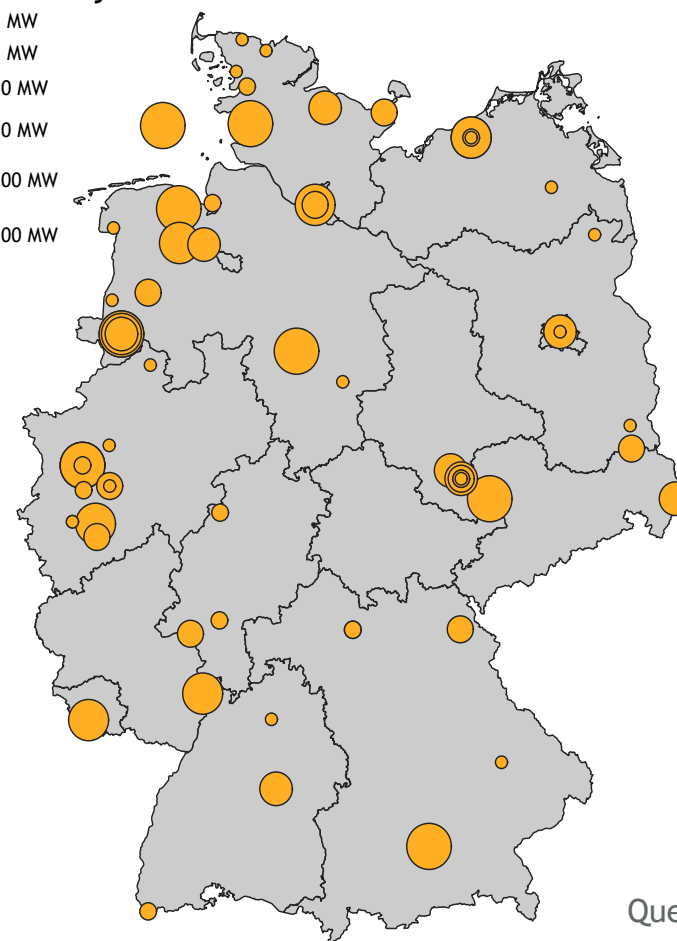
Power-to-X Projekte bis 2022

- ≤ 1 MW
- ≤ 3 MW
- ≤ 10 MW



Power-to-X Projekte bis 2030

- ≤ 1 MW
- ≤ 3 MW
- ≤ 10 MW
- ≤ 50 MW
- ≤ 100 MW
- > 100 MW



Quelle: EWI (2022)

- AGEB (2022) Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2021
- Agora (2021) Klimaneutrales Deutschland 2045
- Ariadne (2021) Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich
- BDI (2022) Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft
- BMWK (2022a) Überblickspapier Osterpaket
- BMWK (2022b) Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, Stand Februar 2022
- Bundesregierung (2019) Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050
- Bundesverband WindEnergie (BWE) (2022) Windenergie in Deutschland - Zahlen und Fakten
- EEG (2022) Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor
- European Commission (2022) European Electrolyser Summit. Brussels, 5 May 2022. Joint Declaration
- EWI (2021a) Auswirkungen des Koalitionsvertrags auf den Stromsektor 2030
- EWI (2021b) dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Klimaneutralität 2045 - Transformation der Verbrauchssektoren und des Energiesystems.
- EWI (2022) Datengrundlage für die H₂-Bilanz 2022
- Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE (2022) - Energy-Charts
- IEA (2022) Electrolysers. <https://www.iea.org/reports/electrolysers>, letzter Zugriff 28.11.2022
- NEP 2030 (2019) Netzentwicklungsplan Strom 2030, Version 2019, Bestätigung des Netzentwicklungsplans Strom für das Zieljahr 2030
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2019) Freiflächensolaranlagen Handlungsleitfaden
- Prognos (2030) Entwicklung des Bruttostromverbrauchs bis 2030. Kurzpapier.
- SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP (2021): Mehr Fortschritt wagen - Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit.

KONTAKT

Tobias Sprenger

tobias.sprenger@ewi.uni-koeln.de

+49 (0)221 650 745 45

Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) gGmbH