



SZENARIEN ZUM DEUTSCHEN OFFSHORE-AUSBAU

André Sack, Stefan Faulstich, Katrin Janssen, Sebastian Pfaffel

Einleitung

Seit Beginn der Überlegungen zum Ausbau der Windenergie auf See existieren verschiedene Szenarien, die eine mögliche Entwicklung der installierten Offshore-Leistung Deutschlands darstellen. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die verschiedenen frühen sowie aktuellen Szenarien und ermöglicht auf Basis des gegenwärtigen Ausbaustands sowie der existierenden Projektpipeline eine Einordnung der Szenarien und die Abschätzung einer künftigen Entwicklung der Offshore-Windenergie in Deutschland.

Frühe Ausbauszenarien

Zu den ersten nennenswerten Ausbauszenarien gehören die beiden Netzstudien der dena. Diese trafen erstmals Prognosen zum Ausbau der Offshore-Windenergie, später folgten verschiedene Studien bzw. Energiekonzepte im Auftrag der Bundesregierung. Grundsätzlich haben sämtliche frühen Szenarien den Offshore-Ausbau in unterschiedlichem Maße überschätzt (siehe Abbildung 1). Gründe hierfür liegen in den Startschwierigkeiten der gesamten Offshore-Branche, ausgelöst z.B. durch Verzögerung der Netzanschlüsse, technische und logistische Probleme oder fehlende wirtschaftliche sowie politische Rahmenbedingungen in den Anfangsjahren.

dena I (2005). Aufgabe der dena I-Netzstudie war die Bestimmung des erforderlichen Netzausbaus sowie der Ausbaukosten infolge eines erhöhten Windenergieausbaus. Der untere Ausbaupfad des dena I-Szenarios basiert auf einer Bewertung des DEWI der zum Stand 2004 bestehenden OWP-Planungen hinsichtlich ihrer Realisierungsfähigkeit. Mögliche Einschränkungen und Verzögerungen werden mit einem pauschalen Abschlag von 20 % berücksichtigt. Der obere Ausbaupfad resultiert aus der Berücksichtigung der Planungen der Landesregierungen der Küstenländer zu den jeweiligen Netzanschlusspunkten. Dies führt zu einer leicht erhöhten Offshore-Kapazität in den Jahren 2007 und 2010, ab 2015 bilden beide Pfade wieder ein gemeinsames Szenario [1].

dena II (2010). Die dena II-Netzstudie als Nachfolgestudie von dena I erwartet „eine um fünf Jahre verzögerte Entwick-

lung des skizzierten Offshore-Windenergieausbaus“ aufgrund von Kapazitätsengpässen in der jungen Windenergiebranche. Das aktualisierte dena II-Szenario berücksichtigt neben den Verzögerungen auch die veränderten rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie den damals aktuellen Planungs- und Genehmigungsstand. Eine modifizierte Prognose reduziert die Angaben für 2015, 2020 und 2025 jeweils um ca. 12,5 % infolge einer vom BMU geäußerten Kritik an der zu optimistischen Ausbauerwartung des ersten Pfads [2].

Nat. Aktionsplan EE (2010). Der „nationale Aktionsplan für erneuerbare Energie“ stellt die von der Bundesregierung erwartete Entwicklung des Ausbaus der EE in Deutschland dar. Zur Umsetzung der EU-Vorgabe eines 18-prozentigen Anteils der EE bis 2020 sind zum Veröffentlichungszeitpunkt bestehende und geplante Maßnahmen enthalten, mit denen dieses Ziel erreicht werden soll. Unter den Annahmen, dass „weitere Installationen relativ zügig ablaufen“ und die energie-wirtschaftlich relevante Nutzung zeitnah beginnt, prognostiziert der Aktionsplan eine installierte Offshore-Leistung von 10 GW bis zum Jahr 2020. Der genannte Zubau sei allerdings nur bei rechtzeitigem Ausbau der nötigen (Netz-)Infrastruktur möglich und stelle eine relativ optimistische Einschätzung dar [3].

Energieszenarien (2010). Die „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“, verfasst von Prognos, GWS und EWI, bilden die Basis für das Energiekonzept der Bundesregierung aus dem Jahr 2010. Grundlegende Annahme der Studie ist die Einhaltung der Vorgaben zur Minderung der Treibhausgasemissionen bis 2050. Dazu werden in vier Szenarien Möglichkeiten zur Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken untersucht. Die Ausbauziele der EE werden in allen Szenarien eingehalten. In den Szenarien I-III wird von 10 GW, im Szenario IV von 7,6 GW installierter Offshore-Kapazität bis 2020 ausgegangen [4].

EWEA (2011). Im Rahmen der „Pure Power“ Berichte veröffentlicht die EWEA Ausbauszenarien der Windenergie in Europa. Diese Szenarien stellen Prognosen für Gesamteuropa auf und weisen für die einzelnen Länder sowohl Onshore- als auch

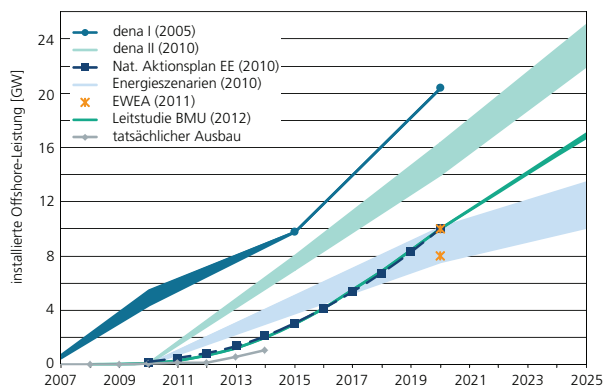


Abbildung 1: Vergleich früher Ausbauszenarien zur Offshore-Windenergie in Deutschland

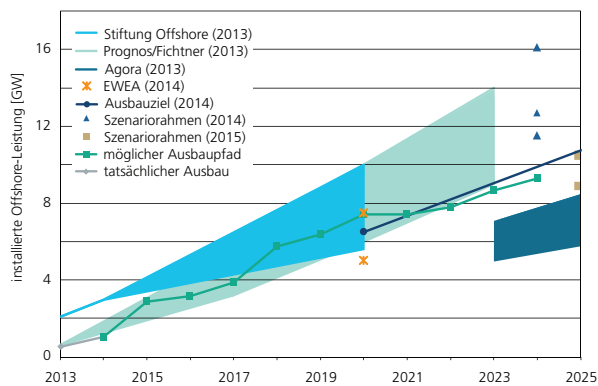


Abbildung 2: Vergleich aktueller Ausbauszenarien zur Offshore-Windenergie in Deutschland

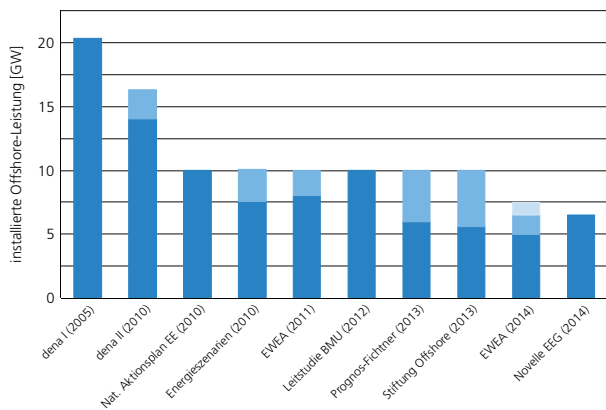


Abbildung 3: Vergleich der Ausbaupfade der installierten Offshore-Leistung für das Jahr 2020

Offshore-Leistung aus. Die EWEA unterscheidet in ihrem Bericht von 2011 zwei Szenarien, welche 8 bzw. 10 GW installierte Offshore-Leistung für Deutschland im Jahr 2020 erwarten [7].

Leitstudie BMU (2012). Die „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der EE in Deutschland“, bekannt als Leitstudie des BMU, wurden von DLR, IWES und IFNE verfasst und beinhalten drei Langfristszenarien bis 2050. Jedes Szenario orientiert sich an der Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80 % ggü. 1990 [5]. Die Szenarien unterscheiden sich hauptsächlich im Verkehrssektor, so dass sie bezüglich der Offshore-Windenergie bis zum Jahr 2020 identisch verlaufen (10 GW) und sich bis 2030 nur eine minimale Abweichung von unter 3 % ergibt [6].

Aktuelle Ausbauszenarien

Seit 2013 wurden weitere Szenarien und Ausbauziele zum Ausbau der Offshore-Windenergie veröffentlicht. Viele Studien verzichten auf die Angabe eines jährlichen Zubaus, einige nutzen einen Zeithorizont von zehn Jahren, während andere das Jahr 2020 als Prognosezeitpunkt heranziehen. Die folgenden Studien berücksichtigen die bereits entstandenen Verzögerungen beim Offshore-Ausbau und liegen daher näher beieinander. Eine nähere Erläuterung des möglichen Ausbaupfads erfolgt unter „Ausblick“.

Prognos/Fichtner (2013). Das Szenario entstammt der Studie „Kostensenkungspotenziale der Offshore-Windenergie in Deutschland“. Es beschreibt bis zum Jahr 2023 einen unteren Ausbaupfad mit moderatem Zubau in einem langfristig stabilen Marktumfeld sowie einen optimistischen oberen Pfad, welchem ein optimales Marktumfeld sowie die Einhaltung der damaligen politischen Zielsetzungen (10 GW bis 2020 [5]) zugrunde liegen. Der laut Autoren wahrscheinlichere untere Ausbaupfad erreicht 6 GW im Jahr 2020 sowie 10 GW bis 2023 [8].

Stiftung Offshore (2013). In einer Studie zu den Chancen und Herausforderungen der maritimen Wirtschaft wurden basierend auf anderen Ausbauszenarien zwei Ausbaupfade entwickelt. Im „ambitionierten“ ersten Ausbaupfad wird das Ausbauziel von 10 GW bis 2020 [5] mit relativ konstantem

Zubau erreicht. Der zweite Ausbaupfad berücksichtigt ungünstigere Rahmenbedingungen, die zum Veröffentlichungszeitpunkt existierende Problematik der Netzanschlussverzögerung und lediglich OWP mit gesichertem Netzanschluss, was einer Kapazität von 5,6 GW bis 2020 entspricht [9].

Agora (2013). In der Agora-Studie zum kostenoptimalen Ausbau der EE werden zwei alternative Ausbaupfade auf Basis des Leitszenarios des NEP 2013 untersucht. Beide Alternativen legen den Fokus auf Onshore-Windenergie als kostengünstigste erneuerbare Energieform. Daraus resultiert ein verringerter Offshore-Ausbaukorridor im Bereich von 5 – 7 GW im Jahr 2023 und von 9 – 14 GW bis 2033. Dem oberen Korridor liegt der Gedanke eines konzentrierten Ausbaus der EE an optimalen Standorten zugrunde, die untere Grenze impliziert dagegen eine verbrauchsnahe Erzeugung und einen lastorientierten EE-Ausbau [10].

EWEA (2014). Dem EWEA-Szenario 2011 folgt 2014 eine aktualisierte Einschätzung. Diese enthält Anpassungen an die veränderten politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie die Berücksichtigung der Verzögerungen im Offshore-Bereich. Drei Teilszenarien geben eine Prognose für die installierte Windenergieleistung im Jahr 2020 ab. Das Zentralszenario deckt sich mit den Ausbauzielen der Bundesregierung von 6,5 GW (s. u.), die anderen beiden Teilszenarien prognostizieren für Deutschland 5 bzw. 7,5 GW [11].

Ausbauziel (2014). Die Bundesregierung hat mit der EEG-Novelle 2014 ihre Offshore-Ausbauziele überarbeitet. Die bisherige Zielsetzung von 10 GW bis 2020 wurde auf 6,5 GW reduziert, während bis 2030 15 GW statt ursprünglich 25 GW erreicht werden sollen (vgl. § 3 EEG) [12].

Szenariorahmen (2014). Der Szenariorahmen bildet die Basis für den jährlichen O-NEP, welcher den notwendigen Ausbaubedarf für das Offshore-Übertragungsnetz bestimmt. Szenario A weist für das Jahr 2024 11,5 GW aus, was der Kapazität sämtlicher bis Ende 2013 vom BSH genehmigter OWP entspricht. Die Annahme von 12,7 GW im Leitszenario B

basiert auf der Leitstudie BMU mit einem Verzögerungszuschlag von zwei Jahren. Szenario C summiert sich aus den Ausbauzielen der Küstenanrainer Mecklenburg-Vorpommern (2,9 GW), Schleswig-Holstein (3 GW) und Niedersachsen (10,2 GW) auf 16,1 GW Offshore-Leistung [13].

Szenariorahmen (2015). Im Januar 2015 genehmigte die BNetzA den aktualisierten Szenariorahmen der ÜNB für den O-NEP 2015. Dieser berücksichtigt die veränderten Zielsetzungen der EEG-Novelle. Szenario A erfüllt die für 2025 gesetzten Ziele eines 40 %-EE-Anteils am Bruttostromverbrauch (vgl. § 1 EEG) mit einem erwarteten Offshore-Ausbauzustand von 8,9 GW, während die anderen Szenarien einen 45 %-EE-Anteil mit 10,5 GW installierter Offshore-Leistung erreichen [14].

Ziele bis 2020

Der Vergleich der Ausbauszenarien für das Jahr 2020 in Abbildung 3 zeigt die zeitliche Entwicklung der Ausbaupfade. Während das dena I-Szenario im Jahr 2005 noch von über 20 GW installierter Leistung ausgegangen ist, lag die dena II-Einschätzung fünf Jahre später zwischen 14 GW und 16,3 GW. Das Ausbauziel der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 i. H. v. 10 GW [5] stellte sich in den folgenden Jahren lediglich als Obergrenze der Szenarien heraus. Abgesehen von der BMU Leitstudie war nach 2010 in allen Szenarien eine absteigende Tendenz der unteren Ausbaupfade erkennbar. So verringerten sich diese über 7,5 GW auf 5 bis 6 GW in den letzten Veröffentlichungen. Die neue Zielsetzung der Bundesregierung von 6,5 GW bis 2020 [12] passt sich diesem Abwärtstrend schlussendlich an.

IST-Situation und Ausblick

Ausbauzustand. Tabelle 1 zeigt, dass zum Ende 2014 in der deutschen Nord- und Ostsee 1044 MW angeschlossen waren. Weitere 1309 MW waren installiert aber nicht an das Netz angeschlossen. Die Inbetriebnahme dieser Kapazität erfolgt voraussichtlich im Laufe des Jahres 2015. Vier OWP befanden sich 2014 im Bau, der Baustart für vier weitere OWP mit bestehender finaler Investitionsentscheidung ist 2015 geplant. Vom BSH waren 2014 zusätzlich 23 OWP mit knapp 7 GW genehm-

Status	Anzahl OWP	Kapazität [MW]
In Betrieb	5	1.044*
Installiert	4	1.309*
In Bau	4	923
Finanziert	4	1.220
Genehmigt	23	6.978
Beantragt	49	18.264
In Planung	45	14.549

* Kapazität ist anlagenscharf und enthält somit WEA aus Parks die teilweise installiert/in Betrieb sind

Tabelle 1: Projektstatus der OWPI/Offshore-Kapazitäten in der deutschen Nord- und Ostsee.

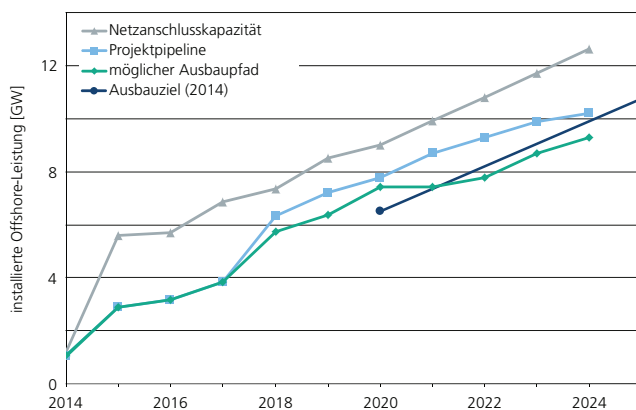


Abbildung 4: Möglicher Ausbaupfad der Offshore-Windenergie in Deutschland

ragt, welche sich um finale Investitionsentscheidungen bzw. Zuweisung von Netzanschlusskapazitäten bemühen. Weitere 49 OWP mit etwa 18 GW liegen beim BSH zur Genehmigung vor, während sich darüber hinaus 45 OWP mit 14,5 GW in einer frühen Planungsphase befinden. Die Kapazitätswerte der künftigen Parks sind ungefähre Angaben nach aktuellem Planungsstand. Weiterhin enthalten die beantragten und in Planung befindlichen OWP teilweise eine Doppelbelegung von Flächen, sodass nicht alle aufgeführten OWP realisiert werden können.

Ausblick. In Abbildung 4 werden basierend auf dem aktuellen Entwicklungsstand abschließend Entwicklungsmöglichkeiten bis zum Jahr 2024 aufgezeigt. Die Obergrenze des Offshore-Ausbaus stellt die **Netzanschlusskapazität** dar, welche durch die ÜNB in den nächsten Jahren errichtet wird. Ohne den Netzanschluss BorWin 4, auf den die BNetzA nach aktuellem Planungsstand verzichten möchte [15], summiert sich die Netzanschlusskapazität im Jahr 2024 auf 12,6 GW [13].

Ein **möglicher Ausbaupfad** kann anhand einer Einschätzung der jeweiligen Projektstadien, unter Zuhilfenahme bisheriger Erfahrungswerte sowie verschiedener Annahmen dargestellt werden. Die Rahmenbedingungen bilden das geplante Inbetriebnahmejahr der entsprechenden Netzanschlüsse sowie die maximal zuweisbare Netzanschlusskapazität nach dem EnWG. Nach § 17d Abs. 3 EnWG ist eine Zuweisung von 6,5 GW Netzanschlusskapazität bis Ende 2020 mit anschließender jährlicher Steigerung der Kapazität um 800 MW möglich. Übergangsweise können nach § 118 Abs. 14 EnWG bis Ende 2017 bereits 7,7 GW vergeben werden [16].

Bis 2014 vergingen nach finaler Investitionsentscheidung durchschnittlich ca. 3,8 Jahre bzw. nach Baustart durchschnittlich ca. 2,3 Jahre bis zur finalen Inbetriebnahme eines OWP. Mit diesen Werten erfolgt eine Prognose des Inbetriebnahmezeitpunktes jener Parks, die sich 2014 in Bau befanden bzw. für die eine finale Investitionsentscheidung vorlag. Vier OWP mit etwa 1240 MW müssen ihre Finanzierung bis zum 01.07.2015 sowie den Baustart bis zum 01.07.2016 nachweisen, sonst soll die

BNetzA die Zusage des Netzanschlusses entziehen (§ 17d Abs. 6 EnWG). Für diese OWP werden eine rechtzeitige Finanzierung sowie der Baustart zum Stichtag angenommen.

Die Darstellung einer möglichen Entwicklung jenseits der bisherigen Annahmen ist mit größeren Unsicherheiten behaftet, da sich die übrigen genehmigten Parks in ungewissen Projektstadien befinden und teilweise keine Netzanschlusszusage besitzen. Für diese OWP wird daher die Beachtung von § 17d Abs. 6 EnWG vorausgesetzt, so dass der Baubeginn spätestens 12 Monate vor der geplanten Inbetriebnahme des jeweiligen Netzanschlusses erfolgt. Einen Sonderfall stellen die Parks aus Cluster 3 mit der Netzanbindung DoIWin 2 dar. Hier werden wegen der begrenzten Leitungskapazität von 1302 genehmigten MW maximal 900 MW in Betrieb gehen können.

Die **Projektpipeline** beinhaltet alle 2014 genehmigten Parks, welche bei Fertigstellung ihrer entsprechenden Netzanschlussleitungen sowie Berücksichtigung deren maximaler Kapazität bei verzögerungsfreiem Verlauf in Betrieb gehen könnten. Zudem wird unterstellt, dass der Baufortschritt aller noch nicht finanzierten Parks unter Berücksichtigung einer Mindestprojektlaufzeit an das Fertigstellungsdatum des entsprechenden Netzanschlusses angepasst wird. Die Zuweisung von Netzanschlusskapazität und der „Ausbaudeckel“ nach §§ 17d und 118 EnWG bleiben unberücksichtigt, daher stellt dieser Ausbaupfad ab 2020 eine rein theoretische Möglichkeit dar.

Abschließend betrachtet erscheint das Erreichen des **Ausbauziels der Bundesregierung** bis 2020 unter den gegebenen Annahmen möglich, setzt aber einen verzögerungsfreien Ausbau und zumindest gleichbleibende Rahmenbedingungen voraus. Bis 2024 ist demnach mit ca. 9,3 GW installierter Anlagenkapazität zu rechnen.

Literaturverzeichnis

- [1] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „dena-Netzstudie: Energie-wirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020,“ Köln, Feb. 2005.
- [2] Deutsche Energie-Agentur GmbH, „dena-Netzstudie II: Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick 2025,“ Berlin, Nov. 2010.
- [3] Deutsche Bundesregierung, „Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen,“ Berlin, 2010.
- [4] Prognos AG, EWI und GWS, „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung,“ Basel/Köln/Osnabrück, Aug. 2010.
- [5] Deutsche Bundesregierung, „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung,“ Berlin, Sep. 2010.
- [6] DLR, Fraunhofer IWES und IFNE, „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global,“ Mrz. 2012.
- [7] European Wind Energy Association, „Pure Power: Wind energy targets for 2020 and 2030,“ Jul. 2011.
- [8] Prognos AG und Fichtner Gruppe, „Kostensenkungspotenziale der Offshore-Windenergie in Deutschland,“ Berlin, Aug. 2013.
- [9] Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE, „Herausarbeitung von Chancen und Herausforderungen für die Hafen- und Werftwirtschaft im Zuge der Offshore-Windenergieentwicklung,“ Jan. 2013.
- [10] Agora Energiewende, „Kostensparender Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland: Ein Vergleich möglicher Strategien für den Ausbau von Wind- und Solarenergie in Deutschland bis 2033,“ Mai. 2013.
- [11] European Wind Energy Association, „Wind energy scenarios for 2020,“ Jul. 2014.
- [12] Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien: EEG 2014, 2014.
- [13] 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH und TransnetBW GmbH, „Netzentwicklungsplan Strom: Offshore-Netzentwicklungsplan 2014, 2. Entwurf,“ Nov. 2014.
- [14] Bundesnetzagentur, „Genehmigung des Szenariorahmens 2025 für die Netzentwicklungsplanung und Offshore-Netzentwicklungsplanung,“ Dez. 2014.
- [15] Oberlandesgericht Düsseldorf, Bundesnetzagentur will auf Stromkabel verzichten - Offshore-Windparkbetreiber befürchten Gewinneinbußen. Düsseldorf, 2014.
- [16] Gesetz über die Elektrizität- und Gasversorgung: EnWG, 2014.