

2017

DEUTSCHE
WINDGUARD

STATUS DES OFFSHORE- WINDENERGIEAUSBAUS IN DEUTSCHLAND

Im Auftrag von:

AGOW
Arbeitsgemeinschaft
Offshore-Windenergie e.V.

 **BWE**
Bundesverband WindEnergie


STIFTUNG
OFFSHORE
WINDENERGIE


VDMA
Power Systems

wab windenergie
agentur

STATUS DES OFFSHORE-WINDENERGIEAUSBAUS

Im Folgenden wird der Ausbauverlauf der Offshore-Windenergie in Deutschland betrachtet. Der Zubau ist eng an die Rahmenbedingungen, wie den Netzausbau und die Ausschreibungsbedingungen, geknüpft. Das Factsheet stellt neben dem aktuellen Status diese Zusammenhänge dar.

ANLAGEN MIT NETZEINSPESUNG

Insgesamt 222 Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) mit einer installierten Leistung von 1.250 MW erreichten im Verlauf des Jahres 2017 die erste Einspeisung ins Netz. Der Großteil dieser Anlagen (201 OWEA mit 1.128 MW) wurde auch im Jahr 2017 errichtet, die übrigen 21 OWEA mit 123 MW stammen aus dem Vorjahr. Zusätzlich zu den Neuinstallationen wurden 2017 Leistungsupgrades an 152 OWEA vorgenommen (davon 13 an OWEA, die 2017 erstmals einspeisten), die sich auf 29 MW summieren. Der Jahreszubau liegt somit insgesamt bei 1.279 MW. Damit ist 2017 das zweitstärkste Jahr seit Beginn der Offshore-

Tabelle 1: Offshore-Windenergieausbau, Stand 31.12.2017

	Status Offshore-Windenergieausbau	Leistung [MW]	Anzahl OWEA
Zubau Jahr 2017	OWEA mit erster Netzeinspeisung	1.250,3	222
	Leistungsänderungen von Bestandsanlagen	28,8	152
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0,0	0
	Fundamente ohne OWEA		126
Kumuliert (31.12.2017)	OWEA mit Netzeinspeisung	5.387,4	1.169
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0,0	0
	Fundamente ohne OWEA		126

Entwicklung in Deutschland und übertrifft die Vorjahreswerte um 55%. Die jährliche Zubauentwicklung sowie der kumulierte Stand sind in Tabelle 1 dargestellt, Abbildung 1 gibt die Entwicklung im

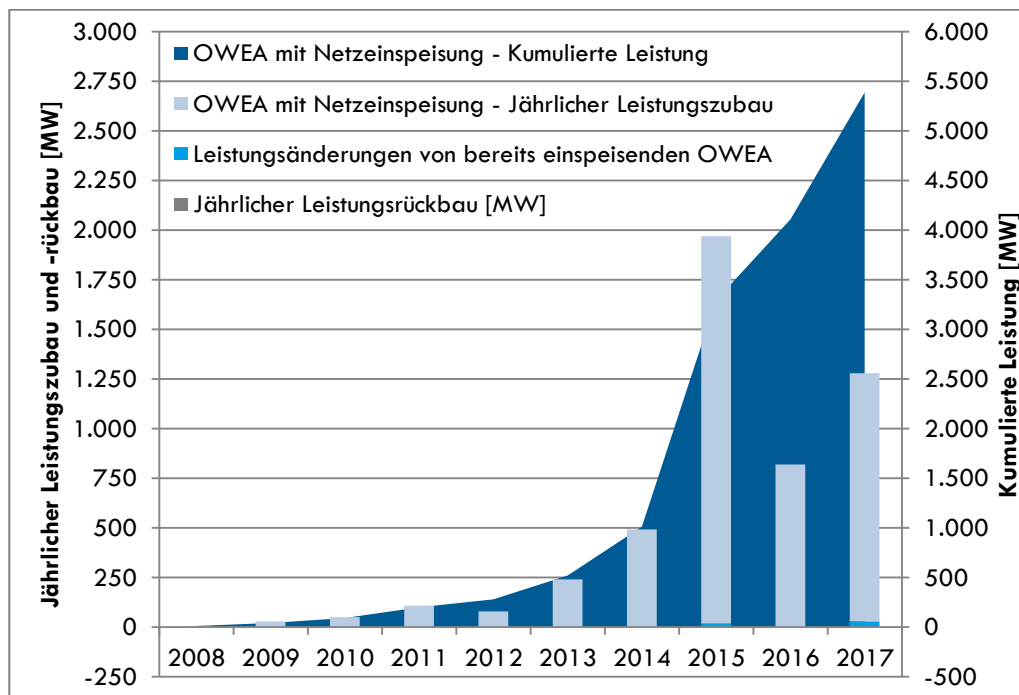


Abbildung 1: Entwicklung der Offshore-Windenergie in Deutschland (Kapazität der OWEA mit Netzeinspeisung), Stand 31.12.2017

Zeitverlauf wieder. Die kumulierte Leistung aller 1.169 in Deutschland einspeisenden OWEA beläuft sich am 31. Dezember 2017 auf 5.387 MW. Gegenüber dem Vorjahresstand erfolgte eine Steigerung der Gesamtleistung um 31%.

INSTALLIERTE ANLAGEN UND FUNDAMENTE

Im Jahr 2017 wurden 201 OWEA mit 1.128 MW errichtet, alle diese Anlagen speisten im Jahresverlauf auch erstmals ein. Ebenso konnten die im Vorjahr errichteten und zum Ende 2016 noch nicht einspeisenden OWEA vor dem 31. Dezember 2017 in Betrieb genommen werden. Somit sind zum Jahresende 2017 keine weiteren OWEA in Deutschland installiert, die noch nicht ins Netz eingespeist haben.

Jedoch wurden seit dem 1. Januar 2017 129 Fundamente errichtet, von denen zum Jahresende nur drei mit einer mittlerweile einspeisenden OWEA bebaut wurden. Aus dem Vorjahr sind keine freien Fundamente mehr vorhanden, somit sind mit Stand Ende Dezember 2017 insgesamt 126 Fundamente für die Anlagenerrichtung vorbereitet.

FUNDAMENTTYPEN

Hinsichtlich der im Jahr 2017 installierten Fundamenttypen setzt sich der Trend zu Monopiles als am häufigsten verwendeter Fundamenttypen fort. Monopiles machen mit 98% (126 der insgesamt 129 Fundamente) den Großteil der im Jahresverlauf errichteten Fundamente aus, nur drei der neu errichteten

Gründungsstrukturen sind Jackets. Damit entfällt auch bei der kumulierten Betrachtung des Bestands mit 71% der größte Anteil der Fundamente auf Monopiles. Jackets stellen 13% der Gründungsstrukturen, weitere 10% entfallen auf Tripods. Tripiles wurden in 6% der Fälle als Fundament verwendet.

Weitere Fundamenttypen wurden in Deutschland noch nicht in signifikanter Anzahl verwendet. Die Verteilung der jährlich installierten Fundamenttypen kann Abbildung 2 entnommen werden.

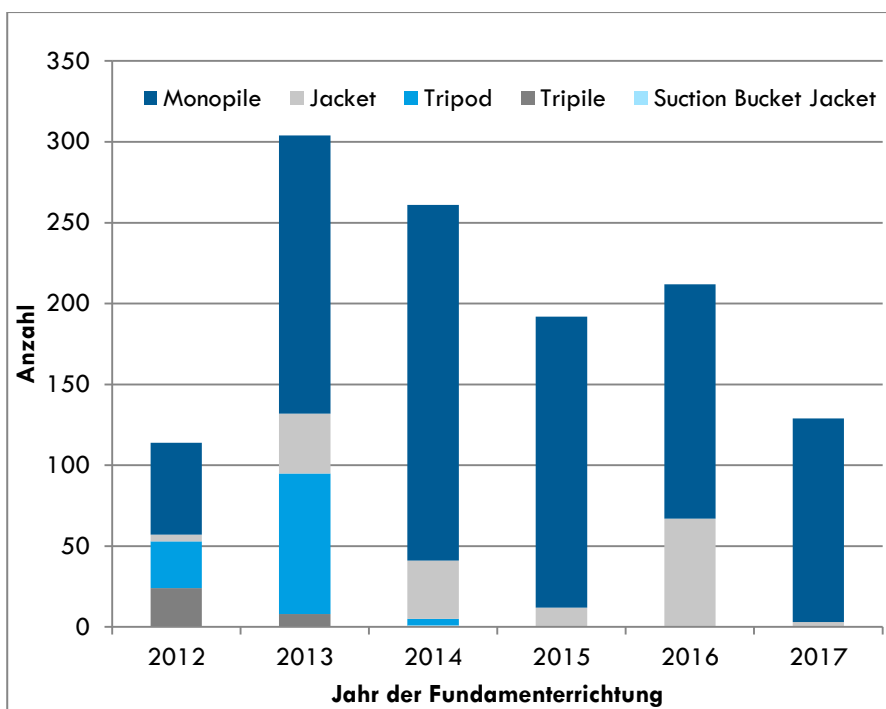


Abbildung 2: Verwendete Fundamenttypen im Zeitverlauf, Stand 31.12.2017

ANLAGENKONFIGURATION

Die im Jahr 2017 errichteten OWEA mit erster Netzeinspeisung verfügen im Durchschnitt über eine Leistung von 5.644 kW. Damit stieg die durchschnittliche Leistung im Vergleich zu den im Vorjahr erstmals einspeisenden OWEA um 6%. Der durchschnittliche Rotormesser liegt 2017 bei 138 m. Die mittlere Nabenhöhe der 2017 in Betrieb genommenen Anlagen erreicht einen Wert von 96 m. Die Werte sind damit im Vergleich zu den Vorjahreswerten um 5% bzw. 8% gesunken. Resultierend

Tabelle 2: Durchschnittliche Anlagenkonfiguration von OWEA mit Netzeinspeisung, Stand 31.12.2017

Durchschnittliche Anlagenkonfiguration von OWEA mit Netzeinspeisung	Zubau 2017	Kumuliert (31.12.2017)
Durchschnittliche Anlagenleistung (inkl. Upgrades)	5.644 kW	4.609 kW
Durchschnittlicher Rotordurchmesser	138 m	126 m
Durchschnittliche Nabenhöhe	96 m	92 m
Durchschnittliche spezifische Flächenleistung	387 W/m ²	369 W/m ²

aus der Leistungssteigerung und der Reduktion des Rotordurchmessers ergibt sich ein Anstieg der mittleren spezifischen Flächenleistung der neu einspeisenden OWEA um 21% gegenüber dem Vorjahreswert auf 387 W/m².

Die mittlere Nennleistung aller einspeisenden OWEA in Deutschland beträgt Ende 2017 4.609 kW. Der Rotordurchmesser beträgt durchschnittlich 126 m, die Nabenhöhe 92 m. Im Mittel weisen die bis 2017 errichteten OWEA eine spezifische Flächenleistung von 369 W/m² auf.

WASSERTIEFE UND KÜSTENENTFERNUNG

Die durchschnittliche Wassertiefe, in der die im Jahr 2017 neu einspeisenden OWEA installiert sind, beträgt 33 m. Der Vorjahreswert wird damit um 10% übertroffen. Die Entfernung zur Küste beträgt durchschnittlich 74 km. Damit liegen die 2017 erstmals einspeisenden OWEA 9% weiter von der Küste entfernt als die Anlagen, die in 2016 zum ersten Mal einspeisen.

Insgesamt betrachtet liegen die in Deutschland einspeisenden OWEA im Mittel 64 km vor der Küste und sind in einer durchschnittlichen Wassertiefe von 29 m errichtet. Die Wassertiefe und Küstenentfernung von Bestandsprojekten, 2017 in der Umsetzung befindlichen Projekten (2017 fertiggestellt oder im Bau) sowie Projekten mit vorliegender Investitionsentscheidung ist in Abbildung 3 dargestellt.

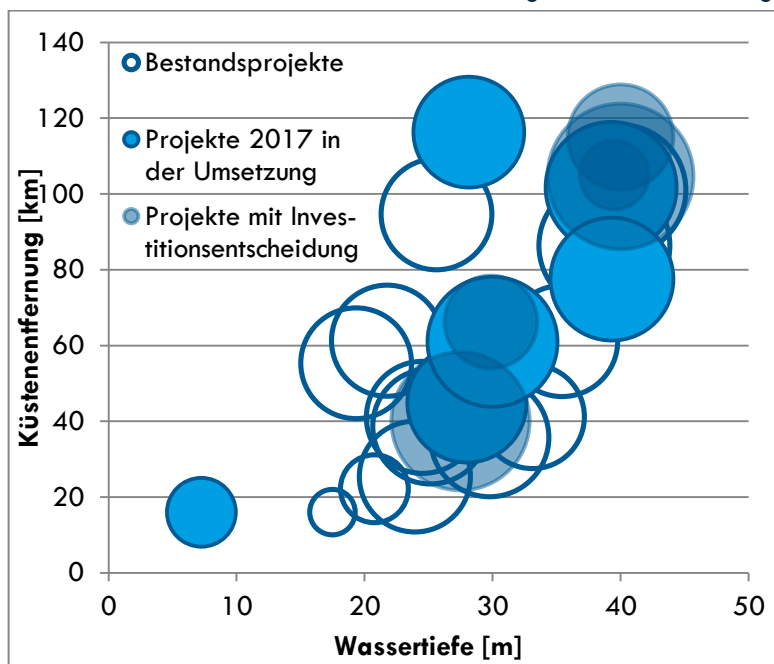


Abbildung 3: Wassertiefe und Küstenentfernung, Stand 31.12.2017

VERTEILUNG AUF NORD- UND OSTSEE

Tabelle 3 zeigt die Verteilung der Inbetriebnahme- und Installations-Aktivitäten auf die Nord- und Ostsee für das Jahr 2017 sowie kumuliert. Von den 222 im Jahr 2017 erstmals einspeisenden OWEA befinden sich 152 in der Nord- und 70 in der Ostsee. Dies entspricht einer zugebauten Leistung von 897 bzw. 354 MW. Während im Vorjahr keine OWEA in der Ostsee die erste Einspeisung erreichte, schreitet der Zubau in der Nordsee vergleichsweise konstant voran. Die 2017 durchgeführten Leistungsupgrades in Höhe von 29 MW wurden ausschließlich an OWEA in der Nordsee durchgeführt. Zum Ende des Jahres 2017 stehen 66 Fundamente in der Nord- und 60 Fundamente in der Ostsee für die Anlagenerrichtung bereit. Insgesamt entfällt ein Anteil von 87% aller bis zum Jahresende 2017 einspeisenden OWEA auf die Nordsee sowie 13% auf die Ostsee.

Tabelle 3: Ausbauverteilung auf Nord- und Ostsee, Stand 31.12.2017

Regionale Verteilung		Nordsee		Ostsee	
		Leistung [MW]	Anzahl OWEA	Leistung [MW]	Anzahl OWEA
Zubau Jahr 2017	OWEA mit Netzeinspeisung	896,8	152	353,5	70
	Leistungsänderungen	28,8	152	0,0	0
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0,0	0	0,0	0
	Fundamente ohne OWEA		66		60
Kumuliert (31.12.2017)	OWEA mit Netzeinspeisung	4.695,1	997	692,3	172
	Installierte OWEA ohne Netzeinspeisung	0,0	0	0,0	0
	Fundamente ohne OWEA		66		60

VERTEILUNG AUF DIE BUNDESLÄNDER

Die auf See installierte Leistung lässt sich den Küstenbundesländern anhand der Netzanschlusspunkte der jeweils angeschlossenen Offshore-Windenergieprojekte (OWP) zuordnen. Nachdem im Jahr 2017 in allen drei Küstenbundesländern neue OWEA einspeisen, verändert sich die Verteilung der Gesamtleistung auf die betreffenden Bundesländer, wie in Abbildung 4 dargestellt. Mit 2.922 MW entfällt zum Ende des Jahres 2017 ein Anteil von 54% auf Niedersachsen. An Schleswig-Holstein ist eine Leistung von 1.778 MW angeschlossen. Dies entspricht einem Anteil von 33%. In Mecklenburg-Vorpommern sind zum 31. Dezember 2017 692 MW angeschlossen und in Betrieb. Damit ist an das Bundesland mit 13% ein deutlich kleinerer Anteil der Gesamtleistung angeschlossen.

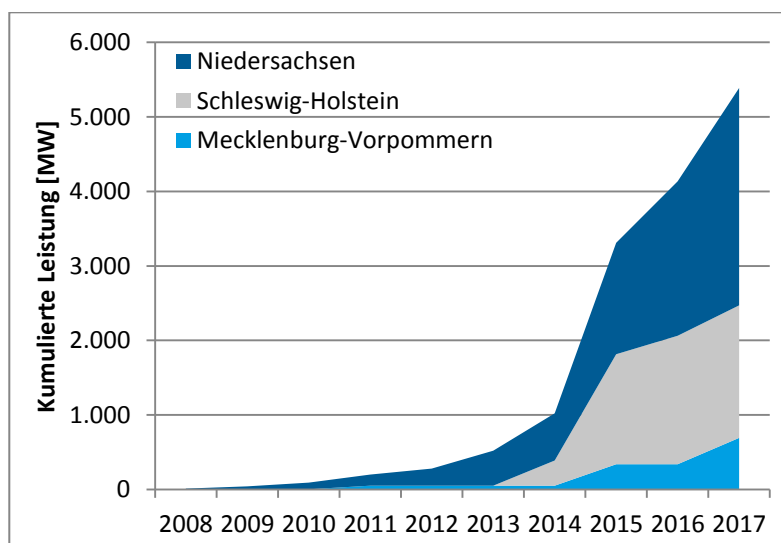


Abbildung 4: Verteilung der kumulierten Leistung der OWEA mit Einspeisung auf Bundesländer, Stand 31.12.2017

OFFSHORE-WINDENERGIEPROJEKTE – AKTIVITÄTEN IM JAHR 2017

Im Jahresverlauf 2017 konnte in fünf OWP die Einspeisung aller Anlagen verzeichnet werden. Während Sandbank (anteilige Inbetriebnahme bereits 2016) und Veja Mate bereits im ersten Halbjahr in Betrieb gingen, folgten in der zweiten Jahreshälfte die Projekte Nordsee One, Nordergründe und Wikinger. Ende 2017 befinden sich somit 20 OWP in Deutschland in der Betriebsphase. Zwei OWP, Merkur Offshore und Arkona, befinden sich aktuell in der Bauphase. In beiden Projekten laufen zum Jahreswechsel die Arbeiten an den Transition Pieces der im Jahresverlauf 2017 installierten Fundamente.

Eine finale Investitionsentscheidung liegt für fünf OWP vor: Borkum Riffgrund 2, Trianel Windpark Borkum II, Deutsche Bucht, EnBW Hohe See und Albatros planen die Fundamentinstallation Anfang 2018 zu beginnen. Weiterhin verfügen drei weitere OWEA (GICON SOF und zwei Pilotanlagen in der Nordsee) über eine Netzanbindungszusage, jedoch keine finale Investitionsentscheidung. In der ersten Ausschreibungsrunde im April 2017 wurden zudem vier OWP bezuschlagt und haben sich somit den Anspruch auf Netzanbindungskapazität gesichert: die OWP Borkum Riffgrund West II, Gode Wind 3, OWP West und EnBW He Dreht werden jedoch voraussichtlich nicht vor 2024/25 fertiggestellt werden. Eine Übersicht über den Status und die geografische Einordnung der beschriebenen OWP bietet Abbildung 5.



Abbildung 5: Vollständig/teilweise einspeisende und in Bau befindliche OWP sowie OWP mit Investitionsentscheidung, Netzanbindungszusage oder Zuschlag im Ausschreibungssystem, Stand 31.12.2017

Die Daten wurden mittels einer Abfrage bei Branchenakteuren erhoben sowie durch weitere Recherchen (u.a. bei BNetzA, BSH, ONEP) ermittelt.

Bei den Angaben handelt es sich teilweise um gerundete Werte. Bei ihrer Addition kann es daher zu geringen Abweichungen kommen.

Im Auftrag von:

AGOW
Arbeitsgemeinschaft
Offshore-Windenergie e.V.

BWE
Bundesverband WindEnergie

OFFSHORE
WINDENERGIE

VDMA
Power Systems

wab
windenergie
verbund

ÜBERSICHT DER WEITEREN BEREITSTELLUNG VON NETZANSCHLUSSKAPAZITÄTEN

Zum Ende des Jahres 2017 steht eine Netzanbindungskapazität von etwa 5,7 GW in der deutschen Nord- und Ostsee für Offshore-Windprojekte zur Verfügung. Weiterhin befinden sich weitere 2,6 GW in Bauvorbereitung bzw. im Bau, die bis Ende 2019 fertiggestellt werden sollen. Für OWP, die in den Jahren 2021 bis 2025 in Betrieb gehen sollen, sind zusätzliche Netzananschlusskapazitäten von insgesamt bis zu 4,4 GW vorgesehen, die durch im Übergangssystem ausgeschriebene Leistung jedoch nicht vollständig ausgeschöpft werden können. Weitere Netzanbindungen, die nach 2025 realisiert werden sollen, sind für Projekte aus dem zentralen Ausschreibungssystem vorgesehen.

Die Netzanbindungskapazität ist bereits teilweise an OWP vergeben, die entweder vor Einführung der Ausschreibungen eine Netzanbindungszusage erhalten haben oder in der ersten Ausschreibungsrunde bezuschlagt wurden. Die verbleibende freie Kapazität ist für die zweite Ausschreibung relevant und in Tabelle 4 neben weiteren Informationen zu bestehenden und vorgesehenen Netzanbindungen hervor-gehoben.

Tabelle 4: Bestehende und geplante Netzanbindungen (bis zum Konverter bzw. Bündelungspunkt) in der Nord- und Ostsee [Quelle: O-NEP 2030 (2. Entwurf und Bestätigung), eigene Recherche], Stand 31.12.2017

Netzanbindung	Status	(Gepl.) IB-Jahr	Kapazität [MW]	Cluster	Relevanz für zweite Ausschreibung
Nordsee					
Nearshore Emden	In Betrieb	2004	4,5		nein
NOR-2-1 (Alpha Ventus)	In Betrieb	2009	62	2	nein
NOR-6-1 (BorWin1)	In Betrieb	2010	400	6	nein
NOR-0-1 (Riffgat)	In Betrieb	2014	113		nein
NOR-2-2 (DolWin1)	In Betrieb	2015	800	2	ja (88 MW)
NOR-4-1 (HelWin1)	In Betrieb	2015	576	4	nein
NOR-4-2 (HelWin2)	In Betrieb	2015	690	4	ja (387 MW)
NOR-5-1 (SylWin1)	In Betrieb	2015	864	5	nein
NOR-6-2 (BorWin2)	In Betrieb	2015	800	6 und 8	ja (14,4 MW)
NOR-3-1 (DolWin2)	In Betrieb	2016	916	3	nein
NOR-0-2 (Nordergründe)	In Betrieb	2017	111		nein
NOR-2-3 (DolWin3)	In Bau/Bauvorbereitungen	2018	900	2	ja (50 MW)
NOR-8-1 (BorWin3)	In Bau/Bauvorbereitungen	2019	900	8	nein
NOR-3-3 (DolWin6)	Genehmigt	2023	900	3	ja (790 MW)
NOR-1-1 (DolWin5)	Im Genehmigungsverfahren	2024	900	1	ja (420 MW)
NOR-5-2 (SylWin2)	Im Genehmigungsverfahren	2025	max. 900	5	ja (900 MW)
NOR-7-1 (BorWin5)	Im Genehmigungsverfahren	2025	900	7	nein
NOR-3-2 (DolWin4)	Bestätigt	2028	900	3	nein
NOR-7-2 (BorWin6)	Bestätigt	2030	900	6 und 7	nein
NOR-6-3 (BorWin4)	Geplant, nicht bestätigt	2030	900	6	nein
NOR-13-1	Geplant	2034	900	13	nein
NOR-11-1	Geplant	2035	900	11	nein
Ostsee					
Nearshore Rostock	In Betrieb	2006	2,5		nein
OST-3-1 (Baltic I)	In Betrieb	2011	51	6	nein
OST-3-2 (Baltic II)	In Betrieb	2015	288	3	nein
OST-1-1 (Ostwind 1)	In Bau/Bauvorbereitungen	2018	250	1	nein
OST-1-2 (Ostwind 1)	Testbetrieb	2019	250	1	nein
OST-1-3 (Ostwind 1)	In Bau/Bauvorbereitungen	2019	250	1	ja (15 MW)
OST-2-1	Genehmigt	2021	250	1, 2 und 4	ja (250 MW)
OST-2-2	Genehmigt	2021	250	1, 2 und 4	ja (250 MW)
OST-2-3	Genehmigt	2022	250	1, 2 und 4	ja (250 MW)
OST-2-4	Bestätigt	2027	900	1, 2 und 4	nein
OST-6-1 (vormals OST-3-3)	Bestätigt	2029	750	6	nein
OST-3-4	Geplant	2031	750	3, 6 oder 8	nein
OST-5-1	Geplant	2033	500	5 oder 7	nein

Die Daten wurden mittels einer Abfrage bei Branchenakteuren erhoben sowie durch weitere Recherchen (u.a. bei BNetzA, BSH, ONEP) ermittelt.

Bei den Angaben handelt es sich teilweise um gerundete Werte. Bei ihrer Addition kann es daher zu geringen Abweichungen kommen.

Im Auftrag von:



AUSSCHREIBUNGEN FÜR WINDENERGIE AUF SEE

Zurzeit finden die Ausschreibungsrunden des Übergangssystems statt. In der ersten Ausschreibungsrunde wurden vier Projekte bezuschlagt, die sich allesamt in der Nordsee befinden und in den Jahren 2024 und 2025 in Betrieb genommen werden sollen: Borkum Riffgrund West II, OWP West, Gode Wind 3 und EnBW He Dreiht umfassen zusammen 1.490 MW. In der zweiten, im kommenden April anstehenden Ausschreibungsrunde, sollen 1.610 MW bezuschlagt werden, von denen sich mindestens 500 MW in der Ostsee befinden müssen. Zur Teilnahme an der zweiten Ausschreibungsrunde sind ausschließlich Projekte innerhalb des Küstenmeeres sowie der Cluster der Zonen 1 und 2 berechtigt, die bereits vor dem 1. August 2016 genehmigt oder erörtert wurden.

Informationen zu den vier bereits bezuschlagten und den 19 in der zweiten Runde teilnahmeberechtigten OWP können Tabelle 5 entnommen werden. Weiterhin ist dargestellt, um welche zur Verfügung stehende, freie Netzkapazität die teilnahmeberechtigten Projekte im jeweiligen Cluster zusätzlich zu der Beschränkung des Gesamtvolumens im Wettbewerb stehen.

Tabelle 5: Genehmigte und erörterte Projekte in der Nord- und Ostsee [Quelle: BSH, BNetzA, eigene Recherche], Stand 31.12.2017

Zone	Cluster	Projekt	Vorhabensträger	Status (bezuschlagte Kapazität)	Freie Netz- anschluss- kapazität
Nordsee					
1	1	OWP West	Northern Energy OWP West GmbH	Bezuschlagt (240 MW)	420 MW
		Borkum Riffgrund West II	Ørsted Borkum Riffgrund West II GmbH	Bezuschlagt (240 MW)	
		Borkum Riffgrund West I	Ørsted Borkum Riffgrund West I GmbH	Genehmigt	
	3	Gode Wind 3	Gode Wind 03 GmbH	Bezuschlagt (110 MW)	790 MW
		OWP Delta Nordsee 1	OWP Delta Nordsee GmbH	Genehmigt	
		OWP Delta Nordsee 2	OWP Delta Nordsee GmbH	Genehmigt	
		Gode Wind 04	Gode Wind 04 GmbH	Genehmigt	
		Nordsee Two	Nordsee Two GmbH	Genehmigt	
		Nordsee Three	Nordsee Three GmbH	Genehmigt	
	4	KASKASI II	innogy Kaskasi GmbH	Erörtert	387 MW
2	5	Nördlicher Grund	Nördlicher Grund GmbH	Genehmigt	max. 900 MW
		Nördlicher Grund - Teil Sandbank	Vattenfall Europe Windkraft GmbH	Genehmigt	
	6	Atlantis I	Vattenfall Atlantis 1 und Global Tech 2 Offshore Wind GmbH	Erörtert	14,4 MW
	7	EnBW He Dreiht	EnBW He Dreiht GmbH	Bezuschlagt (900 MW)	0 MW
		Global Tech II	Vattenfall Atlantis 1 und Global Tech 2 Offshore Wind GmbH	Erörtert	
Ostsee					
1	1	Adlergrund 500	Adlergrund 500 GmbH	Erörtert	15 MW (ausschließlich Cluster 1) und 750 MW (Clusterüber- greifende Netzanbindung)
		Adlergrund GAP	BEC Energie Consult GmbH	Erörtert	
		Wikinger Nord	Iberdrola Renovables Offshore Deutschland GmbH	Erörtert	
		Wikinger Süd	Iberdrola Renovables Offshore Deutschland GmbH	Erörtert	
		Windanker	Iberdrola Renovables Deutschland GmbH	Erörtert	
	2	Baltic Eagle	Baltic Eagle GmbH	Erörtert	
		Ostseeschatz	Financial Insurance GmbH	Erörtert	
	4	ARCADIS OST 1	KNK Wind GmbH	Genehmigt	

Die Daten wurden mittels einer Abfrage bei Branchenakteuren erhoben sowie durch weitere Recherchen (u.a. bei BNetzA, BSH, ONEP) ermittelt.

Bei den Angaben handelt es sich teilweise um gerundete Werte. Bei ihrer Addition kann es daher zu geringen Abweichungen kommen.

Im Auftrag von:

AGOW
Informations-
Offshore-Windenergie e.V.

BWE
Bundesverband Windenergie

OFFSHORE
WINDENERGIE

VDMA
Power Systems

wab
windenergie
zentral

ERREICHUNG DES AUSBAUZIELS UND ZUGEWIESENE NETZANSCHLUSSKAPAZITÄT

In Abbildung 6 wird der Status der Entwicklung des Leistungszubaus bis zum Jahr 2025 zum 31. Dezember 2017 dargestellt. Zu den zum Stichtag bereits einspeisenden 5,4 GW Leistung befinden sich 0,8 GW im Bau. Für weitere 1,5 GW Leistung wurde bereits eine Investitionsentscheidung getroffen. Über eine Netzanbindungszusage verfügen zusätzliche 0,02 GW. Bis 2020 wird die in Betrieb befindliche Gesamtleistung voraussichtlich 7,7 GW betragen. Damit würde das im EEG 2014 gesetzte Zubauziel von 6,5 GW bis zum Jahr 2020 um rund 18% übertroffen.

In der ersten Ausschreibungsrunde für die Windenergie auf See wurden Projekte mit einer Leistung von 1,5 GW bezuschlagt. Weitere 1,6 GW sollen in der zweiten Ausschreibungsrunde im April 2018 vergeben werden. Die in diesem Rahmen bezuschlagten Projekte sollen zu einem Leistungszubau von 3,1 GW zwischen 2021 und 2025 führen. Insgesamt wird demnach voraussichtlich eine kumulierte Leistung von 10,8 GW bis zum Jahr 2025 erreicht.

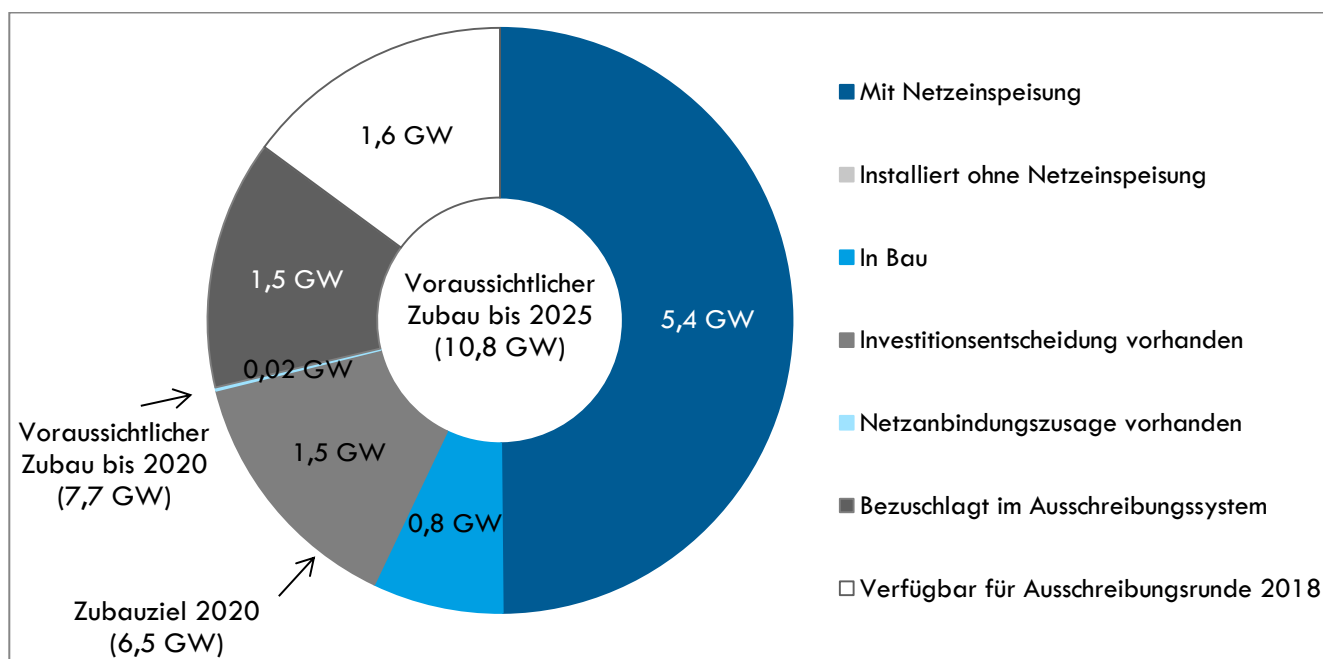


Abbildung 6: Entwicklungsstatus der Offshore-Leistung mit geplantem Zubau bis 2025, Stand 31.12.2017

Datenerhebung und Bearbeitung:

Deutsche WindGuard GmbH
 Silke Lüers
 Anna-Kathrin Wallasch
 Kerstin Vogelsang
www.windguard.de