



Tausend Windenergie- anlagen mit Zuschlag aus der Ausschreibung in Betrieb

Tausend Windenergie- anlagen mit Zuschlag aus der Ausschreibung in Betrieb

Jürgen Quentin

Herausgegeben von der Fachagentur Windenergie an Land e.V.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Zusammenfassung.....	5
1 Die ersten tausend Inbetriebnahmen aus der Ausschreibung	6
1.1 Regionale Verteilung.....	6
1.2 Realisierungsdauer.....	10
1.3 Repowering-Anteile.....	11
1.4 Technische Anlagenspezifika	12
1.4.1 Anlagenhöhe und Rotordurchmesser	12
1.4.2 Generatorleistung	13
1.4.3 Ertragseinschätzung	13
1.4.4 Nachträgliche Änderungen von Anlagenspezifika.....	14
1.5 Anlagenmodelle und Herstelleranteile.....	15
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	17
Impressum.....	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Landkreise, in denen die ersten tausend Windenergieanlagen mit Zuschlag realisiert wurden	8
Abbildung 2: Bezuschlagte und davon in 1.000 Anlagen realisierte Windenergieleistung	9
Abbildung 3: Zuschlagswerte der Ausschreibungsrunden, aus denen bis dato Anlagen in Betrieb gingen	9
Abbildung 4: Mittlere Realisierungsdauer von der Genehmigung bis zur Inbetriebnahme der Windturbinen	10
Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung des Realisierungszeitraums von Windenergieanlagen mit Zuschlag.....	10
Abbildung 6: Entwicklung der durchschnittlichen Generatorleistung bei Neuanlagen seit 2015	13
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung des prognostizierten Gütefaktors der Windenergieanlagen mit Zuschlag.....	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bezuschlagte Windenergieanlagen mit und ohne Inbetriebnahme	7
Tabelle 2: Im Rahmen eines Repowering realisierte Windenergieanlagen mit Zuschlag.....	11
Tabelle 3: Anlagenhöhen und Rotordurchmesser der realisierten Windenergieanlagen mit Zuschlag	12
Tabelle 4: Windenergieanlagen mit Zuschlag, die bis zur Realisierung geändert wurden	14
Tabelle 5: Häufig realisierte Anlagenmodelle mit Vergütungszusage aus der Ausschreibung.....	15
Tabelle 6: Herstelleranteile an den ersten tausend Anlageninbetriebnahmen mit Zuschlag	16

Zusammenfassung

Viereinhalb Jahre nach Einführung des Ausschreibungssystems zur Ermittlung der Vergütungshöhe für Strom aus Windenergieanlagen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ging die eintausendste Windenergieanlage (WEA) mit Zuschlag aus der Ausschreibung in Betrieb. Diese Wegmarke nehmen wir zum Anlass für eine Zwischenanalyse. Insbesondere wollen wir aufzeigen, wo welche Anlagenmodelle ans Netz gingen.

Über die Hälfte der tausend Anlagen stehen in drei Bundesländern

Von den tausend realisierten Windturbinen mit Ausschreibungszuschlag steht mehr als die Hälfte in Nordrhein-Westfalen (175 WEA), Brandenburg (173 WEA) und Niedersachsen (172 WEA). Auf der Landkreis Ebene gingen die meisten der tausend Windräder in Nordfriesland (50 WEA; Schleswig-Holstein), der Uckermark (46 WEA, Brandenburg) sowie Ludwigslust-Parchim (32 WEA, Mecklenburg-Vorpommern) in Betrieb. Allein in diesen drei Landkreisen wurde fast dieselbe Zahl an Windenergieanlagen realisiert wie in den vier südlichsten Bundesländern (Südregion), wo insgesamt 132 Anlagen mit Zuschlag bis Ende Juni 2021 errichtet wurden.

Ein Fünftel der Inbetriebnahmen im Rahmen eines Repowering

Mindestens 213 Windturbinen gingen im Ersatz für Altanlagen ans Netz. Die sich daraus ergebende Repowering-Quote ($\geq 21\%$) liegt fast fünf Prozentpunkte über dem Mittel der letzten Zubaujahre vor Einführung der Ausschreibung.

Bürgerenergie-Anteil erreicht knapp 20 Prozent

188 der in Betrieb gegangenen Windturbinen wurden von Bürgerenergiegesellschaften iSd EEG realisiert, die meisten davon in Niedersachsen (44 WEA), Nordrhein-Westfalen (41 WEA) und Brandenburg (39 WEA).

Jede dritte Anlage mit prognostiziertem Gütefaktor bis 70 Prozent

Die Bandbreite der zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme prognostizierten Standortgüte reicht von 40 Prozent bis 170 Prozent. Das rechnerische Mittel liegt bei 76 Prozent, wobei ein Drittel der Anlagen eine Standortgüte von höchstens 70 Prozent aufweist. Aus den mittleren Zuschlagswerten der Ausschreibungsrunden, in denen die betrachteten Anlagen bezuschlagt wurden und deren Gütefaktoren lässt sich ein mengengewichteter, mittlerer Vergütungsanspruch in Höhe von sieben Cent pro erzeugter Kilowattstunde für diese Anlagen ableiten.

Anlagenmodelle von Vestas und Enercon dominieren den Anlagenpark

Die tausend Windturbinen wurden mit 41 verschiedenen Anlagentypen realisiert. Die neun meistgebauten Modelle stammen von Vestas und Enercon. Vestas führt zudem das Hersteller-Ranking knapp vor Enercon an. Die technischen Anlagenspezifika sind zuletzt deutlich gewachsen: Die durchschnittliche Generatorleistung hat mittlerweile die 4-MW-Schwelle überschritten. Jede dritte Anlage ist höher als 200 Meter; während in Schleswig-Holstein zwei von drei Anlagen nicht mehr als 150 Meter Gesamthöhe erreichen.

Ein Viertel der Anlagen wurde nach der Genehmigung geändert

Von der Genehmigung bis zur Inbetriebnahme brauchten die tausend Anlagen im Schnitt zwei Jahre Zeit – weit mehr als im Vorausschreibungszeitalter. Bei mindestens einem Viertel der Anlagen wurden technische Anlagenspezifika nach der Zuschlagserteilung geändert, bevor sie realisiert wurden. In den meisten Fällen wurde die Generatorleistung nachjustiert, teilweise in Kombination mit einem Typ- und/oder Herstellerwechsel.

1 Die ersten tausend Inbetriebnahmen aus der Ausschreibung

Vier Jahre nachdem die erste Ausschreibungsrunde für Windenergieanlagen an Land durchgeführt wurde ging die ein-tausendste Windturbine mit Zuschlag ans Netz.¹ Am 30 Juni 2021 wurde im Marktstammdatenregister die Inbetriebnahme von drei Vestas V126 registriert, die das Unternehmen wpd im „Windpark Gerbstedt“ (Landkreis Mansfeld-Südharz, Sachsen-Anhalt) im Rahmen eines Repowering-Projekts realisierte. Eine dieser Anlagen zählt als tausendste registrierte Inbetriebnahme. Vor der Einführung des Ausschreibungsregimes gingen tausend Anlagen oftmals innerhalb eines Kalenderjahres ans Netz – dies allein sechs Mal innerhalb der letzten Dekade.²

Zwischen Mai 2017 und Mai 2021 führte die Bundesnetzagentur 22 windenergiespezifische Gebotstermine durch, in denen fast 15.800 MW Leistung auktioniert wurden. Aufgrund der seit 2018 nahezu durchgängigen Unterzeichnung der einzelnen Auktionsvolumina konnte nur rund 1.300 Zuschläge für insgesamt 11.500 MW Leistung vergeben werden. Aus dieser Zuschlagsmenge sind mittlerweile die ersten tausend Windturbinen mit mehr als 3.500 MW Gesamtleistung am Netz.

Realisiert wurden die Anlagen ganz überwiegend in den Jahren 2020 (417 WEA) und 2019 (282 WEA) sowie im ersten Halbjahr 2021 (230 WEA). Weitere 66 Windturbinen gingen 2018 ans Netz und sieben Anlagen wurden noch im ersten Ausschreibungsjahr (2017) in Betrieb genommen.

188 der in Betrieb gegangenen Windturbinen (698 MW) wurden mit den Sonderkonditionen für sog. Bürgerenergiegesellschaften im Sinne von § 3 Nr. 15 iVm § 36g EEG 2021 realisiert. Die meisten „Bürgerenergie-Anlagen“ stehen in Niedersachsen (44 WEA, 162 MW), Nordrhein-Westfalen (41 WEA, 160 MW) und Brandenburg (39 WEA, 149 MW).

1.1 Regionale Verteilung

Von den tausend realisierten Windturbinen mit Ausschreibungszuschlag stehen 175 Anlagen (602 MW) in Nordrhein-Westfalen, gefolgt von 173 Anlagen (617 MW) in Brandenburg. Weitere 172 Windturbinen (637 MW) wurden in Niedersachsen errichtet. Diese Bundesländer dominierten auch in den letzten Jahren die Ausschreibungen, in denen 54 Prozent des insgesamt bezuschlagten Leistungsvolumens Windenergieprojekte in diesen drei Ländern adressieren. In der Südregion stehen 132 Neuanlagen (467 MW) bzw. 13 Prozent des gesamten Anlagenparks der Stichprobe, während im bis Ende 2020 geltenden Netzausbaugebiet mit 236 Anlagen fast doppelt so viele Windturbinen (819 MW) installiert wurden – obwohl dort vier Jahre lange Zuschlagsrestriktionen in der Ausschreibung galten.

Die höchste regionale Realisierungsquote zeigt sich bislang im Saarland. Dort wurden knapp 60 Prozent der bis Mai 2021 bezuschlagten Windenergieleistung realisiert – zugegebenermaßen bei relativ niedrigem Absolutwert. Zumindest die Hälfte der bezuschlagte Leistungsmenge sind zudem in Baden-Württemberg, in Rheinland-Pfalz und in Sachsen-Anhalt am Netz. Die geringsten Realisierungsquoten haben – neben Berlin – bislang Sachsen und Schleswig-Holstein. Dort liegt die Realisierungsquote jeweils noch unter 25 Prozent. Bundesweit erreicht die bisherige Umsetzungsquote knapp ein Drittel (32 %). Die regionale Verteilung der ersten tausend realisierten Windturbinen sowie die bis dato insgesamt bezuschlagten Anlagen zeigt Tabelle 1.

¹ Die ersten 500 Anlagen waren Mitte Mai 2020 errichtet; siehe dazu: FA Wind (2020), [500 Windenergieanlagen mit Zuschlag aus der Ausschreibung in Betrieb](#).

² In einzelnen Kalenderjahren wurde die tausendste Inbetriebnahme schon nach sieben (2017) bis neun Monaten (2016) erreicht.

Tabelle 1: Bezuschlagte Windenergieanlagen mit und ohne Inbetriebnahme (Stand 30.06.2020); *ohne Berücksichtigung der bis Juli 2021 erloschenen Zuschläge; Daten: BNetzA, MaStR; Auswertung: FA Wind

Bundesland	In Betrieb		Mai 2017 – Mai 2020 insgesamt bezuschlagt*		Anteil realisierter an bezuschlagter Leistung* [%]
	Anlagen	Leistung [MW]	Anlagen	Leistung [MW]	
Baden-Württemberg	37	135,2	66	253,7	53,3%
Bayern	23	77,7	61	211,7	36,7%
Berlin	0	0,0	1	4,2	0%
Brandenburg	176	627,2	594	2.352,9	26,7%
Hessen	44	142,6	142	542,0	26,3%
Mecklenburg-Vorpommern	75	248,6	206	790,3	31,5%
Niedersachsen	172	637,3	489	1.976,9	32,2%
Nordrhein-Westfalen	175	602,3	444	1.749,7	34,4%
Rheinland-Pfalz	73	255,2	121	450,3	56,7%
Saarland	10	31,8	16	53,3	59,7%
Sachsen	10	31,8	33	133,1	23,9%
Sachsen-Anhalt	71	250,9	126	500,4	50,1%
Schleswig-Holstein	97	342,9	390	1.584,9	21,6%
Thüringen	39	151,4	120	503,5	30,1%
Gesamt	1.002	3.534,9	2.809	11.106,8	31,8%

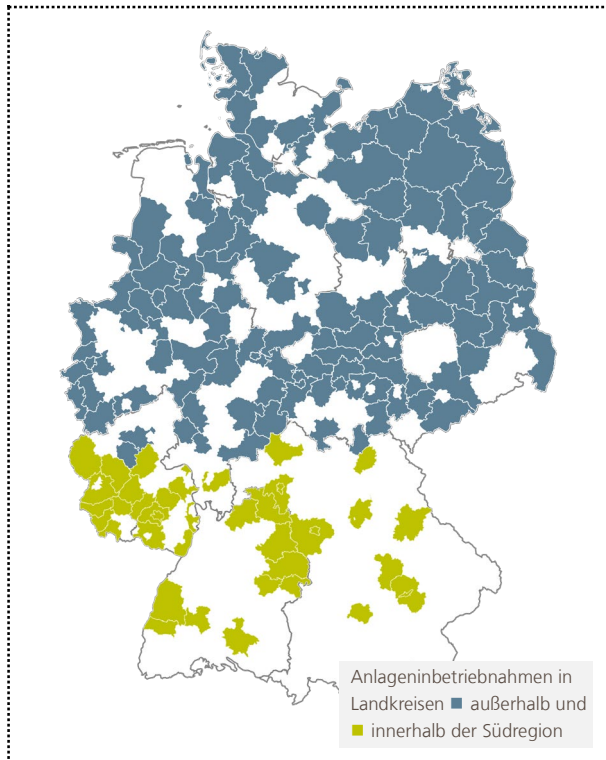


Abbildung 1: Landkreise, in denen die ersten tausend Windenergieanlagen mit Zuschlag realisiert wurden (Stand 30.06.2021); Daten: BNetzA, Karte: FA Wind auf Basis © GeoNames, Microsoft, TomTom

Die Anlagen verteilen sich bundesweit auf 147 Landkreise und kreisfreie Städte. Die meisten Windturbinen wurden im Kreis Nordfriesland (50 WEA) errichtet, gefolgt von den Landkreisen Uckermark (46 WEA) und Ludwigslust-Parchim (32 WEA).

Eine weitere Erkenntnis, die wir aus den tausend Anlagen generieren konnten: Knapp 16 Prozent der Anlagen (159 WEA) wurden auf Waldflächen errichtet.³ Davon stehen 33 WEA (108 MW) in Hessen, 32 WEA (115 MW) in Rheinland-Pfalz, 30 WEA (103 MW) in Brandenburg, 25 WEA (94 MW) in Baden-Württemberg sowie 19 Windturbinen im Forst in Nordrhein-Westfalen. Weitere zehn „Wald-Anlagen“ wurden sowohl in Bayern (40 MW) als auch im Saarland (32 MW) realisiert.

Die in den tausend Windturbinen installierte Stromerzeugungsleistung wurde Großteils in den Gebotsterminen der Jahre 2018 und 2019 bezuschlagt (vgl. Abbildung 2). Die höchste Realisierungsquote innerhalb der einzelnen Auktionsrunden zeigt sich für August 2018, woraus 93 Prozent der Leistung in Betrieb genommen wurde. Aus dem Gebotstermin Februar 2019 sind bislang 88 Prozent der Leistung am Netz. Nicht realisierte Zuschläge aus Februar 2018 (265 MW; Verfallsfrist 01.03.2021) und Mai 2018

(108 MW; Verfallsfrist 25.05.2021) sind mittlerweile erloschen (rot schraffiert). Ein Teil davon wurde in der Auktion im Mai 2021 erneut geboten. Aus den Auktionen ab März 2020 wurden aufgrund der kurzen Zeitspanne noch kaum Windturbinen gebaut. Aus den ersten drei Auktionen im Jahr 2017 gab es nennenswerte Inbetriebnahmen nur aus dem Gebotstermin Mai. Dass die Volumina aus den Auktionen August und November 2017 weitestgehend ungenutzt blieben, begründet sich in den niedrigen Zuschlagswerten von 4,28 ct/kWh bzw. 3,82 ct/kWh, welche rund zwei Cent pro kWh niedriger lagen als in den darauffolgenden Ausschreibungsrunden. Hier bestand ein hoher wirtschaftlicher Anreiz, die Anlagen nicht zu den damaligen Konditionen zu realisieren, sondern zu einem späteren Auktionstermin erneut zu bieten.

³ In den Jahren, in denen Windturbinen weitestgehend noch ohne Ausschreibungszuschlag realisiert wurden, lagen die Zubauanteile der „Wald-Anlagen“ etwas darüber: 2015: 19 %; 2016: 23 %; 2017: 18 %, 1. Hbj. 2018: 21 %; siehe dazu: FA Wind (2021), [Entwicklung der Windenergie im Wald, 6. Auflage](#).

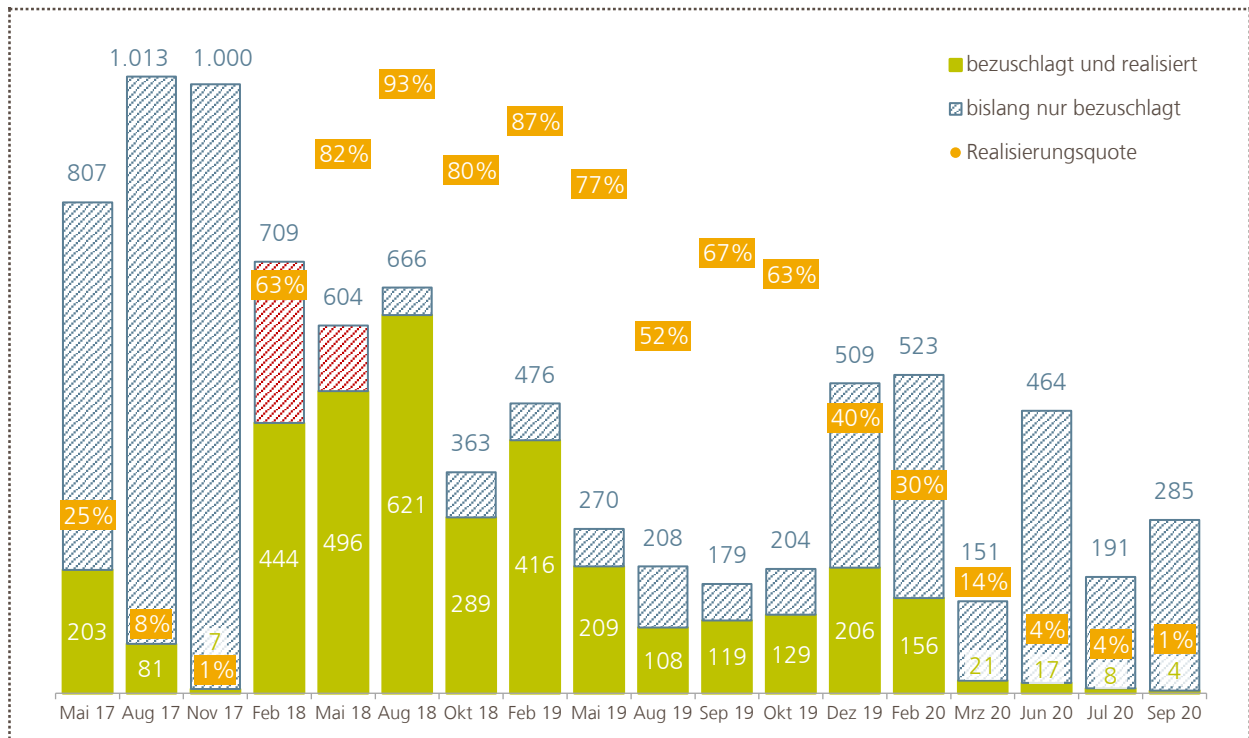


Abbildung 2: Bezuschlagte und davon in 1.000 Anlagen realisierte Windenergieleistung [in MW] (Stand 30.06.2021); Daten: BNetzA, Grafik: FA Wind

Die durchschnittlichen Zuschlagswerte der Ausschreibungsrunden, in denen die betrachteten Windenergieanlagen eine Vergütungszusage erhielten, zeigt nebenstehende Abbildung 3. Über alle diese Gebotstermine hinweg betrachtet, beträgt der mengengewichtete mittlere Zuschlagswert 5,85 Cent/Kilowattstunde (ct/kWh).⁴ Wird die prognostizierte Standortgüte der Anlagen⁵ einbezogen und darüber für jede Ausschreibungsrunde ein durchschnittlicher Korrekturfaktor ermittelt, lässt sich für die ersten tausend Anlagen ein mengengewichteter, mittlerer anzulegender Wert (AW) in Höhe von sieben Cent pro erzeugter Kilowattstunde Strom ($\bar{\omega}$ 7,08 ct/kWh) ableiten.⁶ Dieser Wert stellt eine Näherung dar, denn die individuellen Zuschlagswerte werden nicht veröffentlicht, weshalb sich lediglich die mittleren Zuschlagswerte der jeweiligen Gebotstermine der Berechnung zugrunde legen lassen. Dennoch erscheint der Wert solide, da bei einem Großteil der Gebotstermine die Spreizung zwischen dem niedrigsten und höchsten Zuschlagswert weit unter einem Cent lag, so dass der individuelle Zuschlagswert nur geringfügig vom rechnerischen Mittelwert abweichen dürfte.⁷

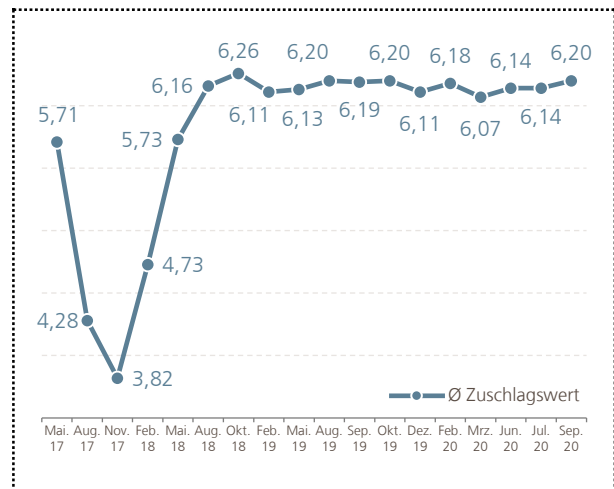


Abbildung 3: Mengengewichtete Zuschlagswerte [in ct/kWh] der Ausschreibungsrunden, aus denen bis dato tausend Anlagen in Betrieb gingen; Daten: BNetzA, Grafik: FA Wind

⁴ Die Gewichtung erfolgt anhand der realisierten Leistung aus den einzelnen Gebotsterminen. Dadurch bekommt der mittlere Zuschlagswert etwa im Nov. 2017 (3,82 ct/kWh), aus dem nur 7 MW realisiert wurden, weit weniger Gewicht in der Berechnung als etwa der Wert aus dem Gebotstermin Aug. 2018 (6,16 ct/kWh), wovon 621 MW Windenergieleistung ans Netz gingen.

⁵ Siehe dazu Kap. 1.4.3.

⁶ Der anzulegende Wert dient als Berechnungsgrundlage für die Höhe des Zahlungsanspruchs - der sog. Marktprämie. Die Marktprämie berechnet sich aus der Differenz zwischen anzulegendem Wert und dem energieträgerspezifischen Marktwert, der kalendermonatlich von den Übertragungsnetzbetreibern ermittelt und veröffentlicht wird (Anlage 1 Nr. 3 EEG 2021).

⁷ Die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Zuschlagswert war in neun von 18 Gebotsterminen $\leq 0,2$ ct/kWh. In weiteren sechs Auktionen bewegt sich das Delta zwischen 0,23 und 0,48 ct/kWh. Lediglich in zwei Ausschreibungsrunden lag die Wertespreizung über einem Cent (Feb. 2018: $\Delta 1,48$ ct/kWh; Mai 2018: $\Delta 1,63$ ct/kWh).

1.2 Realisierungsdauer

Die durchschnittliche Realisierungsdauer – also der Zeitraum von der Genehmigungserteilung bis zur Inbetriebnahme – der tausend Anlagen mit Zuschlag beträgt 24 Monate und liegt damit zwölf Monate über der Zeitspanne, innerhalb der Windturbinen in den Jahren 2014 bis 2018 – ohne Ausschreibungsteilnahme – typischerweise ans Netz gingen (Abbildung 4).

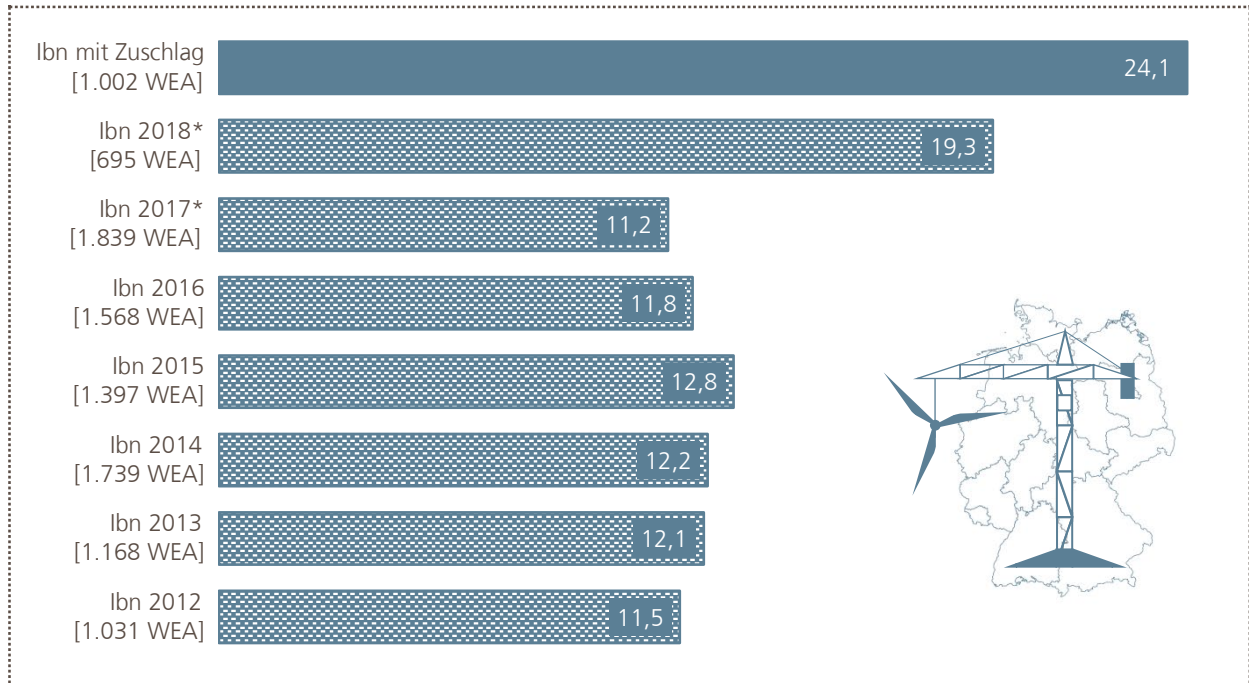


Abbildung 4: Mittlere Realisierungsdauer von der Genehmigung bis zur Inbetriebnahme (lbn) der Windturbinen [in Monaten]; *) ohne Anlagen mit Zuschlag aus der Ausschreibung; Daten: MaStR, Grafik: FA Wind

Innerhalb eines Jahres nach Genehmigungserteilung gingen lediglich sechs Prozent der Windturbinen ans Netz. Bis zu 24 Monaten dauerte die Realisierung bei 58 Prozent der Anlagen. Ein Viertel der Windenergieanlagen brauchte mehr als 30 Monate von der Genehmigungserteilung bis zur ersten Stromspeisung. Die kürzeste Realisierungszeit ab Genehmigungserteilung dauerte vier Monate, der längste Umsetzungszeitraum erstreckte sich über zehn Jahre(!). In diesem Fall wurden zwei Windturbinen im Frühjahr 2011 immissionsschutzrechtlich genehmigt, gingen aber erst Anfang 2021 ans Netz. Der Zuschlag dafür wurde im Februar 2020 ersteigert. Die Häufigkeitsverteilung über den Realisierungszeitraum der tausend Windenergieanlagen mit Zuschlag zeigt Abbildung 5.

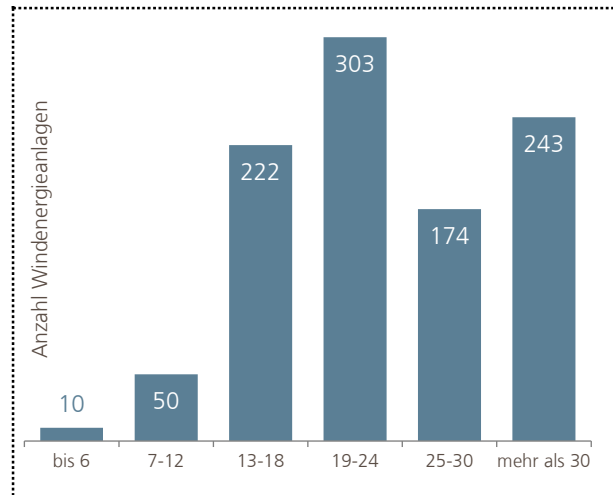


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung des Realisierungszeitraums von Windenergieanlagen mit Zuschlag in Monaten (n = 1.002 WEA); Daten: MaStR, Grafik: FA Wind

1.3 Repowering-Anteile

Bei 953 Windenergieanlagen ließ sich ermitteln, ob diese im Rahmen eines Repowering errichtet wurden.⁸ Davon wurde für 213 Windturbinen angegeben, dass diese im Ersatz für Altanlagen ans Netz gingen. Bei 740 WEA wurde die Frage nach dem Repowering verneint, und bei 49 Anlagen blieb dieser Status ungeklärt. Daraus ergibt sich eine Repowering-Quote von mindestens 21 Prozent, die knapp fünf Prozentpunkte über dem Mittel der Zubaujahre 2015 bis 2017 sowie erstes Halbjahr 2018 liegt – als Windturbinen noch weitestgehend ohne Ausschreibungszuschläge realisiert wurden.⁹ Die Verteilung der Repowering-Anteile in den einzelnen Bundesländern veranschaulicht Tabelle 2. Darin zeigt sich, dass Sachsen-Anhalt die höchste Repowering-Quote aufweist. Dort wurde über die Hälfte der Windenergieleistung mit Vergütungszusage aus der Ausschreibung im Ersatz für Altanlagen realisiert. Auf immerhin 37 Prozent Repowering-Anteil kommt Schleswig-Holstein. Jeweils rund ein Viertel der Neuanlagenleistung wurde in Mecklenburg-Vorpommern und in Sachsen im Ersatz für ausgediente Windturbinen in Betrieb genommen. In Baden-Württemberg und im Saarland zeigte sich kein Repowering innerhalb der untersuchten Stichprobe.

Tabelle 2: Im Rahmen eines Repowering realisierte Windenergieanlagen mit Zuschlag (Stand 30.06.2020); Daten: MaStR; Auswertung: FA Wind

Bundesland	Anlagen	Leistung [MW]	Repowering-Anteil der Leistung [%]
Bayern	1	0,8	1,0%
Brandenburg	26	98,2	15,6%
Hessen	3	10,1	7,0%
Mecklenburg-Vorpommern	23	60,7	24,4%
Niedersachsen	26	96,3	15,1%
Nordrhein-Westfalen	35	118,8	19,7%
Rheinland-Pfalz	9	36,4	14,2%
Sachsen	3	8,0	25,0%
Sachsen-Anhalt	39	140,5	56,0%
Schleswig-Holstein	39	127,8	37,3%
Thüringen	9	29,9	19,8%
Gesamt	213	727,2	20,6%

⁸ Das Repowering Kriterium wurde im bis Ende Januar 2019 bestehenden Anlagenregister erfasst, weshalb für einen Großteil der WEA die Frage nach dem Anlagensatz zumindest mit der seinerzeitigen Registrierung der Genehmigung noch beantwortet wurde. Das heutige MaStR erfasst die Repowering-Eigenschaft nicht mehr, so dass in der Regel für WEA, die erstmals im MaStR registriert wurden, diese Frage unbeantwortet bleibt. Dem Verfasser gelang es, bei einigen Inbetriebnahmen die Frage des Repowering mit den Betreibern abzuklären.

⁹ Repowering-Anteile (bezogen auf die installierte Leistung) der einzelnen Zubaujahre: 2015: 17,7 %, 2016: 14,0 %, 2017: 16,9 %; 1. Hbj. 2018: 20,1 %. Über den gesamten Zeitraum betrachtet liegt die Repowering-Quote bei durchschnittlich 16,4 %; siehe dazu die Analysen auf der FA Wind Webseite „Zubauentwicklung in Deutschland“.

1.4 Technische Anlagenspezifika

Mit der Registrierung der Inbetriebnahme einer Windenergieanlage werden auch verschiedene technische Eigenschaften der Anlage erfasst, u.a. die Nabenhöhe, der Rotordurchmesser, die Modelbezeichnung aber auch das Verhältnis der Ertragseinschätzung zum Referenzertrag – sprich der sog. Gütefaktor vor Inbetriebnahme gemäß § 36h EEG. Für die allermeisten Anlagen wurden diese Informationen eingetragen. Dort wo einzelne Angaben im Registereintrag fehlten, wurde versucht, diese anhand anderer Spezifika der Anlage zu komplettieren. Teilweise wurden auch die Betreiber oder Projektierer der Anlagen kontaktiert, um ergänzende Informationen zu erfragen. Als schwierig erwiesen sich der Erkenntnisgewinn zum Repowering¹⁰ sowie die Abfrage des Gütefaktors, der von einigen Betreibern nicht registriert – vereinzelt auch auf persönliche Nachfrage nicht preisgegeben wurde. Dennoch gelang es in 95 Prozent der Fälle eine verlässliche Aussage zum Repowering zu erlangen. Gütefaktoren liegen dem Verfasser für 80 Prozent der tausend Inbetriebnahmen vor.

1.4.1 Anlagenhöhe und Rotordurchmesser

Innerhalb der analysierten Stichprobe liegt die mittlere Nabenhöhe bei 135 Metern; der durchschnittliche Rotordurchmesser dieser Anlagen erreicht knapp 125 Meter. Die Gesamthöhe der Anlagen beträgt im Mittel 197 Meter, wobei die Spannweite von 74 bis 241 Meter reicht. Lediglich 14 Prozent der Anlagen erreichen eine Gesamthöhe bis maximal 150 Meter. Demgegenüber hat nahezu die Hälfte der Neuanlagen (485 WEA) eine Gesamthöhe von wenigstens 200 Meter. Anders in Schleswig-Holstein: Dort sind zwei Drittel (65 %) der realisierten Windturbinen mit Zuschlag nicht höher als 150 Meter.

Tabelle 3: Anlagenhöhen und Rotordurchmesser der realisierten Windenergieanlagen mit Zuschlag (Stand 30.06.2020); Daten: BNetzA, MaStR; Auswertung: FA Wind

Bundesland	Anlagen	Leistung [MW]	Ø Nabenhöhe [m]	Ø Rotordurchmesser [m]	Ø Gesamthöhe [m]
Baden-Württemberg	37	135,2	149,8	131,1	215,0
Bayern	23	77,7	130,8	127,5	194,5
Brandenburg	176	627,2	139,2	125,6	201,4
Hessen	44	142,6	143,0	123,9	205,0
Mecklenburg-Vorpommern	75	248,6	123,8	112,0	179,8
Niedersachsen	172	637,3	138,1	127,2	201,8
Nordrhein-Westfalen	175	602,3	137,1	122,1	197,8
Rheinland-Pfalz	73	255,2	145,0	127,0	208,5
Saarland	10	31,8	152,4	128,9	216,9
Sachsen	10	31,8	144,0	113,9	201,0

¹⁰ Siehe dazu die Erläuterungen in Fn. 8.

Sachsen-Anhalt	71	250,9	136,9	129,6	201,7
Schleswig-Holstein	97	342,9	101,8	119,4	161,4
Thüringen	39	151,4	149,4	138,2	217,4
Gesamt	1.002	3.534,9	135,1	124,6	197,1

1.4.2 Generatorleistung

Seit ein paar Jahren zeigt sich eine hohe Dynamik bei der Entwicklung der Generatorleistung neuer Windturbinen, die sich mittlerweile auch bei den Anlageninbetriebnahmen bemerkbar macht. Während die durchschnittliche Generatorleistung der im Jahr 2016 in Betrieb gegangenen Anlagen noch bei 3,0 MW lag, stieg dieser Wert bei den Neuanlagen im ersten Halbjahr 2021 auf mittlerweile 4,0 MW pro Anlage. Innerhalb der tausend Inbetriebnahmen, die sich im Wesentlichen auf den Zeitraum zweites Halbjahr 2018 bis erstes Halbjahr 2021 verteilen, erreicht die Generatorleistung durchschnittlich 3,53 MW. Die Entwicklung der Inbetriebnahmen seit Mitte des letzten Jahrzehnts zeigt Abbildung 6.

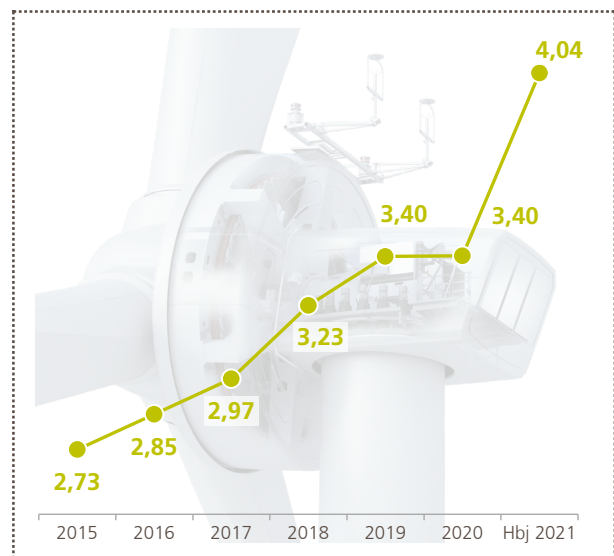


Abbildung 6: Entwicklung der Generatorleistung bei Neuanlagen seit 2015; Daten: MaStR, Auswertung: FA Wind; Bild © Enercon

1.4.3 Ertragseinschätzung

Mit der Registrierung der Inbetriebnahme wird auch erfasst, welcher Gütefaktor für die Anlage (Verhältnis der Ertragserschätzung zum Referenzertrag) prognostiziert ist. Innerhalb der untersuchten Stichprobe sind für rund 70 Prozent der Anlagen plausible Werte im Register hinterlegt. Durch Recherchen und Nachfragen bei Betreibern und Projektierern gelang es letztlich für 804 der tausend Anlagen – also 80 Prozent – den individuellen Gütefaktor zu ermitteln. Die Bandbreite dessen reicht von 40 Prozent (Südostbayern) bis 170 Prozent (Westküstenstandort in Schleswig-Holstein). Der Durchschnittswert sämtlicher Gütefaktoren beträgt 76,3 Prozent (Median 75,0 %). Wie Abbildung 7 verdeutlicht, erreicht ein Drittel der Anlagen eine Standortgüte bis 70 Prozent. Bei drei von vier Anlagen bewegt sich dieser Wert zwischen 60 und 85 Prozent. Den Referenzertrag (100 %) übersteigen lediglich sieben Prozent der Anlagen. Windturbinen, die in der Südregion¹¹ ans Netz gingen, erreichen einen mittleren Gütefaktor von 65,8 Prozent und damit gut zehn Prozentpunkte weniger als der Bundesdurchschnitt.

¹¹ Die Südregion umfasst die Bundesländer Baden-Württemberg und das Saarland komplett sowie die allermeisten Landkreise in Bayern und in Rheinland-Pfalz sowie den Süden von Hessen; siehe Anlage 5 zu § 3 Nr. 43c EEG 2021.

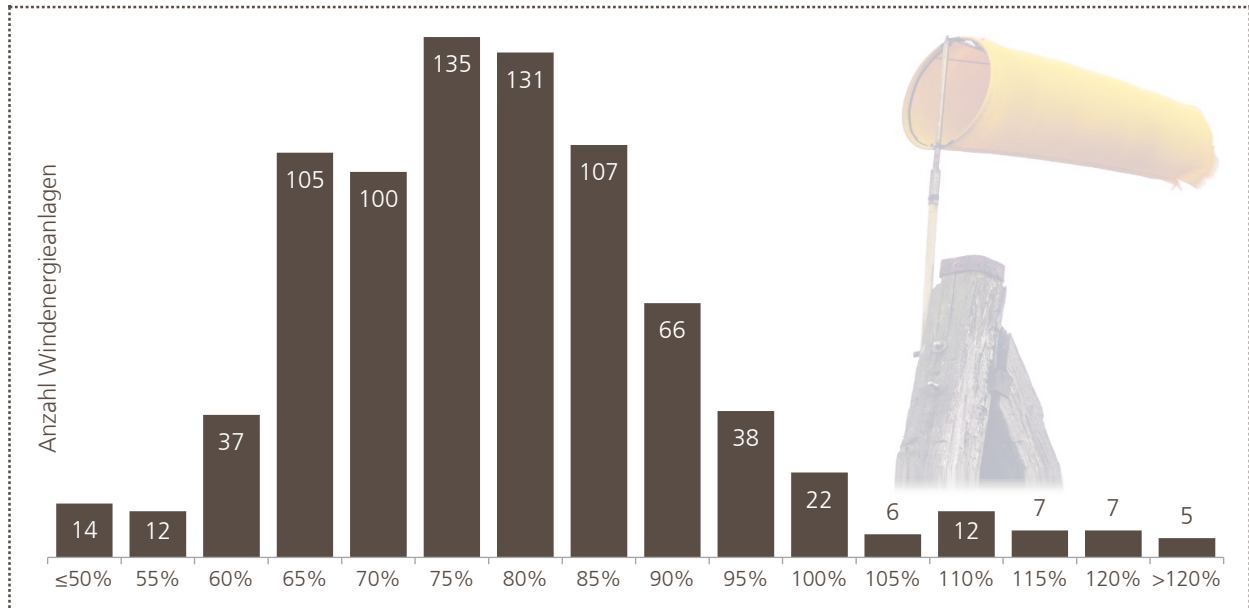


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung des prognostizierten Gütefaktors der Windenergieanlagen mit Zuschlag (n = 804 WEA) zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme; Daten: MaStR, Grafik: FA Wind; Bild © RoonZ, unsplash

1.4.4 Nachträgliche Änderungen von Anlagenspezifika

Nach unserer Erkenntnislage wurde bei einem nicht unerheblichen Teil die immissionsschutzrechtliche Genehmigung hinsichtlich der Anlagenspezifika geändert, bevor die Anlagen in Betrieb gingen. Die Änderungen reichen von der bloßen Änderung (in der Regel Erhöhung) der Generatorleistung,¹² über den Modellwechsel bis hin zum Wechsel des Anlagenherstellers. Letzteres trat häufiger – aber nicht nur – in Verbindung mit dem Anlagenproduzenten Senvion auf, der im Frühjahr 2019 Insolvenz anmeldete und im Lauf des Jahres die Auslieferung von Windturbinen einstellte. Innerhalb der tausend Inbetriebnahmen erfuhr nach unseren Recherchen mindestens jede vierte Anlage Änderungen vor deren Realisierung. In Tabelle 4 sind die bekannt gewordenen Änderungen aufgelistet, ohne dass sich daraus ein Anspruch auf Vollständigkeit ableiten lässt.

Tabelle 4: Windenergieanlagen mit Zuschlag, deren Spezifika bis zur Realisierung geändert wurden (Stand 30.06.2020); Daten: BNetzA, MaStR; Auswertung: FA Wind

Art der Änderung von Anlagenspezifika	Anlagen	Leistung nach Änderung [MW]
Generatorleistung	87	334,5
Herstellerwechsel	78	301,7
Typwechsel	79	312,1
Nabenhöhe	2	8,4
Gesamt	246	956,6

¹² Unter dem Kriterium „Leistungsänderung“ werden Änderungen subsumiert, soweit sie nur die Generatorleistung betreffen, ohne dass es auch zu Änderungen des Anlagentyps und/oder Wechsel des Herstellers gekommen wäre. Die beiden Letzteren standen oft auch mit einer Änderung der Leistung in Verbindung, werden dann aber in der Tabelle nicht als Leistungsänderung, sondern als Hersteller- oder Typwechsel eingestuft.

1.5 Anlagenmodelle und Herstelleranteile

Die tausend Windturbinen wurden mit 41 verschiedenen Anlagenmodellen realisiert, wobei 70 Prozent einem der untenstehenden Anlagentypen zuzuordnen ist. Der am häufigsten gebaute Anlagentyp in der Stichprobe ist die V126 von Vestas, von der 104 Exemplare ans Netz gingen. Knapp dahinter folgt das zweite Vestas-Modell: Von der V136 gingen 96 Maschinen in Betrieb. Auf den Plätzen 3 und 4 folgen mit der E-115 und der E-138 zwei Enercon-Modelle von denen jeweils gut 70 Anlagen errichtet wurden. Wiederum ein Vestas- bzw. Enercon-Modell folgen auf Rang 5 (V117) und Rang 6 (E-126). Auch die Plätze 7 bis 9 belegen Modelle von Vestas und Enercon. Das erste Nordex-Modell, die N149, findet sich mit 38 realisierten Maschinen an zehnter Stelle. Ebenfalls 38 Inbetriebnahmen innerhalb der Stichprobe kann Nordex mit seiner N131 für sich verbuchen. An zwölfter Stelle steht die Cypress Plattform von GE Wind Energy, mit einem Rotordurchmesser von 158 Metern und Generatorleistungen von 4,8 bis 5,5 MW. In der Ausschreibung erfolgreiche Anlagenmodelle, von denen mindestens 20 Exemplare bis Ende Juni 2021 errichtet wurden, zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Häufig realisierte Anlagenmodelle mit Vergütungszusage aus der Ausschreibung (Stand 30.06.2020); Daten: BNetzA, MaStR; Auswertung: FA Wind

Hersteller	Anlagentyp	Realisierte Anlagen	Realisierte Leistung [MW]
Vestas	V126-3.3/3.45/3.6	104	361,8
Vestas	V136-3.45/3.6/4.2	96	357,9
Enercon	E-115	76	236,9
Enercon	E-138	72	290,5
Vestas	V117-3.3/3.45	57	193,8
Enercon	E-126 EP3/EP4	56	215,5
Vestas	V150-4.0/4.2/5.6	44	192,8
Vestas	V112-3.3/3.45	42	143,1
Enercon	E-141 EP4	41	172,2
Nordex	N149/4500-5700	38	173,4
Nordex	N131/3000-3600	38	126,0
GE Wind Energy	GE 4.8/5.3/5.5-158	31	164,0
...
Gesamt	41 Typen	1.002	3.536,1

Korrelierend zur Platzierung der Anlagenmodelle führen Vestas und Enercon auch das Herstellerranking der analysierten Stichprobe an. In Bezug auf die installierte Leistung kommt Vestas mit 1.253 MW auf einen Marktanteil von 35 Prozent und nimmt damit die Poleposition ein. Zwar hat Enercon mehr Anlagen als Vestas realisiert, jedoch wurde mit diesen weniger Stromerzeugungsleistung installiert, so dass die Auricher mit knapp 34 Prozent (leistungsbezogenem) Marktanteil auf Platz 2 landen. Mit deutlichem Abstand folgt an dritter Stelle Nordex (12 Prozent). Auf Rang 4 steht GE Wind Energy mit 350 MW realisierter Anlagenleistung, was einem Marktanteil von 10 Prozent entspricht. Diese vier Hersteller realisierten zusammen mehr als 90 Prozent der betrachteten Windturbinen. Auf den weiteren Plätzen folgen Siemens Gamesa (4 %), Vensys (1,8 %), eno energy (1,6 %), die seit dem Frühjahr 2019 insolvente Firma Senvion (1,4 %) sowie der seit 2018 zu Enercon gehörende Hersteller Lagerwey, wie Tabelle 6 zeigt.

Tabelle 6: Herstelleranteile an den ersten tausend Anlageninbetriebnahmen mit Zuschlag (Stand 30.06.2020); Daten: BNetzA, MaStR; Auswertung: FA Wind

Hersteller	Realisierte Anlagen	Realisierte Leistung [MW]	Anteil Leistung [%]
Vestas	345	1.253,4	35,4%
Enercon	366	1.192,5	33,7%
Nordex	115	427,2	12,1%
GE Wind Energy	87	349,8	9,9%
Siemens Gamesa	38	140,0	4,0%
Vensys Energy	19	63,0	1,8%
eno energy	14	55,3	1,6%
Senvion	17	50,6	1,4%
Lagerwey	1	4,3	0,1%
Gesamt	1.002	3.536,1	100%

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Quentin J. / FA Wind, EEG 2021 – Ausschreibungsspezifische Regelungen für Windenergieanlagen an Land, 6. Auflage, Berlin 2021
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 22. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2021
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 21. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2021
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Frühjahr 2021, Berlin 2021
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2020, Berlin 2021
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 20. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 19. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 18. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 17. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 16. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 15. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 14. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 13. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, 500 Windturbinen mit Zuschlag am Netz, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind: Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2019, Berlin 2020
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 12. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2019
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 11. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2019
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 10. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2019
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 9. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2019
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 8. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2019
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 7. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2018
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 6. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2018
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 5. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2018
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 4. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2018
- Endell, M., Quentin J. et.al. / FA Wind (Hrsg.), Beteiligung der Gemeinde an einer Bürgerenergiegesellschaft mit Zuschlag für Windenergieanlagen im Rahmen der Ausschreibung, Berlin 2018
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 3. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2017
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 2. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2017
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der 1. Ausschreibung für Windenergieanlagen an Land, Berlin 2017
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2018, Berlin 2019
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2017, Berlin 2018
- Quentin J. / FA Wind, Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2016, Berlin 2017
- Quentin J. / FA Wind: Analyse der Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2015, Berlin 2016

Impressum

© FA Wind, Juli 2021

Herausgegeben von

Fachagentur Windenergie an Land
Fanny-Zobel-Straße 11 | 12435 Berlin

www.fachagentur-windenergie.de
post@fa-wind.de

V. i. S. d. P.: Dr. Antje Wagenknecht

Die Fachagentur zur Förderung eines natur- und umweltverträglichen Ausbaus der Windenergie an Land e. V. ist ein gemeinnütziger Verein. Er ist eingetragen beim Amtsgericht Charlottenburg, VR 32573 B

Autor

Jürgen Quentin

Zitervorschlag

FA Wind (2021), Tausend Windenergieanlagen mit Zuschlag aus der Ausschreibung in Betrieb

Haftungsausschluss

Die in dieser Broschüre enthaltenen Angaben und Informationen sind nach bestem Wissen erhoben, geprüft und zusammengestellt.

Eine Haftung für unvollständige oder unrichtige Angaben, Informationen und Empfehlungen ist ausgeschlossen, sofern diese nicht grob fahrlässig oder vorsätzlich verbreitet wurden.

Bildnachweis

Abbildung 6: Gondel einer E-138 EP3 mit visualisiertem Generator © Enercon

Abbildung 7: Windsack © RoonZ, unsplash.com

Fachagentur Windenergie an Land e.V.

Fanny-Zobel-Straße 11 | 12435 Berlin

T +49 30 64 494 60-60

post@fa-wind.de | www.fachagentur-windenergie.de