



DAS EEG UND TECHNIKEENTWICKLUNG
– PFADE UND PERSPEKTIVEN
ENTWICKLUNGSLINIEN WINDENERGIEANLAGEN

DEUTSCHE
WINDGUARD

25 Jahre Erneuerbare-Energien-Gesetz
02.04.2025 Berlin

TECHNOLOGISCHE TRENDS

Größere Rotoren und höhere Leistung

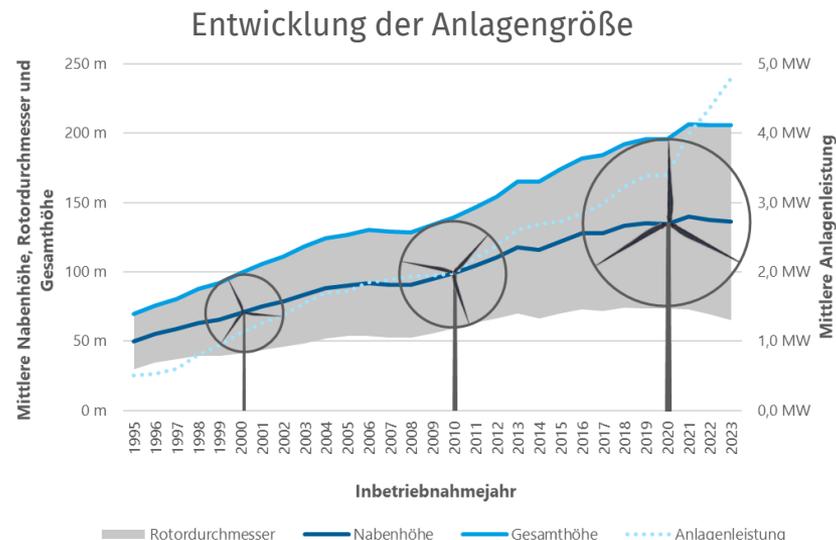
- In Deutschland lag die durchschnittliche Nennleistung neu installierter Windräder 2024 bereits bei über 5,1 MW, mit einer durchschnittlichen Nabenhöhe von 143 m und 146 m Rotordurchmesser
- Prototypen von Offshore-Windenergieanlagen mit bis zu 20 MW und Rotordurchmessern bis 260 m

Effizienzsteigerung durch KI und smarte Steuerung

- Verbesserte Sensorik
- vorausschauende Wartungssysteme (Predictive Maintenance)

Wartungsstrategien und Betriebsführung

- optimierte Betriebsstrategien, Serviceeinsätze z.B. außerhalb windstarker Perioden
- Drohneninspektionen



TECHNOLOGISCHE TRENDS

Materialinnovationen und neue Bauweisen

- Leichtere, robustere und nachhaltigere Komponenten durch Materialinnovationen
- Einsatz von CFK im Rotorblatt
- Beschichtungen gegen Erosion der Rotorblätter
- Hybridtürme

Umwelteinflüsse und Recycling

- Recyclebare Rotorblätter
- 100 % recyclebare WEAs bis 2040?

Verschiedene Konzepte

- Direct-Drive oder Getriebe



Quelle: Bundesverband Windenergie

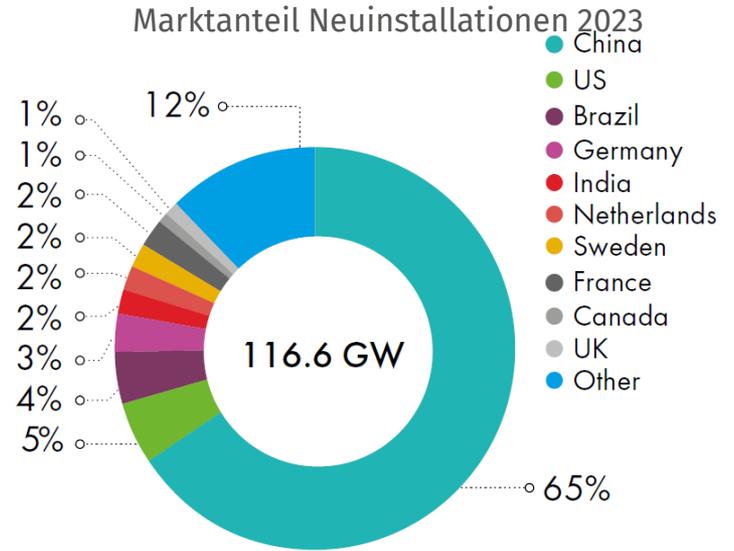
MARKTENTWICKLUNG: CHINA VS. EUROPA

Windmarkt und Ausbau

- Marktdynamik der Onshore-Windenergie unterscheidet sich stark zwischen China und Europa
- China mit Abstand größter Markt für Windenergie (75 GW in 2023)

Herstellerentwicklung

- Starke Konsolidierung westlicher Hersteller
- Unter den TOP 5 sind 4 chinesische Hersteller
- Aktuell rund 14 chinesische Hersteller am Markt
- Hoher Preisdruck für Hersteller in China
- Aktuelle Entwicklungen in Indien

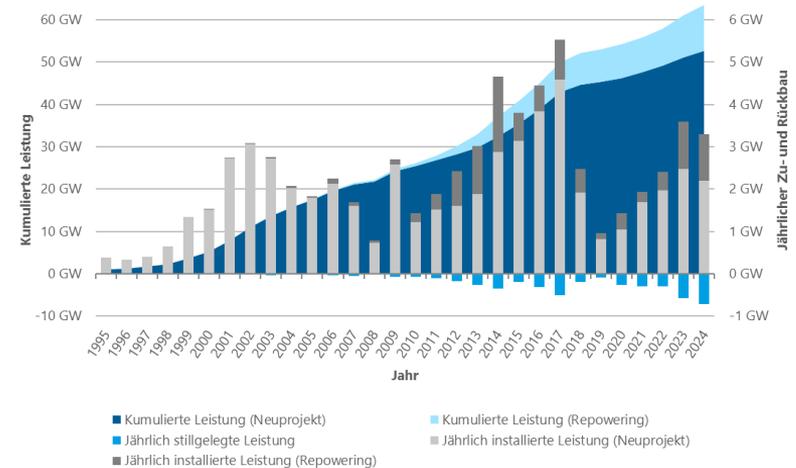


WERTSCHÖPFUNGSKETTE IN DEUTSCHLAND

Produktionsverlagerung

- Markteinbruch ab 2017 hat in Deutschland zur Verlagerung von Fertigungskapazitäten geführt
- Globaler Wettbewerb hat Wertschöpfungsverlagerung in der Windindustrie beschleunigt
- Deutsche Windindustrie hat dadurch an Fertigungstiefe verloren
- Keine Rotorblattproduktion mehr in Deutschland
- Fertigung von anderen Komponenten wie Stahltürmen und Betonturmsegmenten, großen Gussteilen (Naben, Maschinenträger), Getrieben, Generatoren und Leistungselektronik sowie Großlager findet noch in Deutschland statt
- Zusammenbau von Anlagen verschiedener Hersteller findet noch in Deutschland statt

Jährliche Entwicklung der Windenergieleistung



Quelle: Deutsche WindGuard

WERTSCHÖPFUNGSKETTE IN DEUTSCHLAND

Abhängigkeiten in der Lieferkette

- Verbleibenden Produktion im Inland bei kritischen Elementen stark von Importen abhängig (Permanentmagnete, Seltene-Erden)
- Wichtige Elektronikkomponenten werden importiert (Leistungshalbleiter, Steuerplatinen)
- Rohstoffabhängigkeit bei Metallen
- Druck auf deutsche Hersteller durch Local-Content im Ausland

Maßnahmen erforderlich

- Erforderliche Maßnahmen aus Entwicklung der Solarindustrie ableiten
- Resilienz der heimischen Wertschöpfungskette erhöhen
- Nachhaltige Wertschöpfung bei Ausschreibungen berücksichtigen

REGULATORISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Einfluss des EEG

- EEG hat seit 2000 wesentlich den Windenergie-Ausbau gesteuert
- Einspeisetarife für Onshore-Wind sorgten für einen schnellen Ausbau
- Investitionen wurden kalkulierbar und die Windenergie wurde wirtschaftlich attraktiv

Umstellung auf marktorientierte Ausschreibung 2017

- Verringerung der Ausbauziele
- Flächenbegrenzung
- Erhöhte Bürokratie
- Jährlicher Zubau in Deutschland sank insbesondere 2019/20 drastisch

REGULATORISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

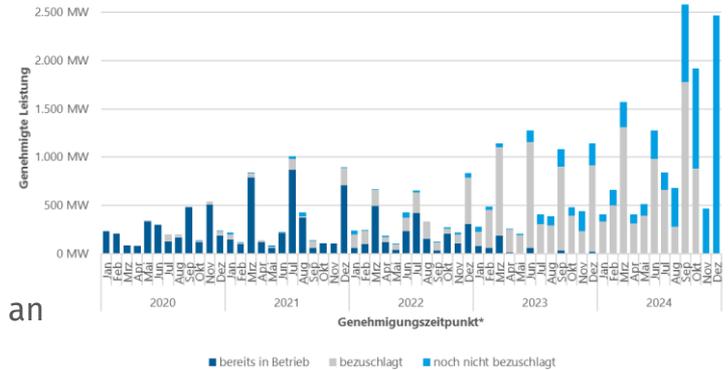
Aktuelle Maßnahmen zur Beschleunigung des Ausbaus

- Ausschreibungsmengen erhöht, Höchstgebotspreise angepasst
- Übert ragender öffentlicher Nutzen von Erneuerbaren Energien
- Erleichterte Genehmigungen
- Überbauung (Mehrfachnutzung) von Netzanschlüssen
- Ergebnis: Genehmigungen und Installationen zogen 2023 deutlich an

EEG als Instrument

- Setzt den Rahmen für die Wirtschaftlichkeit von Windprojekten
- Ausweitung der Windenergienutzung durch standortdifferenzierte Vergütung als Vorbild für andere Länder
- Senkung der Stromgestehungskosten durch Ausbau der Windenergie
- Aktuell ambitionierte Ziele von 115 GW Onshore bis 2030 im EEG
- Entwicklung von Schwerpunkt Marktentwicklung auf Versorgungssicherheit und Industriepolitik

Gemeldete Genehmigungskapazität



* Genehmigungen mit einem aktualisierten Genehmigungsdatum wurden auf den Zeitpunkt der ersten Registrierung im MaStR zurückdatiert.

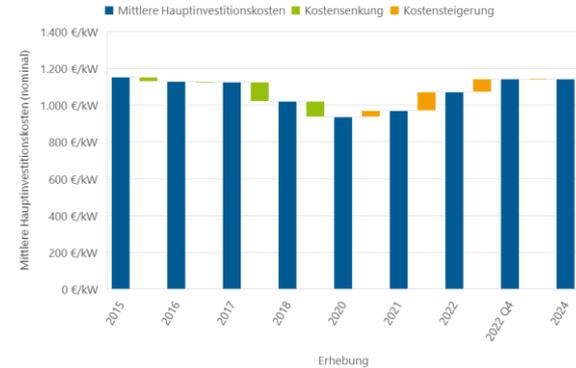
Quelle: Deutsche WindGuard

PREISENTWICKLUNG

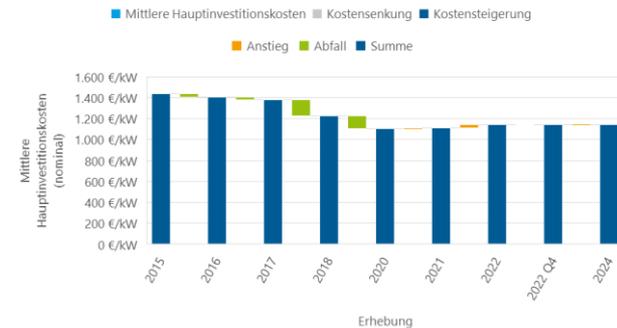
Komponentenkosten im Wandel

- Über Jahrzehnte sinkende Kosten
- Ab 2020 Preisanstieg bei wichtigen Komponenten (z.B. Getriebe und Generatoren)
- 2020 und 2022 Erhöhung der Preise für Rohmaterialien
- Lieferkettenprobleme (Pandemie, Ukraine-Krieg)
- Inflationsbereinigt keine signifikante Erhöhung nach 2020

Entwicklung Hauptinvestitionskosten:



Entwicklung inflationsbereinigt:



Quelle: Deutsche WindGuard

ZUKUNFTSPROGNOSEN BIS 2030

Technologische Entwicklung

- Weiteres Größenwachstum der Anlagen
- Material- und Konstruktionsinnovationen
- Stärkere Integration von KI-Software
- Verbesserte Netzintegration

Markt- und Ausbauprognosen

- Aktuell weltweit installierte Leistung an Onshore-Windenergie (~950 GW in 2023) könnte sich auf 2.000 – 3.000 GW erhöhen (davon 100-120 GW in Deutschland und 320-380 GW in EU)
- China wird weiterhin den weltweiten Zubau dominieren
- Rückbau und Repowering werden an Bedeutung gewinnen
- Bedeutung der Akzeptanz wird weiter ansteigen
- Schnelles Wachstum, technische Verbesserungen und sinkende Kosten machen Wind auch weiterhin zu einer tragenden Säule der Energiewende

DEUTSCHE
WINDGUARD

Dr.-Ing.
Dennis Kruse
Managing Director

 dennis.kruse@windguard.de
 +49 4451 9515 287

Deutsche WindGuard GmbH
Oldenburger Straße 65 A
26316 Varel | Germany

www.windguard.de