

Jahrbuch Windenergie 2018

WINDMARKT: Technologieentwicklung in Zeiten des Systemwechsels

NEUE ANLAGEN: Mehr Strom für weniger Geld

SERVICE: BWE-Serviceumfrage, Servicefirmen von A bis Z, WEA-Datenblätter

Schwerpunkt:
Weiterbetrieb

Vermarktung von
Windstrom außerhalb
des EEG

Leseprobe

Inhalt



Impressum	4
Editorial	5
Zahlen, Daten, Fakten zur Windenergie	12

Windmarkt

WINDENERGIE-TECHNOLOGIE

Technologieentwicklung in Zeiten des Systemwechsels

Im Jahr 2017 wurde in Deutschland der bisher stärkste Leistungszubau in der Geschichte der Windenergie an Land erreicht. Dies hängt auch mit Vorzieheffekten infolge des Übergangssystems zusammen.

► Seite 14

ENTWICKLUNG BÖRSENNOTIERTER WINDENERGIE-UNTERNEHMEN

Börsenliebling 2017: Abo Wind

Turbinen-Hersteller und Projektierer hatten es 2017 nicht leicht an der Börse – mit wenigen Ausnahmen. Aber die haben es in sich.

► Seite 24



BWE-BRANCHENPORTAL

Die wichtigsten Publikationen 2017

Studien, Fachartikel, Unternehmensbroschüren – wir stellen die beliebtesten Schriften vor, die auf dem BWE-Branchenportal veröffentlicht wurden.

► Seite 28

INTERVIEW

Am Ende gut

Hermann Albers, Präsident des BWE, über ein schwieriges Jahr für die deutsche Windbranche, 10.000 verlorene Stellen durch politische Fehler, die Fixierung auf die Kosten und dennoch: ein vorerst gutes Ende der EEG-Debatte.

► Seite 30

SCHWERPUNKTTHEMA WEITERBETRIEB

Weiterbetrieb oder Altmittel?

Mit 20 Jahren erreichen die meisten Windkraftanlagen ein Alter, in dem sich die Frage stellt, ob sie weiterhin zur Energiewende beitragen können – technisch, aber auch ökonomisch.

► Seite 36

ANBIETER-ÜBERSICHT

Wer erstellt Weiterbetriebsgutachten?

Betreiber, die sich für den Weiterbetrieb ihrer Anlagen entschieden haben, müssen nicht nur deren Wirtschaftlichkeit berücksichtigen. Aber auf wessen Rat und Gutachten kann man sich verlassen?

► Seite 46

VERMARKTUNG AUSSERHALB DES EEG

PPAs in Deutschland bleiben schwierig

Niedrige Vergütungen bei den Ausschreibungen lassen die Branche nach Möglichkeiten für den Stromverkauf außerhalb des EEG suchen. Vorbilder finden sich bisher vor allem im Ausland.

► Seite 48



Technik + Innovation

NEUE ANLAGEN

Viel mehr Strom für viel weniger Geld

Auf den massiven Kostendruck reagieren die Hersteller mit größeren und effizienteren Anlagen. Die Preise für Anlagen und für Strom aus Windenergie sinken schneller als in den Vorjahren.

► Seite 54

AKTUELLE INNOVATIONSUMFRAGE

Der Wunsch nach Marktinnovationen

Stromvermarktungsmodelle außerhalb der EEG-Vergütung haben erstmals seit zwei Jahren den Ausbau von Power-to-X als wichtigstes Thema der Branche verdrängt. Die Akzeptanz bleibt ein Dauerbrenner.

► Seite 60

RECHT

Die wichtigsten Wind-Entscheidungen 2017

Auch 2017 beschäftigte die Gerichte die Flächenausweisung für Windenergie. Offene Fragen gibt es bei der Umweltverträglichkeitsprüfung und der Berechnung von Schallimmissionen.

► Seite 66



Offshore

OFFSHORE

Null-Cent-Gebote in Deutschland – Hohe Erwartungen an internationale Märkte

Bis 2024 wollen Windplaner in Deutschland erste Offshore-Windparks ans Netz bringen, die ganz auf feste Einspeisevergütung verzichten. Für deutsche Projektierer und Hersteller werden Standorte außerhalb von Europa immer wichtiger.

► Seite 72

International

ONSHORE INTERNATIONAL

Stabile Ergebnisse, stabilere Aussichten

Die Windmärkte in Europa, China und den USA zeigen sich auf hohem Niveau. Mit 52.600 MW erreichen die weltweiten Installationen die vom VDMA vorhergesagten Werte.

► Seite 82



Service

ANALYSE: WIE DIE AUSSCHREIBUNGEN DEN SERVICEMARKT BESTIMMEN

Kooperation statt Modul

Immer mehr Service-Anbieter kooperieren mit spezialisierten Partnern. Die Auswertung für den BWE zeigt: Das verändert auch die angebotenen Leistungen.

► Seite 90

BWE-SERVICEUMFRAGE

Windservice mit hoher Beständigkeit – doch wie lange noch?

Die Ergebnisse sind trotz des Ausbaurekords 2017 beständig wie nie. Doch Ausschreibungen und Weiterbetrieb könnten das ändern.

► Seite 96

Serviceunternehmen im Überblick

► Seite 104

Anlagendaten

Erläuterungen zu den Datenblättern

► Seite 124

Windenergieanlagen-Datenblätter

► Seite 130

Betriebsergebnisse 2017

► Seite 176

ADRESSVERZEICHNIS

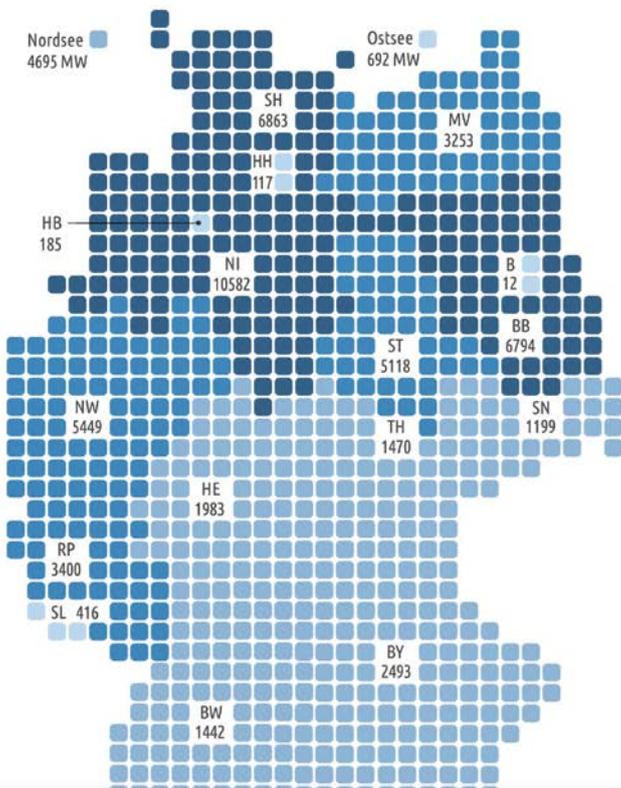
Hersteller von Windenergieanlagen

► Seite 207

Zahlen, Daten, Fakten

Wie viele Haushalte kann eine einzige Windenergieanlage mit Strom versorgen? Wie viele Arbeitsplätze hängen an der Windindustrie? Und wie viele Windräder stehen überhaupt in Deutschland? Diese Seite gibt Aufschluss.

INSTALLIERTE LEISTUNG PRO BUNDESLAND | GEBIET



29.844

Windenergieanlagen
28.675 Onshore
1.169 Offshore



56.154

Megawatt
installierte Leistung



6.584

Megawatt
neu installierte
Leistung in 2017
5.334 Onshore
1.250 Offshore



18,8

Prozent
Anteil an der deutschen
Stromproduktion [Netto]



10,1

Milliarden Euro
Investitionen in
neue Anlagen 2016



1&3

Platz Europa & Welt
Meiste Windleistung in
Europa, Platz 3 weltweit

Akzeptanz von Windparks
in der direkten Nachbarschaft



57%

STROMPRODUKTION 2017

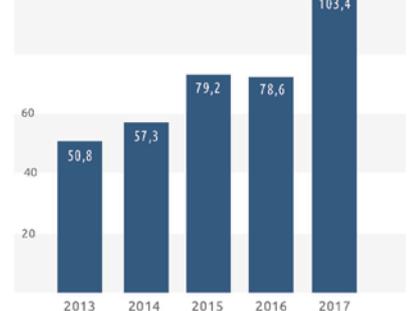
Milliarden Kilowattstunden [Mrd kWh]



**WIND
ENERGIE**
103
MILLIARDEN KWH
STROM

2013 - 2017

Milliarden Kilowattstunden [Mrd kWh]

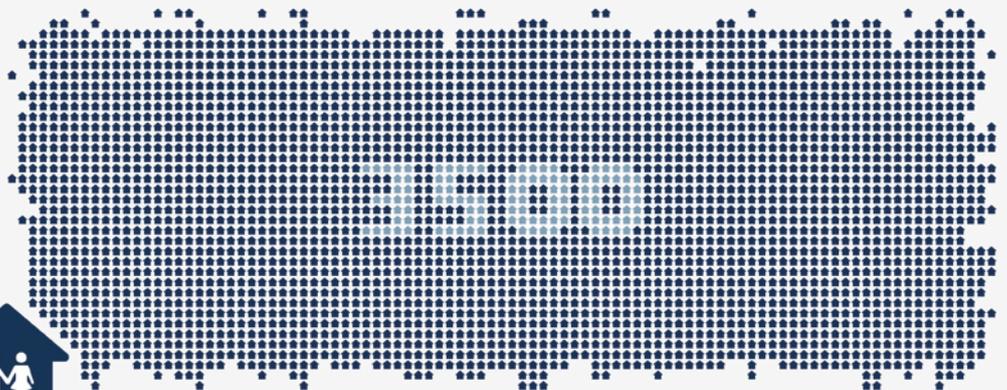
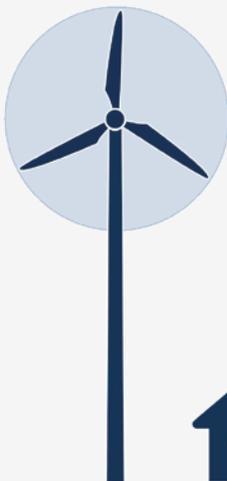


LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER LEISTUNGSSTÄRKSTEN WINDENERGIEANLAGEN

6,15 MW Leistung

10,9 GWh Jahresertrag

3.500 Haushalte können 1 Jahr mit Strom versorgt werden [3.000 kWh]



INVESTITIONEN & NEUE ANLAGEN

in Milliarden Euro

Leistung in Megawatt



2008-2017

INVESTITIONEN

156%

ZUBAU

295%

ARBEITSPLÄTZE

2007 - 2016



Quellen: BWE, Dt.WindGuard, Fraunhofer IWES, BMWi, ZSW, FS-UNEP, TNS Emnid

WINDENERGIE-TECHNOLOGIE

Technologieentwicklung in Zeiten des Systemwechsels

Im Jahr 2017 wurde in Deutschland mit rund 5,3 GW der bisher stärkste Leistungszubau in der Geschichte der Windenergie an Land erreicht. Dies hängt auch mit Vorzieheffekten infolge des Übergangssystems zusammen.



Repowering: Ältere 1-MW-Windenergieanlagen werden durch Enercon E-82 ersetzt. Foto: Jens Meier

VON ANNA-KATHRIN WALLASCH

Die Neuinstallationen 2017 spielten sich noch in der alten Welt der EEG-Vergütung ab, alle Projekte wurden im Rahmen des Übergangssystems installiert. Gleichzeitig fanden 2017 die ersten drei Gebotstermine für die Windenergie an Land statt und somit begann die Überleitung in die Welt der Ausschreibungen. Die Zuschläge im Rahmen der ersten drei Runden wurden zu 91 Prozent an Projekte ohne BImSchG-Genehmigung vergeben, die durchschnittlichen Zuschlagspreise sanken bis auf 3,82 ct/kWh am Referenzstandort. Im Jahr 2018 gilt mindestens für die ersten beiden Ausschreibungsrunden eine BImSchG-Genehmigungspflicht, in der ersten Runde stieg dadurch der Zuschlagspreis wieder leicht an (4,73 ct/kWh). Damit ist der politische Rahmen für die Windenergie an Land beschrieben, der eng mit Fragen der Technologieentwicklung verknüpft ist. Zu unterscheiden sind hier Entwicklungen im Übergangssystem (Zubau 2017 und 2018) und im Ausschreibungssystem, wobei ein maßgeblicher Zubau der bezuschlagten Projekte erst ab 2019 zu erwarten ist.

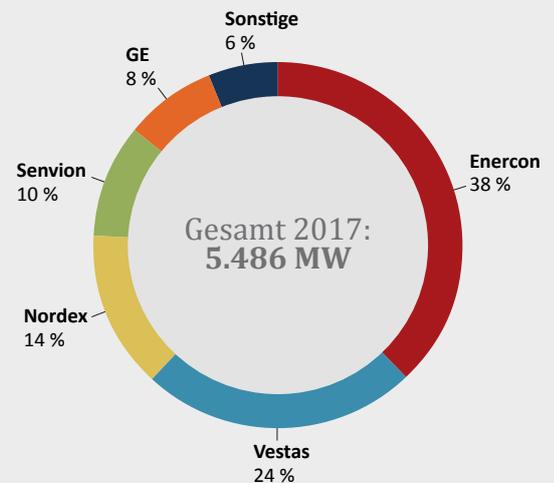
Marktverteilung relativ stabil bei gesteigerter Absatzleistung

Hinsichtlich der Marktanteile der verschiedenen Hersteller an den Neuinbetriebnahmen 2017 bleibt Enercon mit einem Anteil von rund 38 Prozent Marktführer, muss aber mit einem um 2,3 Prozent gesunkenen Marktanteil im Vergleich zu 2016 den größten Rückgang verzeichnen. Vestas auf Platz 2 verliert 1 Prozent und liegt nun bei 24 Prozent Marktanteil. Nordex hält seinen Anteil weitgehend stabil (-0,4 Prozent), GE verliert 1,4 Prozent. Lediglich Senvion verzeichnet einen Zuwachs um 2,3 Prozent, der den Hersteller mit Hauptsitz in Luxemburg auf Platz 4 der Rangliste hievt. Im Jahr 2016 war Senvion aufgrund eines stark gesunkenen Marktanteils von Platz 3 auf Platz 5 abgerutscht. Einige Hersteller mit sehr geringen Marktanteilen konnten ihren Anteil am Markt im Vergleich zum Vorjahr steigern.

Im Jahr 2017 wurden in Deutschland 59 unterschiedliche Anlagentypen installiert. Damit steigt die Variantenvielfalt erneut und setzt somit den Vorjahrestrend fort (2016: 52 Varianten, 2015: 42 Varianten). Die Top 10 der installierten Anlagentypen sind im Nennleistungsbereich von 2,3 bis 3,45 MW angesiedelt. Die zehn führenden Anlagentypen stellen zusammen etwa 62 Prozent des Gesamtzubaus 2017 (2016: rund 70 Prozent).

1 | Marktanteile der Hersteller

am Brutto-Leistungszubau an Land in Deutschland im Jahr 2017



Quelle: Anlagenregister der Bundesnetzagentur, Stand: März 2018

Autorin



Anna-Kathrin Wallasch (M.A.) ist seit 2006 für die Deutsche WindGuard tätig und leitet dort die Abteilung Markets & Politics. Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten sind verschiedenste Marktanalysen und die Beratung von Akteuren aus Politik und Wirtschaft. Aktuell leitet sie das Beratungsvorhaben zum EEG-Erfahrungsbericht für die Windenergie an Land im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums. Sie begleitet in diesem Rahmen die ersten Ausschreibungsrunden und ist maßgeblich an der Bewertung der Marktwirksamkeit des EEG beteiligt. Anna-Kathrin Wallasch ist zudem regelmäßig für verschiedene Kosten- und Wirtschaftlichkeitsanalysen im Windenergiebereich sowie für eine halbjährlich veröffentlichte Zubau-Statistik im Auftrag der führenden Branchenverbände verantwortlich.



Repowering einer alten
1-MW-Nordex-Anlage
im Repoweringprojekt
Holßel, bei Nordholz.
Foto: Jens Meier

SCHWERPUNKTTHEMA WEITERBETRIEB

Weiterbetrieb oder Altmetail?

Mit 20 Jahren erreichen die meisten Windkraftanlagen ein Alter, in dem sich die Frage stellt, ob sie weiterhin zur Energiewende beitragen können – technisch, aber auch ökonomisch.

33.000 Stunden unter Volllast. Das ist in etwa die Arbeit, die eine zwanzigjährige Windkraftanlage auf dem Buckel hat. Wären Windräder Arbeitnehmer, entspräche das 825 Wochen im 40-Stunden-Job. Lässt sich das Renteneintrittsalter, ganz wie bei Arbeitnehmern, nach hinten verschieben?

Das ist keine einfache Frage – Ermüdungserscheinungen sind sehr individuell. Oft kann die Produktivität einer Anlage nicht mehr mit den Nachfolgern mithalten, und ab einem bestimmten Punkt lohnt sich das Arbeiten auch einfach nicht mehr. Anlagenbetreiber, deren Maschinen sich dem Alter von 20 Jahren nähern, sind deshalb vor allem mit zwei Fragen konfrontiert: Ist die Anlage technisch noch in der Lage, Strom zu produzieren? Und: Lohnt sich das?

Fitte Rentner

Besonders im Norden Deutschlands stehen viele Anlagen, die in den Neunzigerjahren errichtet wurden. „Das Fundament und der Turm sind mit Blick auf den Weiterbetrieb meist unkritisch“, erklärt Verena Schneider, Leiterin des Site Assessment Renewables des TÜV NORD EnSys in Hamburg. In der praktischen Prüfung würden in einigen Fällen allerdings auch hier Auffälligkeiten wie kleinere Fundamentschäden oder leichte Korrosionsansätze an Turmflanschen festgestellt. „Die kritischeren Teile sind aus analytischer Sicht aber tendenziell im maschinenbaulichen Teil zu finden. Hier stellt sich in einigen Fällen heraus, dass die Nabe inklusive Triebstrang und Blattanschluss die geringsten Weiterbetriebszeiträume aufweist“, so Schneider weiter. Hier würden dann Austausch- oder

Instandsetzungsmaßnahmen für den Weiterbetrieb notwendig. Allgemeine Aussagen ließen sich aber nicht ableiten. Entscheidend für das Potential zur ökonomischen Lebensverlängerung seien oft die Qualität der Anlagenüberwachung mit Wartung, Wiederkehrender Prüfung und Instandsetzungsarbeiten. Starkwindstandorte mit hohen Turbulenzintensitäten verkürzten die zu erwartenden Weiterbetriebsjahre ebenfalls, so Schneider. Laut BWE verbleibt oft eine technische Restnutzungsdauer von 3 bis 22 Jahren.¹

In der Regel wurden Genehmigungen für Windenergieanlagen unbefristet erteilt. Da jedoch sowohl nach dem Bauordnungsrecht als auch nach den Regelungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes die Standsicherheit einer Windenergieanlage Grundlage des Betriebs ist, muss mit dem Ende der Entwurfslebensdauer das Bestehen der Standsicherheit geprüft werden.

Der Arbeitskreis (AK) Weiterbetrieb des BWE beschäftigt sich seit 2011 mit dem Thema, um die Voraussetzung eines technisch sicheren Weiterbetriebs zu klären und Hilfe in der praktischen Umsetzung zu leisten. „Der entscheidende Punkt ist der Nachweis zur Standsicherheit“, betont Martina Beese, auf das Energierecht spezialisierte Rechtsanwältin bei Engemann und Partner und Sprecherin des AK Weiterbetriebs. „Mit dem Standsicherheitsnachweis sind die technischen Voraussetzungen der bestehenden Genehmigung erfüllt und ein Weiterbetrieb ist möglich.“

1 – <https://staging.bwe3.dotplexserver.de/fachartikel/die-goldenen-jahre-weiterbetrieb-ueber-20-jahre-hinaus/>

VERMARKTUNG AUSSERHALB DES EEG

PPAs in Deutschland bleiben schwierig

Niedrige Vergütungen bei den Ausschreibungen an Land und auf See lassen die Branche nach Möglichkeiten für den Stromverkauf außerhalb des EEG suchen. Vorbilder finden sich bisher vor allem im Ausland. In Deutschland bleiben **Stromabnahme-Verträge durch die Industrie** vorerst wohl die Ausnahme.



Das Microsoft-Rechenzentrum Middenmeer nördlich von Amsterdam arbeitet künftig zu 100 Prozent grün. Die unmittelbare Nachbarschaft zwischen dem Windpark Wieringermeer und dem Microsoft-Standort Middenmeer ermöglicht die direkte Belieferung des Rechenzentrums und sorgt so für eine effektive grüne Energieversorgung. Foto: Vattenfall

Der 13. April 2017 hat nicht nur die Offshore-Windenergie verändert. Die Null-Cent-Gebote für Windparks in der Nordsee, die an diesem Tag bekannt wurden, haben auch die Windkraftplaner an Land aufgeschreckt. Denn das Geschäftsmodell war onshore und offshore das gleiche: Die Entwickler refinanzierten ihre Investitionen aus den Einnahmen, die sie aus einer garantierten Vergütung für jede produzierte Kilowattstunde Grünstrom berechnen konnten.

Nicht nur die Null-Cent-Gebote – etwa von EnBW für den 900 Megawatt (MW) Offshore-Windpark He Dreight, der 2025 ans Netz gehen soll – machen damit Schluss. Auch Ausschreibungsergebnisse von 3,8 Cent je Kilowattstunde (ct/kWh) für Anlagen an Land lassen die Betreiber nach neuen Erlösmodellen suchen. Auch in anderen Ländern, etwa der Türkei, waren die Vergütungen in Ausschreibungen unter 4 ct/kWh gesunken.

„Das Interesse nach Vermarktungsmodellen jenseits des EEG ist darum extrem hoch“, berichtet Jan Knievel, Key Account Manager bei Neas Energy. Für ihn gibt es primär zwei Hoffnungsträger: erstens langfristige Abnahmeverträge mit industriellen Großkunden, für die sich auch im deutschen Sprachraum der Begriff „corporate Power Purchase Agreement“ (corporate PPA) durchgesetzt hat, und zweitens steigende Strompreise.

Wer an höhere Strompreise glaubt, hegt die Hoffnung, dass die Strompreise an den Börsen künftig merklich über das heutige Niveau von 3 bis 4 ct/kWh ansteigen und damit Einnahmen außerhalb der garantierten EEG-Vergütung attraktiv werden. Auslöser hierfür könnte die Abschaltung der Atomkraftwerke bis 2022 sein und ebenso der mehr oder weniger schnelle Ausstieg aus der Braun- und Steinkohleerzeugung. Damit würden Kapazitäten aus dem Netz genom-



Lesetipp:

Mehr zu diesem Thema erfahren Sie in der IKEM-Studie „**Direkte Vermarktung von Windstrom im B2B-Bereich**“. Die vom BWE beauftragte Studie ist abrufbar auf www.windindustrie-in-deutschland.de

men, das Angebot an billigem Strom würde zurückgehen, die Preise könnten steigen.

Strom-Futures bleiben billig

Zudem ruht die Hoffnung hier auf der Erneuerung des CO₂-Handels in der EU. Das Parlament in Brüssel hat im Februar 2018 den Europäischen Emissionshandel für die nächste Handelsperiode zwischen 2021 und 2030 neu ausgestaltet. Zu dieser Zeit lag der Preis für ein Zertifikat im Gegenwert von 1 Tonne CO₂ bei 8 Euro. Mit der Reform soll er um das Drei- bis Vierfache steigen, berichtet der Tagesspiegel Background. Das Handelssystem werde umfassend reformiert: Kraftwerke und Fabriken müssten ab 2021 ihren Ausstoß von klimaschädlichem Kohlendioxid um 2,2 Prozent statt bisher 1,74 Prozent pro Jahr absenken. Außerdem werde die Zahl der bei einem Überangebot vom Markt genommenen Zertifikate auf 24 Prozent verdoppelt und in einer sogenannten Marktstabilitätsreserve geparkt. Durch weitere Löschungen im Jahr 2023 sollen zusätzlich 2 Milliarden Zertifikate vom Markt verschwinden, schätzen Experten.




Energized by experts.

FGH - Ihr Ansprechpartner bei der Netzintegration von Erzeugungsanlagen

Mit Rückblick auf 100 Jahre Erfahrung bieten wir maßgeschneiderte Dienstleistungen für Forschung & Entwicklung, Modellierung & Validierung, akkreditierte Einheiten- sowie Anlagenzertifizierung nach (inter-)nationalen Grid Codes, qualifizierte Konformitäts- und Typprüfungen sowie die Expertise unserer Ingenieure für Hersteller, Projektentwickler und Netzbetreiber in allen Erzeugungstechnologien.

info@fgh-gmbh.com
 Tel.: +49 241 997857-250
 Fax: +49 241 997857-240
 Mannheim | Aachen | Hamburg

BWE-Leitfaden „Erlösoptionen außerhalb des EEG“

Im BWE-Leitfaden „Erlösoptionen außerhalb des EEG“ klärt der Verband über Möglichkeiten auf, Geld mit Windstrom jenseits der EEG-Förderung zu verdienen. Dabei richtet sich der Leitfaden in erster Linie an Betreiber von Anlagen, die aus der Förderung fallen. Aber auch die Rahmenbedingungen für Anlagen mit Förderanspruch sind beschrieben.

Der Leitfaden zeigt auf, dass Windparkbetreiber nicht kurzzeitig aus der EEG-Einspeisung aussteigen können, um etwa kurzfristige hohe Strompreise an der Börse mitzunehmen oder Industriekunden zu beliefern. Es besteht zwar keine „Andienpflicht“ – der Strom muss nicht zwingend als EEG-vergütete Energie ins Stromnetz gespeist werden. Aber wenn Betreiber sich entschließen, einen Teil des Stroms an Dritte zu verkaufen, dann „verlieren sie für das gesamte Kalenderjahr den EEG-Förderanspruch für den in das Stromnetz eingespeisten Überschussstrom“. Das mache eine Eigennutzung oder den Verkauf von Strom an Dritte eher zu einem „theoretischen Fall“.

Auch Ausnahmen vom Verbot des Eigenverbrauchs sind eng gesetzt: Lediglich zu Zeiten negativer Strompreise am Day-ahead-Spotmarkt und in Zeiten, in denen die Anlage im Rahmen des Einspeisemanagements aberegelt wird, dürfen Windmüller den Strom ihrer Anlage nutzen oder verkaufen.

Erlösoptionen außerhalb des EEG.

Eigenversorgung – Direktlieferung – Power-to-X und Regelleistung.

Preis: 69,00 EUR / Mitgliederpreis: 39,00 EUR.

www.wind-energie.de/shop

Doch einen Preisanstieg an den Strommärkten haben diese Nachrichten bisher nicht ausgelöst. „Der Markt hat darauf nicht reagiert. Sonst könnte man das schon heute auf dem Terminmarkt sehen“, gibt Knievel zu bedenken. Die Preise, zu denen Strom etwa in den Phelix-DE Futures gehandelt werden, sind konstant: Eine kontinuierliche Stromlieferung von 1 Kilowattstunde im Jahr 2022 wird weiter für 3,34 ct/kWh angeboten. Das ist in etwa das bisherige Niveau. Knievel: „Es gibt sehr viele Leute, die sich intensiv mit den kommenden Strompreisen auseinandersetzen. Aber trotz Atomausstieg und CO₂-Handel führt das nicht dazu, dass Strom langfristiger oder für höhere Preise eingekauft wird.“ Nach wie vor ausreichende Kraftwerkskapazitäten, Ungereimtheiten bezüglich des CO₂-Handels und Grenzkosten von 0 Euro für Wind- und Solarstrom seien mögliche Ursachen für die Preisstagnation.

Zunehmend PPAs – aber nicht in Deutschland

Große Aufmerksamkeit erhalten darum alle Nachrichten über corporate PPAs mit großen, stromhungrigen Unternehmen in Europa oder Amerika. In den USA nehmen etwa die Amazon Web Services seit 2017 den Strom von zwei Windparks ab, die zusammen eine installierte Leistung von 461 MW haben.¹ Auch die anderen großen US-amerikanischen Web- und IT-Konzerne wie Apple und Google setzen massiv auf grünen Strom und bauen dazu eigene Windparks oder kaufen den Strom von Entwicklern. In den Niederlanden vermarktet die Vattenfall-Tochter Nuon den Strom des künftigen 180-MW-Onshore-Parks „Wieringermeer“ ab 2019 vollständig an das Microsoft-Rechenzentrum Middenmeer bei Amsterdam

Ende 2017 meldete Neas Energy einen ähnlichen Deal in Schweden: Ein Teil des Stroms aus dem Windpark Markbygden – mit 650 MW Europas größtes Windfeld – wird vom Projektträger für 19 Jahre an den Alukonzern Norsk Hydro verkauft. „Das ist ein Meilenstein. Die Zeit der subventionierten Investitionen ist vorbei“, verkündete Neas selbstbewusst. Doch schon in der Pressemitteilung deutete sich an, dass dieser „Deal“ komplizierter ist, als er zunächst klingt.

„Die neue Vereinbarung umfasst eine Reihe fortschrittlicher finanzieller und physischer Cross-Commodity-Produkte und -Dienstleistungen zur Bewältigung von Marktpreisrisiken“.² Die Details des Geschäfts will Neas nicht erläutern. Aber Knievel erklärt: „Jede der beteiligten Firmen nimmt einen Teil vom Risikokuchen.“ Auch der Anlagenhersteller GE, der hier gleichzeitig Mitbetreiber ist, und North Hydro hätten sich auf eine Verteilung der Risiken geeinigt. Ebenso müssten die Banken in einer solchen Struktur umlernen: Denn auch für sie seien die Zeiten vorbei, in denen es neben technischen Risiken nur noch Unsicherheiten bei der Menge des jährlich produzierten Stroms gab. Das alles vertraglich abzusichern, macht umfangreiche Verhandlungen notwendig. Schon deshalb sagt Knievel voraus: „Wir werden 2018 in Deutschland kein neu abgeschlossenes PPA sehen.“

1 – AWEA-Bericht, 4. Quartal, Seite 13 und 14

2 – <https://www.neasenergy.de/medien-und-presse/neuigkeiten/neas-energy-vermarktet-europas-groessten-onshore-windpark/>



egrid

EEG, Strommarkt und PPAs

Ähnlich äußert sich Vestas: „Das Thema corporate PPA ist vor allem in den USA, Skandinavien, Niederlande und Großbritannien interessant“, teilt das Unternehmen mit. Vestas unterstütze die Windparkbetreiber durch die Vermittlung von Kontakten und die Ausgestaltung von Verträgen. Insgesamt liefen in Europa aber nur wenige Projekte mit Direktverträgen. Und insbesondere Deutschland sei wegen der Hürden im EEG und der eher kleineren Projektgrößen „noch wenig geeignet für Direktverträge“, heißt es.

Neue Windenergieanlagen jenseits des EEG müssten sich gerade in Deutschland darum zunächst weiter allein über den Marktwert des Stroms refinanzieren. Dabei rechnet auch Vestas damit, dass der Strompreis an der Börse absehbar niedrig bleibe. „Erst durch einen angemessenen CO₂-Preis könnten sich ausreichende Erlöse ergeben“, so Sprecherin Christina Schmidt. ■

STARKER PARTNER SEIT FAST 20 JAHREN

Das Potsdamer Unternehmen plant, realisiert und betreibt seit 2001 Windkraftprojekte. Dabei liefert NOTUS energy alles aus einer Hand und konnte so bereits über 550 Windkraftanlagen mit mehr als 1.200 MW errichten.



Parkstraße 1 | 14469 Potsdam | Tel.: +49 331 62043-40
E-Mail: windkraft@notus.de | www.notus.de

POWER ON YOUR SIDE.



egrid applications & consulting GmbH

Illerstraße 18 · D-87435 Kempten
Tel.: +49 (0) 831 960 754 - 0 · info@egrid.de

egrid.de

Umspannwerke

Zeitnah, kompetent
und professionell

NEUE ANLAGEN

Viel mehr Strom für viel weniger Geld

Auf den massiven Kostendruck der Ausschreibungen für Windenergie an Land reagieren die Hersteller mit **größeren und effizienteren Anlagen**. Die Preise für Anlagen und für Strom aus Windenergie sinken schneller als in den Vorjahren.



ENERCON entwickelt zwei neue Anlagentypen auf Basis seiner 3-Megawatt-Plattform (EP3): die E-126 EP3 und die E-138 EP3 (hier im Bild).
Foto: Dirk Schleef/Enercon GmbH

5,71 Cent im Mai, 4,28 Cent im August und 3,8 Cent je Kilowattstunde (ct/kWh) im November – so lauteten die durchschnittlichen Sätze, mit denen die Bieter sich 2017 in den Auktionen der Bundesnetzagentur für Windenergie an Land durchsetzten. Das ist ein nomineller Rückgang von mehr als 50 Prozent gegenüber den festen Vergütungssätzen des EEG 2017, die für Anlagen mit Inbetriebnahme Anfang 2018 noch bei rund 7,5 Cent lagen. Der Kostendruck steigt, nicht nur in Deutschland. 2,64 Rupien oder 3 Euro-Cent je Kilowattstunde brachte eine Auktion über 250 MW Windleistung im November 2017 in Indien.¹ Auch in Ländern wie dem windreichen Marokko, in Peru und Mexiko gingen die Vergütungen in Einzelfällen auf bis zu 2,2 ct/kWh zurück.² Die Kosten des Stroms von Windenergieanlagen an Land sind 2017 nicht nur in den Ausschreibungsergebnissen in Deutschland, sondern weltweit deutlich gesunken. Experten wie Andreas Reuter, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Windenergie – IWES, sehen die 3-Cent-Marke als mittelfristiges Ziel für windhöffige Standorte.³ Das wäre ein Rückgang der Vergütungssätze des EEG 2017 um dann 60 Prozent.

Nach Analysen von Overmöhle Consult in Hamburg haben die Preise für Windenergieanlagen schon jetzt erheblich nachgegeben. „Laut des Vestas-Jahresberichts 2017 ist der durchschnittliche Verkaufspreis für Windkraftanlagen bei Neuaufträgen von 0,95 Millionen Euro je Megawatt im vierten Quartal 2016 auf 0,74 Millionen Euro je MW im vierten Quartal 2017 gesunken. Das ist ein Preisrückgang von rund 22 Prozent in nur einem Jahr“, erklärt Geschäftsführer Klaus Overmöhle.

1— <http://www.livemint.com/Industry/sMC62YoWv4LybaPZnKivMM/Indias-wind-power-tariff-falls-to-a-record-low-of-Rs264-pe.html>

2— Agora „Future Cost of Onshore Wind“, April 2017, Seite 6

3— Neue Energie 9/2017, Seite 59

Enercon verändert sein Gesicht

Wie setzen die Hersteller das um? Eine aktuelle Studie der International Renewable Energy Agency (IRENA) zeigt, dass die Kosten der Windkraft zu 70 bis 80 Prozent⁴ bei der Hardware vom Turmfuß bis zur Rotorblattspitze liegen. Entsprechend hoch ist die Erwartung an die Hersteller, mehr Kilowattstunden für weniger Geld anzubieten. Und die reagieren.

Die sichtbarsten Spuren hat der Kostendruck bei Enercon hinterlassen. Die auf der Husum Wind 2017 neu vorgestellte E-126 EP3 hat sich von den mächtigen, eiförmigen Hüllen im Sir-Norman-Foster-Design verabschiedet, die über Jahrzehnte das Markengesicht des deutschen Marktführers waren. Auch die E115, die aktuelle Brot-und-Butter-Maschine der Auricher, die 2017 in Deutschland die mit Abstand am häufigsten installierte Anlage war,⁵ trägt noch Foster. Im Gegensatz zu dieser Anlage für mittlere Windgeschwindigkeiten (IEC II) ist der Zuwachs bei der E126 EP3 äußerlich zunächst mal überschaubar: Die überstrichene Rotorfläche wächst um 22 Prozent, die Nennleistung um 33 Prozent.

„Es ist richtig, dass der Wettbewerbsdruck zunimmt“, erklärt Enercon Sprecher Felix Rehwald. Die neuen EP3-Anlagen gibt es als Modell für mittlere Windgeschwindigkeiten mit 126 Metern Rotordurchmesser und 4 MW Nennleistung sowie für Schwachwindstandorte mit 138 Metern und 3,5 MW. Die Anlagen seien „viel konsequenter auf Effizienz ausgelegt“, so Rehwald. Kosten sollen gespart werden durch „einen hohen Anteil an Gleichteilen, die beide Anlagentypen nutzen“ und erheblich weniger Zeit in Produktion und Aufbau benötigen: „Wir wollen möglichst alle Montageschritte im Werk machen und fertige, funktionsgeprüfte Teile auf die Baustelle liefern.“

Dem ist auch das markante Design zum Opfer gefallen: Die eiförmige Hülle habe mehrere Container für den Transport zur Baustelle benötigt und mehrere Tage für die Vormontage. Bei der E-126 / 3,5 MW werde das Gehäuse nun komplett im Werk montiert und in einem Teil angeliefert. Ebenso die neue „Kompaktnabe“, die bisher auch auf der Baustelle zusammengeschraubt wurde. Auch ein Teil des Generators werde jetzt schon im Werk mit der Lagerung verschraubt – so könnten die notwendigen Einstellungen im Werk „unter kontrollierten Bedingungen“ erledigt werden.

4— IRENA 2017, Renewable Power Generation Costs in 2017, Seite 97

5— FA Wind, Ausbausituation im Herbst 2017, Seite 10

Ebenfalls stark verändert hat sich die Rotorblatt-Philosophie: Jüngere Enercon-Anlagen waren bisher auch am „Spoiler“ zu erkennen. Bei der Einführung dieser mächtigen Hinterkanten-segmente versprach Enercon sich 10 Prozent mehr Leistung bei gleichem Durchmesser. „Bei den heutigen Durchmessern bis 138 Metern fällt der Mehrertrag nicht mehr so stark ins Gewicht“, sagt Rehwald. Und für die logistischen Herausforderungen gebe es inzwischen Lösungen wie Transporter, mit denen sich die Blätter aufstellen ließen. Dazu käme wieder eine kürzere Montagezeit auf der Baustelle, weil das Zusammen-setzen der Blätter entfallt.

Weitere Änderungen an den EP3-Anlagen: Die Türme werden künftig aus einem Baukastensystem von Segmenten zusammengesetzt, um mit Standardteilen Kosten zu sparen. Die Aufbauzeiten sollen kürzer werden. Und im Ringgenerator werden die Kupferspulen durch maschinell geformte Alu-Spulen ersetzt. Das alles ist darauf ausgelegt, auch für die Ausschreibungen im deutschen Markt Anlagen zu liefern. Die Serienfertigung soll schon Ende 2018 beginnen. So können die Planer die Anlagen in den Ausschreibungen 2018 berücksichtigen.

Nordex: Hersteller und Entwickler gemeinsam in Auktionen

Auch Nordex hat 2017 eine neue Anlage vorgestellt. „Wir gehen mit der N149 / 4.0-4.5 MW in die Auktionen. Die Auktionsergebnisse setzen Entwickler und Hersteller massiv unter Druck, aber mit dieser neuen Anlage werden wir in Zusammenarbeit mit unseren Kunden die neue Messlatte erreichen“,



Nordex N149/4.0-4.5. Die Delta4000-Produktreihe ist die nächste Entwicklungsstufe der bewährten Delta-Plattform. Foto: Nordex SE



ANALYSE: WIE DIE AUSSCHREIBUNGEN DEN SERVICEMARKT BESTIMMEN

Kooperation statt Modul

Immer mehr Service-Anbieter kooperieren mit spezialisierten Partnern. Die Auswertung für den BWE zeigt: Das verändert auch die angebotenen Leistungen.

Der Umstieg auf das Ausschreibungsmodell ist am Servicemarkt nicht spurlos vorbeigegangen. Neue Kooperationsverträge zwischen unabhängigen Dienstleistern, aber auch mit den Herstellern bestimmen das Marktgeschehen. Jenseits der großen Fusion von Siemens und Gamesa und deren Service-Abteilungen sowie der Übernahme von OWS Offshore Wind Solutions durch Reetec ist die Spezialisierung der einzelnen Anbieter eine häufig angewandte Strategie. Dabei hatten Brancheninsider Anfang 2017 noch eine Modularisierung des Service-Angebots prognostiziert: Vollwartungsverträge seien schlicht zu teuer, um im Ausschreibungssystem zu bestehen. Stattdessen sei eher mit Basisverträgen zu rechnen, die dann je nach Bedarf aufgestockt werden könnten. Individualisierung und Flexibilisierung also. Ahnen&Enkel befragten Ende 2017 für den BWE 56 Service-Dienstleister in Deutschland zu den von ihnen angebotenen Dienstleistungen (Ergebnisse auf Seite 60). Die Analyse zeigt jedoch: Der individualisierte, breite Service wird zwar weiterhin von vielen Unternehmen angeboten, tatsächlich ist der prozentuale Anteil solcher Service-Leistungen im Vergleich zum Vorjahr jedoch eher zurückgegangen.

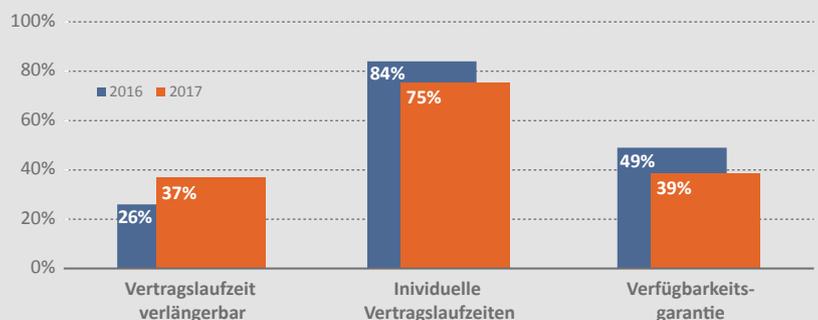
◀ Kontrolle des Anlagenkühlers und des Anemometers durch Servicetechniker im Windpark Parchim.
Foto: Ulrich Mertens

So gaben im Vorjahr noch 84 Prozent der befragten Unternehmen an, individuelle Vertragslaufzeiten anzubieten. Anfang 2018 waren es nur noch 75 Prozent. Auch eine Verfügbarkeitsgarantie bewerben nur noch 39 Prozent (gegenüber 49 Prozent im Vorjahr). Zwar ist die Zahl der Anbieter gleichgeblieben, es beteiligen sich aber insgesamt immer mehr Unternehmen ohne dieses Angebot an der BWE-Erhebung.

Eine ähnliche Entwicklung ist bei dem Austausch von Großkomponenten zu beobachten: Ein deutlich größerer Anteil der Service-Unternehmen bietet den Austausch von Großkomponenten nicht an. Nur 31,6 Prozent der befragten Unternehmen

Angebote der Serviceunternehmen

Prozentsatz der Unternehmen, die das jeweilige Angebot offerieren (Vergleich 2016 und 2017).



Quelle: BWE, Darstellung: Ahnen&Enkel

Serviceunternehmen im Überblick

Unternehmen	Zahl der Techniker & Ingenieure in Deutschland	Anlagen im Service & Einsatzgebiet	On-/ Offshore	Servicenetzt und Ersatzteilbeschaffung	Vertragslaufzeiten	Verfügbarkeitsgarantie	Gewährleistete Reaktionszeiten
 ABO WIND ABO Wind AG www.abo-wind.de	40 Techniker, 10 Ingenieure, 390 sonstige Mitarbeiter	ca. 600, davon: ca. 400 in DE und ca. 200 in anderen europ. Ländern	Onshore	Dezentrale Servicestützpunkte, engmaschiges Partnernetzwerk zur Ersatzteilbeschaffung	Individuell	Ja	Verhandelbar/individ.
 AEROCONCEPT Aeroconcept GmbH www.aeroconcept.de	ca. 20 Techniker, ca. 7 Ingenieure, ca. 6 sonstige Mitarbeiter	ca. 100, weltweit	Onshore	Europaweiter projektbezogener Rotorblattservice			
 AUCTORITEC Auctoritec GmbH www.auctoritec.de	2 Techniker, 2 sonstige Mitarbeiter	k.A., Einsatzgebiet in DE	Onshore				
 bachmann. Bachmann electronic GmbH www.bachmann.info	459 Mitarbeiter insg.	459, davon: 69 in DE und 360 in anderen europ. Ländern	On- & Offshore		Individuell / Verlängerung mögl.	Ja	Keine
 BayWa r.e. Operation Services GmbH www.baywa-re.com/de/services/betriebsfuehrung/	10 Techniker, 40 Ingenieure, 5 sonstige Mitarbeiter	ca. 600 Projekte weltweit (DE, Irland, Griechenl., Frankr., GB, Italien, Österr., Polen, Portugal, Spanien, Tschechien, USA, Mittelamerika, Afrika, Australien, Asien)	Onshore	24/7-Überwachung im Dreischicht-Betrieb durch zentrale Leitstelle mit multilingualen Mitarbeitern zum Monitoring der Anlagen mit 24h-Rufbereitschaft, Vor-Ort-Service zur Gewährleistung der garantierten Verfügbarkeiten	Individuell	99% (bei PV)	Ja, unverzüglich
 BayWa r.e. Rotor Service gmbH	70 Techniker, 2 Ingenieure, ca. 35 sonstige Mitarbeiter	k.A., europaweit	Onshore	Unser Hauptstandort ist in Basdahl (zwischen Hamburg und Bremen), Servicemonteure deutschlandweit	Individuell	Nein	

Austausch von Großkomponenten	Preisgestaltung	Anlagentypen	Verträge und Leistungen	Geplante Neuerungen 2018
In Kooperation mit Partnern	Individuell	Nordex, Vestas/MHI, NEG/Micon, Siemens, Senvion, Nordtank, HSW, Gamesa/Adwin, Avantis, Enercon, Eno, GE, FWT, Qreron, Powerwind, Amperax, Goldwind, WTN, sämtliche Fabrikate	Individuelle Verträge, Rahmenverträge, Betriebsführungsverträge, Einzelaufträge. Halbjahres-, Jahres- und 5-Jahreswartungen, Wartungen für Umrichter, Winden, Blockstop, Bordkran und Kettenzüge, Ölwechsel und Ölproben, Wartung von Trafo- und Übergabestation, zustandsorientierte Rotorblattprüfung mit Blitzschutzmessung, Getriebe- und Trafoendoskopien, DGUV-V3 für WEA sowie Trafo- und Übergabestationen, Prüfung der persönlichen Schutzausrüstung (PSAgA), Steigschutz- & ZÜS-Prüfungen, Revision der Abseilgeräte, Revision der Verbandskästen, Feuerlöscher etc., Retrofits, Öl-Additive, Triebstrangausrichtung, Nachrüstung der Schutzgeräte, Umrüstung der Kommunikationseinrichtungen, Nachrüstung der Subsysteme (Brandmeldeanlage, LED-Flughindernisbefeuerung etc.)	Erweiterung der Serviceaktivitäten im europäischen Ausland, Verstärkung des FWT-Service, Ausbau des Servicenetzes
Nein	Auf Anfrage	Senvion, GE		
Nein	Auf Anfrage	Nordex, Vestas/MHI, NEG/Micon, Siemens, Senvion, Nordtank, HSW, Enercon, WTN	WKP, ZOP, WKP Rotor, Abnahme nach IB, Abnahme zum Gewährleistungsende, Abnahme Auslauf Vollwartung, CMS, Abnahme Gefahrenfeuer, Anlagenanalysen, Beratung bei Problemen	Einführung Smart mobile
Nein	Individuell	Nordex, Vestas/MHI, Siemens, Senvion, Gamesa/Adwin, Enercon, Eno, GE, Sany Wind		
Nein	Auf Anfrage / Individuell	Nordex, Vestas/MHI, Siemens, Senvion, Gamesa/Adwin, Enercon, GE	Technische Betriebsführung: Zentrale Leitstelle, technische Gutachten, Wartung und Instandsetzung, Inspektionen, HSE Management, Übernahme der Anlagenverantwortung, Prüfungen wie DGUV V3. Kaufmännische Betriebsführung und Asset Management: Buchhaltung, Reporting, Jahres- und Geschäftsberichte, Liquiditätsplanung und -analyse. Weitere Leistungen auf Anfrage	Innovative Service-Lösungen, Internationalisierung durch Erweiterung des Geschäftsbetriebes auf weitere europäische und außereuropäische Länder, Drohnenvflüge, um evtl. Schwachstellen zu finden und Erträge zu optimieren, im Bereich Wind und Photovoltaik innovative Konzepte wie das TBF-Partner-Netzwerk und IT-Sicherheit
Nein	Auf Anfrage	Nordex, Vestas/MHI, NEG/Micon, Siemens, Senvion, Nordtank, Gamesa/Adwin, Enercon, GE, FWT	Rotorblattreparatur nach Herstellervorgaben, Inspektion von Rotorblättern, Rotorblatttransporte mit eigenem Fuhrpark	Zusätzliche Servicemonteure werden eingestellt und umfangreich geschult

E-48

LEISTUNG

Nennleistung	800 kW	Einschaltwindgeschw.	3,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	14,0 m/s	Ausschaltwindgeschw.	28,0 – 34,0 m/s

ROTOR

Durchmesser	48,0 m	Überstrichene Rotorfläche	1.809,56 m ²
Blattzahl	3	Drehzahl	16 – 31,5 (var.) U/min
Typenbezeichnung	E-48		
Material	Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK), Epoxydharz		
Hersteller	ENERCON		

GONDEL

Aufbau	integriert		
Getriebe / Bauart	getriebelos		
- Stufen		- Übersetzung	
- Hersteller			
Generator	synchron, Ringgenerator		
- Anzahl	1	- Netzaufschaltung	Umrichter
- Drehzahl	16 – 31,5 (var.) U/min	- Netzfrequenz	50/60 Hz
- Spannung	400 V	- Hersteller	ENERCON

ENERCON GmbH

Aurich, Deutschland



REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEM

Leistungsbegrenzung	Pitch
Drehzahlbegrenzung	variabel über Mikroprozessor, aktive Blattwinkelverstellung
Hauptbremse	Einzelblattwinkelverstellung
2. Bremssystem	Einzelblattwinkelverstellung, Rotorhaltebremse und Rotorarretierung
Windrichtungsnachführung	4 elektrische(r) Getriebemotor(en) aktiv über Stellgetriebe, lastabhängige Dämpfung
Hersteller der Steuerung	ENERCON
SCADA-System	ENERCON Scada

LEISTUNGSKENNLINIE

SCHALLEISTUNGSPEGEL

ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

auf Anfrage	auf Anfrage	auf Anfrage	auf Anfrage
TURM / Nabenhöhe	50,0 m	55,6 m	60,0 m
Bauart / Form	Stahlrohrturm, konisch	Stahlrohrturm, konisch	Stahlrohrturm, konisch
Korrosionsschutz	mehrschichtiger Farbaufbau	mehrschichtiger Farbaufbau	mehrschichtiger Farbaufbau

MASSEN / GEWICHTE

Einzelblattgewicht			
Nabengewicht (inkl. Einbauten)			
Rotor (inkl. Nabe)			
Gondel (ohne Rotor & Nabe)			
Turm			
Gesamtgewicht			

TYPENPRÜFUNG

Richtlinie, Klasse	IEC IIA	IEC IIA	IEC IIA
Überlebenswindgeschwindigkeit			
Geprüft (Monat/Jahr)			

REFERENZERTRÄGE (kWh/a)	auf Anfrage	auf Anfrage	auf Anfrage
LIEFERUMFANG	Anlieferung, Montage, Datenfernübertragung, Wartung, Transformator, Fundament	Anlieferung, Montage, Datenfernübertragung, Wartung, Transformator, Fundament	Anlieferung, Montage, Datenfernübertragung, Wartung, Transformator, Fundament

GARANTIE			
-----------------	--	--	--

REFERENZEN	Anlagen weltweit: 2.066 Erstaufbau: 2004
-------------------	--

SONDERAUSSTATTUNGEN	Blitzschutzsystem und weitere Optionen auf Anfrage
----------------------------	--

SONSTIGES	Wartungskonzept und ENERCON PartnerKonzept (EPK) auf Anfrage
------------------	--

E-53

LEISTUNG

Nennleistung	800 kW	Einschaltwindgeschw.	2,0 m/s
Nennwindgeschwindigkeit	13,0 m/s	Ausschaltwindgeschw.	28,0 – 34,0 m/s

ROTOR

Durchmesser	52,9 m	Überstrichene Rotorfläche	2.197,87 m ²
Blattzahl	3	Drehzahl	11 – 29,5 (var.) U/min
Typenbezeichnung	E-53		
Material	Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK), Epoxydharz		
Hersteller	ENERCON		

GONDEL

Aufbau	integriert		
Getriebe / Bauart	getriebelos		
- Stufen		- Übersetzung	
- Hersteller			
Generator	synchron, Ringgenerator		
- Anzahl	1	- Netzaufschaltung	Umrichter
- Drehzahl	11 – 29,5 (var.) U/min	- Netzfrequenz	50/60 Hz
- Spannung	400 V	- Hersteller	ENERCON

ENERCON GmbH

Aurich, Deutschland



REGEL- UND SICHERHEITSSYSTEM

Leistungsbegrenzung	Pitch		
Drehzahlbegrenzung	variabel über Mikroprozessor, aktive Blattwinkelverstellung		
Hauptbremse	Einzelblattwinkelverstellung		
2. Bremssystem	Einzelblattwinkelverstellung, Rotorhaltebremse und Rotorarretierung		
Windrichtungsnachführung	4 elektrische(r) Getriebemotor(en) aktiv über Stellgetriebe, lastabhängige Dämpfung		
Hersteller der Steuerung	ENERCON		
SCADA-System	ENERCON Scada		

LEISTUNGSKENNLINIE

SCHALLLEISTUNGSPEGEL

ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

auf Anfrage	auf Anfrage	auf Anfrage	auf Anfrage
-------------	-------------	-------------	-------------

TURM / Nabenhöhe

50,0 m

60,0 m

73,0 m

Bauart / Form	Stahlrohrturm, konisch	Stahlrohrturm, konisch	Stahlrohrturm, konisch
Korrosionsschutz	mehrschichtiger Farbaufbau	mehrschichtiger Farbaufbau	mehrschichtiger Farbaufbau

MASSEN / GEWICHTE

Einzelblattgewicht			
Nabengewicht (inkl. Einbauten)			
Rotor (inkl. Nabe)			
Gondel (ohne Rotor & Nabe)			
Turm			
Gesamtgewicht			

TYPENPRÜFUNG

Richtlinie, Klasse	SA	SA	SA
--------------------	----	----	----

Überlebenswindgeschwindigkeit

Geprüft (Monat/Jahr)			
----------------------	--	--	--

REFERENZERTRÄGE (kWh/a)

auf Anfrage

auf Anfrage

auf Anfrage

LIEFERUMFANG

Anlieferung, Montage, Datenfernübertragung, Wartung, Transformator, Fundament

Anlieferung, Montage, Datenfernübertragung, Wartung, Transformator, Fundament

Anlieferung, Montage, Datenfernübertragung, Wartung, Transformator, Fundament

GARANTIE

REFERENZEN	Anlagen weltweit: 1.535 Erstaufbau: 2006		
------------	--	--	--

SONDERAUSSTATTUNGEN

Blitzschutzsystem und weitere Optionen auf Anfrage

SONSTIGES

Wartungskonzept und ENERCON PartnerKonzept (EPK) auf Anfrage

PLZ	Ort	Durchmesser	Nabenhöhe	Leistung	Hersteller	Inbetriebnahme	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahresertrag	KWh je m ² Rotorfläche
BAYERN																				
63928	Guggenberg	90,0	105,0	2.000	Vestas	03/2007	331.674	356.734	415.505	170.973	126.313	208.429	251.912	171.744	227.326	334.664	362.419	505.775	3.463.468	544
63930	Neunkirchen	116,8	141,0	2.400	Nordex	09/2013	511.445	515.386	651.633	355.807	218.450	378.162	350.339	181.142	336.765	544.583	k. A.	k. A.	4.043.712	377
63930	Neunkirchen	116,8	141,0	2.400	Nordex	10/2013	550.151	538.758	645.121	323.815	216.930	335.721	372.644	204.564	327.498	446.094	k. A.	k. A.	3.961.296	370
85095	Denkendorf	92,0	138,0	2.350	Enercon	11/2013	449.035	410.107	545.714	341.051	254.085	308.620	316.898	220.079	241.208	434.810	419.110	568.348	4.509.065	678
85135	Titting	112,0	100,0	3.300	Vestas	11/2014	751.908	601.373	852.546	528.734	401.904	485.408	534.320	337.686	353.940	798.004	741.674	981.954	7.369.451	748
85135	Titting	112,0	100,0	3.300	Vestas	12/2014	724.382	560.205	744.285	381.033	344.274	387.935	420.609	291.404	302.500	604.839	579.968	837.686	6.179.120	627
85137	Walting	120,0	139,0	2.750	GE	11/2016	k. A.	476.548	637.005	441.961	185.115	389.858	409.117	253.526	289.067	571.257	549.106	676.556	4.879.116	431
85137	Walting	120,0	139,0	2.750	GE	11/2016	k. A.	497.850	675.897	443.145	286.556	424.350	424.140	265.654	301.231	606.857	570.652	733.859	5.230.191	462
85137	Walting	120,0	139,0	2.750	GE	12/2016	k. A.	475.354	612.329	405.734	249.087	394.033	415.944	259.118	282.705	563.157	537.781	691.504	4.886.746	432
91587	Adelshofen	90,0	105,0	2.000	Vestas	11/2006	451.068	455.048	544.213	255.183	218.046	301.646	320.156	230.016	270.713	489.411	490.419	672.491	4.698.410	739
95213	Laubersreuth	100,0	141,0	2.500	Fuhrländer	03/2011	517.557	351.782	397.261	296.668	170.051	317.042	313.939	243.116	329.328	536.190	545.314	752.873	4.771.121	607
95213	Laubersreuth	100,0	141,0	2.500	Fuhrländer	03/2011	557.843	399.829	556.151	309.073	187.259	362.721	295.832	274.644	348.788	598.970	617.528	835.924	5.344.560	680
95359	Kasendorf I	120,0	139,0	2.500	GE	09/2014	378.878	566.353	654.481	286.502	280.330	385.159	408.061	302.320	348.915	699.146	604.333	840.470	5.695.448	504
95359	Kasendorf I	120,0	139,0	2.500	GE	09/2014	331.271	560.460	668.947	262.194	209.259	344.820	338.341	323.998	385.190	738.377	640.075	865.933	5.668.865	501
95359	Kasendorf I	120,0	139,0	2.500	GE	10/2014	395.488	576.346	668.550	238.641	213.006	394.529	427.594	346.776	353.410	681.233	619.319	807.685	5.722.577	506
95359	Kasendorf I	120,0	139,0	2.500	GE	10/2014	391.142	577.640	672.251	293.525	207.944	392.307	395.711	301.845	346.949	675.155	608.762	611.511	5.487.192	485
95359	Kasendorf II	120,0	139,0	2.500	GE	09/2014	255.552	613.245	649.913	280.208	238.555	390.193	428.533	345.197	380.783	592.657	605.020	782.268	5.562.124	492
95359	Kasendorf II	120,0	139,0	2.500	GE	09/2014	457.845	630.213	733.073	285.391	225.288	433.425	445.488	355.606	392.956	758.326	674.878	918.522	6.311.011	558
95359	Kasendorf II	120,0	139,0	2.500	GE	10/2014	414.574	629.940	637.125	274.513	229.678	449.965	464.062	389.232	412.120	650.216	680.342	874.404	6.106.171	540
96328	Hain Ost	120,0	139,0	2.750	GE	09/2016	541.513	747.851	804.805	498.113	277.642	480.409	509.435	405.508	391.033	837.268	676.154	989.616	7.159.347	633
96328	Hain Ost	120,0	139,0	2.750	GE	09/2016	497.960	693.955	789.000	509.775	259.051	488.133	481.314	359.365	358.804	861.982	634.773	945.051	6.879.163	608
96328	Hain Ost	120,0	139,0	2.750	GE	09/2016	545.253	776.554	890.726	482.937	320.401	562.478	487.608	465.123	460.389	950.202	693.869	1058.173	7.693.710	680
96328	Hain Ost	120,0	139,0	2.750	GE	09/2016	520.142	704.582	784.077	458.998	286.091	474.870	481.149	379.726	413.000	809.587	623.652	880.281	6.816.155	603
96328	Hain Ost	120,0	139,0	2.750	GE	09/2016	460.563	573.786	647.656	321.745	204.648	353.545	341.414	283.382	324.588	609.587	534.915	804.503	5.460.332	483
97244	Büthard/Gauretter	90,0	105,0	2.000	Vestas	10/2008	407.094	452.745	482.510	251.048	181.515	296.198	352.783	223.991	286.114	516.650	522.264	693.743	4.666.655	734
97244	Büthard/Gauretter	90,0	125,0	2.000	Vestas	10/2008	418.619	452.816	528.867	255.558	197.342	315.680	385.430	256.578	308.098	558.578	537.008	723.055	4.937.927	776
97274	Würzburg-Leinach	90,0	105,0	2.000	Vestas	02/2006	269.649	427.444	455.584	149.140	140.738	265.665	283.950	202.117	278.218	507.330	428.693	545.287	3.953.815	622
97274	Würzburg-Leinach	90,0	105,0	2.000	Vestas	02/2006	250.398	353.902	473.941	190.714	141.675	270.818	287.516	209.793	258.650	470.483	410.323	585.585	3.903.798	614
97274	Würzburg-Leinach	90,0	105,0	2.000	Vestas	06/2006	380.085	397.026	460.156	207.038	120.420	261.806	274.804	195.997	247.525	446.675	388.562	540.498	3.920.592	616
97280	Remlingen	116,8	141,0	2.400	Nordex	11/2012	421.861	512.400	585.862	351.236	209.843	359.476	368.690	273.399	336.290	575.107	417.124	689.487	5.100.775	476
97280	Remlingen	116,8	141,0	2.400	Nordex	11/2012	266.712	534.487	625.036	350.211	230.070	381.762	389.308	302.203	353.226	604.787	493.699	743.013	5.274.514	492
97280	Remlingen	116,8	141,0	2.400	Nordex	12/2012	405.732	482.294	564.790	277.200	169.132	313.942	340.187	239.467	315.411	494.942	472.139	719.193	4.794.429	447
97280	Remlingen	116,8	141,0	2.400	Nordex	12/2012	476.069	505.375	603.728	266.334	196.921	359.809	373.767	277.702	326.311	571.066	500.978	738.109	5.196.169	485
97280	Remlingen	116,8	141,0	2.400	Nordex	03/2013	443.164	530.357	632.370	339.647	215.891	374.794	339.694	281.530	326.126	587.047	477.942	758.649	5.307.211	495
97280	Remlingen	116,8	141,0	2.400	Nordex	03/2013	466.206	502.008	606.048	330.056	201.128	348.585	365.312	215.655	319.558	574.371	511.489	704.762	5.145.178	480
97282	Würzburg-Retzstadt	90,0	105,0	2.000	Vestas	07/2006	322.886	368.249	415.985	219.590	151.106	235.306	239.501	176.047	197.900	317.825	304.487	463.652	3.412.534	536
97282	Würzburg-Retzstadt	90,0	105,0	2.000	Vestas	07/2006	359.897	348.721	405.792	201.287	158.515	227.934	235.328	174.716	193.461	330.371	301.243	451.166	3.388.431	533
97282	Würzburg-Retzstadt	90,0	105,0	2.000	Vestas	07/2006	360.290	369.842	406.255	217.129	171.573	239.324	210.969	182.702	191.173	363.567	319.315	442.515	3.474.654	546
97282	Würzburg-Retzstadt	90,0	105,0	2.000	Vestas	07/2006	348.667	390.487	385.490	249.471	155.694	260.925	272.066	144.528	224.920	384.864	357.056	519.844	3.694.012	581
97282	Würzburg-Retzstadt	90,0	105,0	2.000	Vestas	08/2006	362.895	370.418	430.717	k. A.	174.586	250.579	244.033	184.729	202.404	364.996	323.355	442.935	3.351.647	527
97318	Kitzingen/Reppernd	90,0	105,0	2.000	Vestas	10/2008	320.526	369.104	428.396	234.270	126.522	212.300	278.496	158.144	228.154	400.654	409.680	555.948	3.722.194	585
97318	Kitzingen/Reppernd	90,0	105,0	2.000	Vestas	10/2008	350.780	377.690	432.694	250.862	129.718	261.946	287.114	169.108	228.350	480.848	354.138	567.100	3.799.508	597
97318	Kitzingen/Reppernd	90,0	105,0	2.000	Vestas	11/2008	323.092	378.368	438.404	235.266	127.030	260.220	279.776	159.032	231.068	403.012	427.908	563.688	3.826.864	602
97440	Würzburg-Vasbühl	90,0	105,0	2.000	Vestas	02/2006	353.383	387.209	398.178	216.342	164.325	162.879	221.270	182.621	209.015	394.635	326.028	496.073	3.511.960	552
97440	Würzburg-Vasbühl	90,0	105,0	2.000	Vestas	02/2006	349.573	385.945	417.426	223.661	163.103	265.648	183.788	165.017	216.006	396.198	326.461	495.033	3.587.859	564
97517	Würzburg-Dittelbru	90,0	105,0	2.000	Vestas	07/2006	299.767	363.976	391.657	221.865	106.890	191.113	249.642	181.788	265.549	386.002	342.772	521.391	3.522.412	554
97523	Schwanfeld	116,8	141,0	2.400	Nordex	10/2013	533.378	555.877	634.979	360.254	225.541	3								

BWE MARKTÜBERSICHT

Jahrbuch Windenergie 2018

Die Windindustrie in Deutschland ist mit ihren führenden Technologien und einer breiten Akteursvielfalt national wie international ein Innovationsmotor. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der rasanten Effizienzsteigerungen der letzten Jahre stellt sich bei vielen Bestandsanlagen die Frage, ob ein Weiterbetrieb lohnt oder womöglich ein Repowering die bessere Lösung ist. Daher setzt das vorliegende Jahrbuch einen Schwerpunkt auf das Thema „Weiterbetrieb – Vermarktung von Windstrom außerhalb des EEG“. Beleuchtet werden unter anderem Fragen zu den Weiterbetriebsgutachten und inwieweit PPAs eine interessante Lösung darstellen.

Wie gewohnt dokumentiert die 28. Auflage des Jahrbuchs Windenergie die **Marktentwicklung im On- und Offshore-Bereich** in Deutschland, Europa und der Welt. Zahlreiche Grafiken und Tabellen veranschaulichen die **Jahreszahlen 2017**. Infografiken zur Stromerzeugung aus Windenergie, zur Entwicklung der Windenergie an Land und der Verteilung der Offshore-Windenergieanlagen vor der deutschen Küste bieten wichtige Fakten auf einen Blick.

Ebenso enthalten sind die **Ergebnisse der BWE-Serviceumfrage** im Detail sowie eine umfangreiche **Tabelle zum Servicemarkt** in Deutschland. Der Auszug aus der Betreiberdatenbasis mit **mehr als 2.000 Betriebsergebnissen** von Windenergieanlagen in ganz Deutschland hilft, den eigenen Standort zu vergleichen und zu bewerten. Die **technischen Datenblätter aktueller Windenergieanlagen** unterstützen Sie bei der Recherche nach der passenden Anlage und verschaffen Ihnen einen guten Marktüberblick.

Das Jahrbuch Windenergie ist das Nachschlagewerk der Windbranche. Auf über 200 Seiten erhalten Sie alle relevanten Informationen aus der Welt der Windenergie – onshore und offshore, national wie international.

ISBN: 978-3-942579384

28. Auflage, Mai 2018

45,00 €



www.wind-energie.de