



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Energie  wende
Umschalten auf Zukunft

Die Energiewende – ein gutes Stück Arbeit

Offshore-Windenergie

Ein Überblick über die Aktivitäten in Deutschland



Inhaltsverzeichnis

- Vorwort 3**
- 1. Stand und Meilensteine – eine Einführung 4**
 - Mit der Energiewende in die Zukunft 4
 - Den Weg für Offshore-Windenergie ebnen 5
 - Die ersten Offshore-Windparks 8
- 2. Offshore-Windparks in Deutschland 10**
 - Das Genehmigungsverfahren 10
 - Kosten für den Bau und Betrieb eines Windparks 12
 - Die Möglichkeiten der Finanzierung 13
 - Das EEG gibt Antrieb 13
 - Entstehung der Netze gefördert 14
- 3. Auf dem Weg zum Windpark 18**
 - Die Hauptbestandteile einer Windenergieanlage 18
 - Fundamente für Offshore-Anlagen 18
 - Turbinen 20
 - Die Anbindung eines Windparks 21
 - Häfen – Knotenpunkte für die Offshore-Windenergie 21
 - Großkomponentenhäfen 22
 - Servicehäfen 23
 - Forschung, Entwicklung, Tests und Training 23
- 4. Die Umwelt profitiert 24**
 - Forschungsinitiative RAVE 24
 - FINO 1, 2, 3 25
 - Die Meeresumwelt 26
 - Benthos und Fische 29
- 5. Der Rotor als Motor 30**
 - Wirtschaft kommt in Fahrt 30
 - Aufschwung für den Arbeitsmarkt 33
 - Aus- und Weiterbildung 34
- 6. Internationale Zusammenarbeit 36**
 - Die EU fördert 36
 - NorthSeaGrid 37
 - North Seas Countries Offshore Grid Initiative 38
 - Koordinierungsstelle Erneuerbare Energien 38
 - Gemeinsame Forschungskooperation zum Einsatz von Offshore-Windenergie 39
 - EU-Nordsee-Offshore-Initiative 39
 - South Baltic Offer 39
 - International Energy Agency 40
 - Internationale Verbände 41

Impressum

Herausgeber
 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi),
 Öffentlichkeitsarbeit
 11019 Berlin
 www.bmwi.de

Redaktion
 BMWi

Gestaltung
 media consulta Corporate Publishing GmbH, Berlin

Stand
 Februar 2015

Druck
 Druckhaus Rihn, Blomberg

Bildnachweis
 DOTI/alpha ventus 2009, Foto Matthias Ibeler (Titel),
 Bundesregierung/Bergmann (S. 3), BMWi/Holger Vonderlind
 (S. 4), EnBW (S. 5), DOTI/alpha ventus 2010, Foto Matthias Ibeler
 (S. 6), EnBW (S. 7), Trianel/Lang (S. 8), Stiftung OFFSHORE-
 WINDENERGIE/AREVA Wind/Jan Oelker (S. 9), EnBW/EnBW Baltic
 1 (S. 10), DOTI/alpha ventus 2009, Foto Matthias Ibeler (S. 13),
 TenneT TSO GmbH (S. 15), BLG Logistics Solutions GmbH & Co.
 KG (S. 18), DONG Energy (S. 22), Bundesamt für Seeschifffahrt und
 Hydrographie/Kristin Blasche (S. 24),) Christoph Edelhoff
 (S. 25), IfAÖ, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie/
 Klaus Lucke (Schweinswal) (S. 26), Bundesamt für Seeschifffahrt und
 Hydrographie/Sebastian Fuhrmann (S. 29), DOTI/alpha ventus 2011,
 Foto Matthias Ibeler (S. 30), EnBW (S. 31), Christoph Edelhoff (S. 32),
 AREVA Wind/Jan Oelker (S. 33), London Array Ltd. (S. 36),
 London Array Ltd. (S. 36), London Array Ltd. (S. 37), AREVA Wind/
 Jan Oelker (S. 39), DOTI/Matthias Ibeler (S. 40)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesminis-
 teriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben
 und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung
 auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien
 sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen
 oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und
 Energie ist mit dem audit berufundfamilie®
 für seine familienfreundliche Personalpolitik
 ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von
 der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative
 der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

bis Ende dieses Jahres werden mehr als 3.000 Megawatt Offshore-Leistung in der deutschen Nord- und Ostsee installiert sein. Damit erreicht die Offshore-Windenergie in Deutschland die Phase der Industrialisierung. Das birgt das Potential, die Energiekosten in Zukunft weiter zu senken. Im Jahr 2014 haben wir wichtige gesetzliche Weichen gestellt, die erlauben, die Förderungshöhe in Ausschreibungen zu ermitteln. Denn auch durch mehr Wettbewerb wollen wir die Stromkosten reduzieren. Die Lernkurve der vergangenen Jahre hat zu neuen technischen Entwicklungen geführt. Das sehen wir gerade auch bei Windenergieanlagen, die eine wichtige Rolle bei der Energiewende spielen.

Die gesammelten Erfahrungen in diesen Wassertiefen und Küstenentfernungen sind weltweit einzigartig. Investoren, Hersteller, Bauunternehmen, Logistiker und Zulieferer, aber auch die Politik haben wichtige Lernerfahrungen gesammelt, um die Offshore-Windenergie entschlossen weiter auszubauen. Das betrifft sowohl technische und wirtschaftliche als auch rechtliche Fragen.

Es zeigt sich bereits, dass wir mit der Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im vorigen Jahr die richtigen Weichen gestellt haben: Seit Inkrafttreten des Gesetzes wurden weitere Investitionsentscheidungen für neue Offshore-Windparks ab 2015 getroffen.

Und auch die Industrie sendet positive Signale. Das gilt etwa für technische Innovationen bei Turbinen oder für die logistischen Herausforderungen bei Bau und Betrieb der Anlagen. Deshalb bin ich zuversichtlich, dass wir die von der Industrie geplanten Kostensenkungen nun zeitnah realisieren können.

Fest steht: Bis 2020 finden Industrie wie Investoren sehr klare gesetzliche Rahmenbedingungen vor. Damit einher

gehen stabile wirtschaftliche Perspektiven für die anstehenden Projekte. Das ist für die Industrie Chance und Verpflichtung zugleich. Die Chance besteht darin, die Windenergie auf See nun zu industrialisieren. Gleichzeitig sind wir im Interesse der Stromverbraucher zu einer deutlichen Kostensenkung verpflichtet. Das Bundeswirtschaftsministerium ist auch hier ein verlässlicher Partner. Gerade wenn es darum geht, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Kostensenkung und Effizienzsteigerung zu begleiten, oder wenn es sich um den Abbau bürokratischer Hürden handelt.

Für den Erfolg der Energiewende ist entscheidend, dass wir alle Aspekte des Energieversorgungssystems aufeinander abstimmen. Deshalb werden wir das Strommarktdesign, die Energieeffizienz sowie den Stromnetzausbau auf nationaler wie auf europäischer Ebene weiterentwickeln und besser miteinander verzahnen. Nur so können wir mit dem eingeschlagenen Kurs der Energiewende auf Dauer erfolgreich sein.

Ab dem Jahr 2017 steht bei der Förderung von Erneuerbaren Energien der Systemwechsel an. Gemeinsam werden wir in diesem und im kommenden Jahr Diskussionen zur Ausgestaltung des Ausschreibungsdesigns für die einzelnen Technologien führen. Das Ziel ist, Offshore-Windparks in Zukunft effizienter und kostengünstiger zu betreiben. Wettbewerb im Vergabeverfahren und eine möglichst große Akteursvielfalt werden die Energiewende zum Erfolg führen und den technologischen Fortschritt voranbringen.

Die Weichen sind dafür gestellt. Jetzt ist es an der Zeit, Fahrt aufzunehmen und den ambitionierten Fahrplan einzuhalten. Die vorliegende Broschüre leistet einen Beitrag, um die komplexen Zusammenhänge, die großen technischen Herausforderungen sowie die beachtliche Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft in diesem Bereich zu veranschaulichen. Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Ihr

Sigmar Gabriel
Bundesminister für Wirtschaft und Energie

Kapitel 1 Stand und Meilensteine – eine Einführung



Die Energiewende ist eines der bedeutendsten Zukunftsprojekte unserer Zeit. Der Umbau unseres Energiesystems ermöglicht den Ausstieg aus der Kernenergie, macht Deutschland unabhängiger vom Import fossiler Rohstoffe und reduziert den CO₂-Ausstoß. Bis 2050 sollen erneuerbare Energien 80 Prozent unserer Stromversorgung decken. Zudem steht die Energiewende für die Modernisierung unserer Industriegesellschaft und schafft durch Innovationen zukunftsfähige Arbeitsplätze. Damit die Generationenaufgabe zu einer ökologischen und ökonomischen Erfolgsgeschichte wird, muss Energie bezahlbar und sicher bleiben. Nur so bleibt auch der Industriestandort Deutschland wettbewerbsfähig.

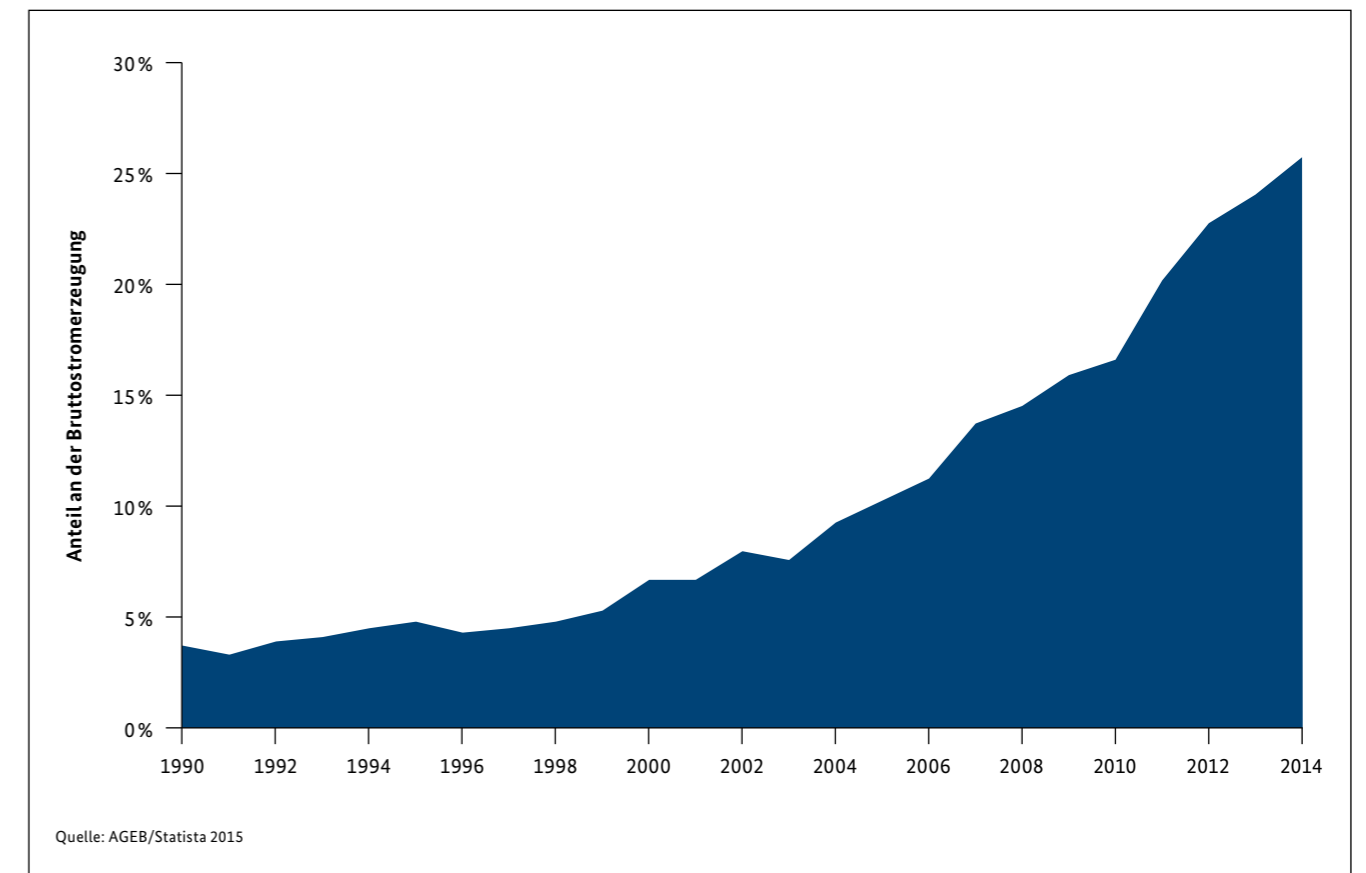
Mit der Energiewende in die Zukunft

Die wesentlichen Rahmenbedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien setzt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das im Jahr 2000 in Kraft trat. Das EEG fungierte als Türöffner für die damals noch jungen Technologien, indem es gezielt Anreize schuf. Es garantierte die Abnahme sowie vorrangige Einspeisung erneuerbarer Energien und führte feste Vergütungen ein. Durch diese Förderung wurden die erneuerbaren Energien von einem Nischenprodukt zu einer der tragenden Säulen der Energieversorgung. Die Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen sanken erheblich. Ihr rasanter Ausbau führte für die Stromkunden aber auch zu einer steigenden EEG-Umlage. Daher hat die Bundesregierung das EEG 2014 grundlegend reformiert.

Stromintensive Industrieunternehmen, die sich dem internationalen Wettbewerb stellen, zahlen im Rahmen der „Besonderen Ausgleichsregelung“ keine oder eine verringerte EEG-Umlage. Zudem treibt die Reform die Integration der regenerativen Quellen in den Strommarkt voran, indem sie die Betreiber größerer Neuanlagen zur direkten Vermarktung des von ihnen produzierten Stroms verpflichtet.

Von zentraler Bedeutung ist, die Kosten des weiteren Ausbaus zu senken. Dies geschieht zum einen über eine Stärkung des Wettbewerbs. Um die Förderhöhe für Strom aus erneuerbaren Energien zu ermitteln, soll künftig auf ein Ausschreibungssystem umgestellt werden. Zum anderen setzt das EEG nun verstärkt auf die günstigen Energieträger Photovoltaik und Windenergie. Gerade Letztere hat sich zu einem Motor der Energiewende entwickelt. Mehr

Anteil erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2014



als acht Prozent beträgt ihr Anteil an der Stromversorgung. Um den Ausbau planvoll zu steuern und die Wirtschaftlichkeit von Windparks zu gewährleisten, wurde ein Ausbaukorridor festgelegt. Die jährliche Zubauemenge soll zwischen 2,4 und 2,6 Gigawatt (brutto) betragen.

Unsicherheiten. Das Strategiepapier nannte Maßnahmen, die zur Steigerung der Planungssicherheit für Offshore-Windparks beitragen.

Den Weg für Offshore-Windenergie ebnen

Selbstverständlich gibt es auch Regelungen für die Windenergienutzung auf See (siehe Kapitel 2). Vor der Küste, also „Offshore“, herrschen weitaus höhere durchschnittliche Windgeschwindigkeiten. Bei der Messstation FINO 1 in der Nordsee beträgt sie um die 10 Meter pro Sekunde und ist damit in der Regel deutlich höher als an durchschnittlichen Standorten an Land. Folglich können Offshore-Anlagen wesentlich mehr und konstanter Strom produzieren. Nicht zuletzt aufgrund dieses Potenzials verabschiedete die damalige Bundesregierung im Jahr 2002 ein Strategiepapier zur Nutzung der Windenergie auf See. Damit betrat Deutschland zu diesem Zeitpunkt noch Neuland: Das Wissen über die Auswirkungen auf die Meeresumwelt war begrenzt, und es bestanden noch zahlreiche technische, wirtschaftliche sowie rechtliche



Die Netzanbindung stellt eine Herausforderung dar.

Energiewirtschaftliche Bedeutung

Wie eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) zeigt, kommt Offshore-Anlagen eine immense energiewirtschaftliche Bedeutung zu. Demnach können die Anlagen zu fast jeder Stunde im Jahr Strom liefern. Zudem sind die Stromerträge gut vorhersagbar. Vor allem kann Offshore-Windenergie für mehr wirtschaftliche Effizienz sorgen. Die Studie betrachtete drei Szenarien für das Jahr 2050, in denen erneuerbare Energien 80 Prozent des Energiebedarfs decken. Beim Szenario mit einem hohen Offshore-Anteil sinken zum einen die Gesamt-, zum anderen die Flexibilitätskosten. Letztere fallen generell bei erneuerbaren Energien für Back-up- und Speicherkapazitäten an. Im Vergleich zu den Szenarien mit hohen Onshore- beziehungsweise Photovoltaik-Anteilen sinken sie beim großflächigen OWEA-Einsatz um 2,9 beziehungsweise 5,6 Milliarden Euro pro Jahr.

Den Ausbau weiter vorantreiben

Da der Ausbau der Offshore-Windenergie langsamer voranschritt, als noch im Strategiepapier 2002 an-

genommen, wurde über die Jahre eine Vielzahl von Maßnahmen festgelegt beziehungsweise an die realen Bedürfnisse angepasst. Dazu gehört die koordinierte Netzanbindung durch die Übertragungsnetzbetreiber, der Bau des Offshore-Testfelds alpha ventus sowie das Kreditprogramm „Offshore-Windenergie“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), mit dem Windpark-Betreiber Finanzierungslücken auf der Fremdkapitalseite zu marktüblichen Zinssätzen schließen können. Das Programm verfügt über ein Volumen von fünf Milliarden Euro, und unterstützt werden die ersten zehn Windpark-Projekte. Da es sich bei der Offshore-Windenergie um eine relativ neue Technologie handelte, waren die Investitionsrisiken nur schwer kalkulierbar und die Banken bei ihrer Kreditvergabe zurückhaltend. Die Bundesregierung schuf das KfW-Programm auch, um wichtige technologische Erfahrungen zu sammeln und Möglichkeiten der Kostensenkung beim Bau einer Windenergieanlage (WEA) zu erkennen.

Die EEG-Reform von 2014 passt die Ausbauziele an die tatsächlich realistische Entwicklung an und schafft durch eine Steuerung des Ausbaus bis 2030 zugleich Planungssicherheit für eine Industrialisierung der



alpha ventus war der erste deutsche Offshore-Windpark überhaupt. Er liefert seit 2009 Strom ans deutsche Netz.

Volllaststunden

Volllaststunde ist das Maß, um anzugeben, wie hoch die Auslastung eines Kraftwerkes ist. Ein Beispiel: Eine Windenergieanlage mit einer Maximalleistung von fünf Megawatt, also umgerechnet 5.000 Kilowatt, erzeugt jährlich 22,25 Millionen Kilowattstunden Energie. Dividiert man die erzeugte Energie (22.250.000 Kilowattstunden) durch die Maximalleistung (5.000 Kilowatt), erhält man den Wert der Auslastung: 4.450 Volllaststunden.

Umrechnungstabelle:

1.000.000 Kilowattstunden (kWh)
sind umgerechnet
= 1.000 Megawattstunden (MWh)
= 1,0 Gigawattstunden (GWh)
= 0,1 Terrawattstunden (TWh)



Der Gesetzgeber will den Netzausbau beschleunigen.

Offshore-Windenergie. 6,5 Gigawatt installierte Leistung sind bis 2020 vorgesehen, 15 Gigawatt bis 2030. Diese verbindlichen Vorgaben machen die Kosten für den Verbraucher abschätzbar und geben sowohl Betreibern als auch Investoren Planungssicherheit. Letzteres gilt ebenso für die Verlängerung der Förderung durch das sogenannte Stauchungsmodell (siehe Kapitel 2) bis 2019.

Herausforderung Netzanbindung

Früher hatte jeder Windpark unter bestimmten Voraussetzungen einen Anspruch auf Netzanschluss bis zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dies führte zu starken Verzögerungen bei der Netzanbindung. Hierauf hat der Gesetzgeber mit dem Bundesfachplan Offshore (BFO) reagiert: Seit 2012 legt der BFO für die ausschließliche Wirtschaftszone in Nord- und Ostsee fest, welche Regionen sich für den Bau von Windparks mit Sammelanbindung eignen. Neben diesen Clustern nennt der Plan auch die Trassenverläufe der Anbindungsleitungen und die Standorte für die Umspannplattformen. Er wird jährlich aktualisiert. Um den Bau der Windparks und den der Netzanschlüsse besser miteinander zu verzahnen, wurde mit der Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes Ende 2012 auch der Offshore-Netzentwicklungsplan (O-NEP) eingeführt.

Er legt den Bedarf an Offshore-Anbindungsleitungen für die nächsten zehn Jahre sowie einen Zeitplan für deren Realisierung fest.

Durch eine Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes im Jahr 2014 vergibt die Bundesnetzagentur vor dem Hintergrund der verbindlichen Ausbauziele die freien Netzkapazitäten in einem transparenten Vergabeverfahren. Hierdurch wird der Ausbau mengenmäßig gesteuert und die Netzinfrastruktur effizient genutzt. Hierzu hat im August 2014 die Bundesnetzagentur (BNetzA) ihre Festlegung für das Verfahren zur Zuweisung von Offshore-Anschlusskapazitäten veröffentlicht. Demnach teilt die BNetzA den sich bewerbenden Betreibern die Anschlusskapazitäten auf Anbindungsleitungen zu. Mit Blick auf das Ausbauziel für Offshore-Anlagen beträgt die maximale Anschlusskapazität bis 2020 6,5 Gigawatt. Bis zum 1. Januar 2018 ist die Bundesnetzagentur allerdings berechtigt, diesen Wert auf 7,7 Gigawatt zu erhöhen. Zudem erstellte die BNetzA Regeln für eine Versteigerung von Anschlusskapazitäten – für den Fall, dass die Nachfrage das Angebot übertrifft. Im Januar 2015 hat die Bundesnetzagentur insgesamt zusätzliche 1,5 Gigawatt Netzanschlusskapazitäten zugewiesen. Damit sind insgesamt 7,5 Gigawatt Netzanschlussleistung an Windparks vergeben.



Baustart für den Trianel-Windpark 2011: Bevor das Jack-up-Schiff „Goliath“ die Fundamente einrammt, legt ein anderes Boot einen Blasenschleier für die Schallreduzierung um die Baustelle.

Die ersten Offshore-Windparks

Aktuell befindet sich eine Vielzahl von Windparks bereits in Betrieb beziehungsweise im Bau. Bis Ende 2015 werden insgesamt rund drei Gigawatt Offshore-Leistung Strom in das deutsche Netz einspeisen.

Die Windparks, die bereits in Betrieb sind, sich im Bau befinden oder erfolgreich das Genehmigungsverfahren durchliefen, haben eine Gesamtleistung von etwa zehn Gigawatt. Damit könnten schätzungsweise zehn Millionen deutsche Haushalte versorgt werden – ein Viertel aller Privathaushalte hierzulande.

Der erste deutsche Offshore-Windpark überhaupt – alpha ventus – begann im April 2010 seinen Betrieb und ist ein Pilotprojekt der Energieerzeuger EWE, E.ON und Vattenfall unter Begleitung der Stiftung OFFSHORE-WIND-ENERGIE. Zahlreiche Forschungsprojekte bei alpha ventus werden zudem mit Fördermitteln des Bundes-

wirtschaftsministeriums unterstützt. Der Windpark liegt rund 45 Kilometer vor der Insel Borkum und befindet sich in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nordsee. Die Erfahrungen mit dem Offshore-Testfeld kommen dem weiteren Ausbau der Windenergie auf See zugute.

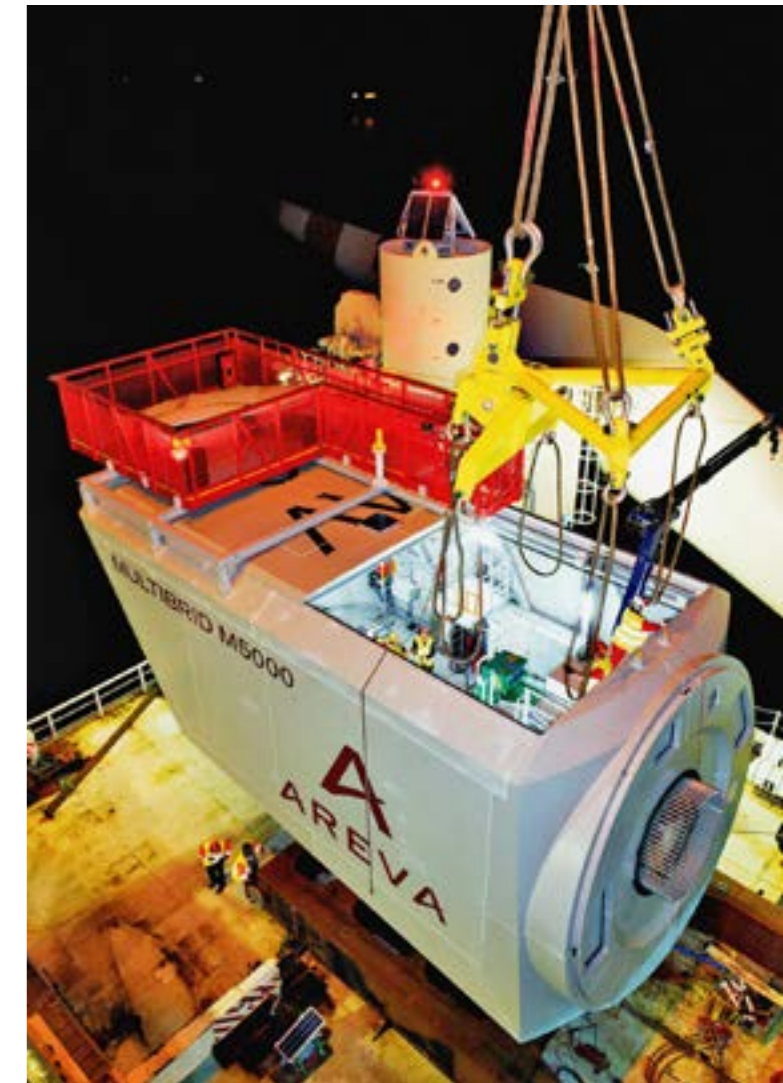
Im Rahmen der Forschungsprojekte bei alpha ventus konnte seit 2010 eine umfangreiche, im internationalen Vergleich einzigartige Datenbasis erarbeitet werden. Sie dient etwa der technischen Optimierung von Anlagenkomponenten und der Entwicklung von Leitsystemen. Der Offshore-Windpark der ersten Stunde ermöglicht es zudem, bereits frühzeitig die mit dem Ausbau der Offshore-Windenergie verbundenen Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu erforschen und geeignete Maßnahmen zur Begrenzung dieser Auswirkungen zu entwickeln.

2011, im ersten kompletten Betriebsjahr, erzeugte alpha ventus mit seinen zwölf Windenergieanlagen – es sind

jeweils sechs 5-Megawatt-Anlagen der Firma AREVA Wind und der Firma Senvion – etwa 268 Gigawattstunden Strom. Umgerechnet versorgte der Windpark fast 70.000 Haushalte – gemessen am Durchschnittsverbrauch von 3.500 Kilowattstunden pro Jahr. Das ist ein enormer Erfolg, lagen die Zahlen der Prognosen doch weitaus niedriger: Die Betreiber rechneten mit 3.900 Volllaststunden. Tatsächlich kam alpha ventus auf fast 4.500 Volllaststunden.

Auch die ersten kommerziellen Offshore-Windparks liefern Strom an das deutsche Netz. Baltic 1 umfasst 21 Windenergieanlagen der Firma Siemens mit jeweils 2,3 Megawatt Leistung und liegt 16 Kilometer vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns – und somit in der deutschen 12-Seemeilen-Zone der Ostsee. Laut Betreiber EnBW wird der Offshore-Windpark Baltic 1 pro Jahr 185 Gigawattstunden Strom produzieren. Damit kann er den Bedarf von 50.000 Haushalten abdecken. 35 Kilometer vor Helgoland wurde Ende 2014 der Park Nordsee Ost von RWE Innogy fertiggestellt, dessen 48 Windräder eine Leistung von 295 Megawatt bringen. Durchschnittlich lassen sich 4.000 Volllaststunden erreichen und rund 320.000 Haushalte mit Strom versorgen.

Der aktuell größte bereits in Betrieb genommene Offshore-Windpark mit 400 Megawatt Leistung ist BARD Offshore 1. Meerwind Süd/West und Riffgat sind seit 2014 am Netz und liefern 288 beziehungsweise 108 Megawatt Parkleistung. Die kleineren Offshore-Windparks ENOVA Offshore Ems-Emden im Industriehafen Emden und Hooksiel nördlich von Wilhelmshafen liefern Leistungen von 4,5 und 5 Megawatt. Insbesondere in der Nordsee sind zahlreiche weitere Offshore-Windparks geplant beziehungsweise befinden sich derzeit bereits im Bau, sodass bis Ende 2015 etwa drei Gigawatt installierter Leistung ins Netz einfließen sollen. Im Dezember 2014 konnte schon ein wichtiger Meilenstein erreicht werden: Erstmals speisten die insgesamt 285 Offshore-Windenergieanlagen mehr als ein Gigawatt – genauer 1.049,2 Megawatt – Strom ein.



Die Installation einer Gondel.

Kapitel 2 Offshore-Windparks in Deutschland



Seit 2011 ist der Ostsee-Windpark Baltic 1 in Betrieb und deckt rechnerisch den Strombedarf von rund 50.000 Haushalten. Wenn im Laufe des Jahres 2015 die 80 Windräder von Baltic 2 ans Netz gehen, wird sich diese Zahl auf gut 390.000 erhöhen. Die EEG-Novelle von 2014 hat eine feste Zielmarke für die im Jahr 2030 installierte Leistung auf See definiert. So reduziert sich das einstige Fernziel von 25 Gigawatt auf 15 Gigawatt – ein noch immer ambitioniertes Vorhaben. Doch neben den bereits fertiggestellten Parks befindet sich eine Vielzahl in der Bauphase, vor allem in der Nordsee, wo über 80 Prozent der derzeit installierten Leistung zu verorten sind. Sie alle erfordern neben einem großen finanziellen Aufwand ein umfassendes Genehmigungsverfahren.

Das Genehmigungsverfahren

Das Meer vor der Küste teilt sich in die 12-Seemeilen-Zone, die an der Küste beginnt, und die angrenzende ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ). Innerhalb der 12-Seemeilen-Grenze erteilt das Bundesland, das an der Küste liegt, die Genehmigung. Für die ausschließliche Wirtschaftszone ist das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), eine Behörde des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, zuständig.

Die meisten Projekte werden weit entfernt von der Küste geplant, da die AWZ über schlichtweg mehr Raum verfügt. Durch die Lage der Projekte wird ein großer Abstand zu den sensiblen Küstenökosystemen wirkungsvoll eingehalten: Im Bereich des unter Naturschutz stehen-

den Wattenmeers dürfen keine Offshore-Windparks errichtet werden. Die rechtliche Grundlage für Genehmigungen in der AWZ sind das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen und das deutsche Seeaufgabengesetz. Auf diesen beiden Vorschriften beruht die Seeanlagenverordnung, die das Zulassungsverfahren regelt.

Für alle Windparkvorhaben in der AWZ ist ein Planfeststellungsbeschluss durch das BSH, das als Planfeststellungsbehörde fungiert, notwendig. Dem Beschluss zugrunde liegt eine intensive Prüfung, die auch sämtliche öffentlichen und privaten Belange abwägt. Ein Planfeststellungsbeschluss wird nur erteilt, wenn:

- der Windpark die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs sowie die Sicherheit der Landes- und Bündnisverteidigung nicht beeinträchtigt,

- er weder die Meeresumwelt noch den Vogelzug gefährdet,
- andere Anforderungen nach der Seeanlagenverordnung oder sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften erfüllt werden.

Um zu prüfen, inwieweit das Vorhaben die Anforderungen erfüllt, sind mehrere Phasen vonnöten. Zunächst erfolgt die Einreichung des Antrags und eine Prüfung, ob er detailliert und bestimmt genug ausgestaltet ist. In dieser ersten Phase der Planfeststellung sind zudem die Träger öffentlicher Belange gefragt (zum Beispiel Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, Umweltbundesamt, Bundesamt für Naturschutz). Infolge ihrer Stellungnahmen kann der Projektträger den Antrag überarbeiten. Eine zweite Beteiligungsrunde richtet sich neben den Trägern öffentlicher Belange an Interessensverbände wie Naturschutz-, Schifffahrt-, Fischerei- und Windenergieverbände. Ebenfalls beteiligt sind die für die 12-Seemeilen-Zone zuständigen Bundesländer sowie die Übertragungsnetzbetreiber, die für die Anbindung an das Stromnetz zuständig sind. Die Öffentlichkeit ist ebenfalls in die zweite Beteiligungsrunde eingeschlossen. Die Antragsunterlagen werden öffentlich ausgelegt. Es folgt die Antragskonferenz, die dem Bewerber die

Möglichkeit gibt, sein Projekt vorzustellen. Hier kommt auch zur Diskussion, welche Untersuchungen es mit Blick auf die marine Umwelt bedarf und welche Belange oder Nutzungsarten mit dem Vorhaben konkurrieren. Im Anschluss an die Antragskonferenz legt das BSH den Untersuchungsrahmen fest, um zu ermitteln, welche Auswirkungen das Vorhaben auf die Meeresumwelt und auf die Schifffahrt hat.

In der nächsten Phase erstellt der Antragsteller die erforderlichen Gutachten, so zum Beispiel eine Risikoanalyse zur Kollisionsgefahr für Schiffe, eine FFH-Verträglichkeitsprüfung (Flora-Fauna-Habitat) und – bei Vorhaben mit mehr als 20 Anlagen – eine Umweltverträglichkeitsprüfung. Ebenso werden der Baugrund, das technische Design und die Parkkonfiguration beleuchtet.

Danach können die Teilnehmer der ersten und zweiten Beteiligungsrunde erneut Stellungnahmen abgeben – die Phase der Erörterung läuft. In einem Erörterungstermin werden Erkenntnisse und Einwendungen unter allen Akteuren diskutiert. Auf Grundlage sämtlicher eingereichten Dokumente und Stellungnahmen entscheidet das BSH dann über die Planfeststellung. Nebenbestimmungen des Beschlusses regeln unter anderem, innerhalb

„Standards mit Wirtschaft und Wissenschaft entwickelt“

Interview mit Dr. Nico Nolte, Leiter des Referates Ordnung des Meeres im BSH, das für den Planfeststellungsbeschluss zum Bau eines Windparks zuständig ist.

Wie lange dauert ein Genehmigungsverfahren?

Das Zulassungsverfahren für einen Offshore-Windpark dauert in der Regel zweieinhalb bis drei Jahre, allein für die Umweltuntersuchungen auf dem Meer ist ein Jahr zu veranschlagen. Teil des Verfahrens ist auch eine breite Öffentlichkeitsbeteiligung, in der Bürger, Verbände und Behörden Stellungnahmen zu den eingereichten Antragsunterlagen abgeben können. Da die möglichen Auswirkungen auf die Schifffahrt und die Meeresumwelt intensiv geprüft werden müssen, sind für ein Infrastrukturprojekt dieser Größe drei Jahre nicht besonders lang!

Ein Windpark erhält seine Genehmigung für 25 Jahre. Was ist der Grund für diese zeitliche Begrenzung?

Wir gehen davon aus, dass sich die technische Lebensdauer der Windenergieanlagen auf 25 Jahre beläuft

und anschließend der Rückbau erfolgt, da keine aufgegebenen Bauwerke im Meer verbleiben dürfen. Eine Verlängerung des Betriebs oder sogar ein Austausch der Windturbinen kann jedoch genehmigt werden, wenn die Fundamente weiterhin tragfähig und stand-sicher sind und die Belange der Meeresumwelt und der Schifffahrt dem nicht entgegenstehen.

Können neue Standards beim Genehmigungsverfahren zu einer Kostensenkung führen?

Das BSH hat zusammen mit Wirtschaft und Wissenschaft drei Standards entwickelt, um die Windparkplaner bei der Realisierung ihrer Vorhaben zu unterstützen: die Standards zu Ökologie, Baugrund (geotechnische Untersuchungen) und Konstruktion (Errichtung der Anlagen). Nun ist die Wirtschaft aufgefordert, ihre Erfahrungen bei Bau und Betrieb von Offshore-Windparks national, aber auch international auszutauschen, um bei den nächsten Projekten Kostensenkungen, etwa bei Logistik oder Komponentenfertigung, zu erzielen.

Nordsee

Windpark in Betrieb		
	Windenergie- anlagen	Parkleistung in MW
ENOVA Offshore Ems-Emden	1	4,5
Hooksiel	1	5
alpha ventus	12	60
BARD Offshore 1	80	400
Meerwind Süd/Ost	80	288
Riffgat	30	108
Gesamt	204	865,5

Windpark installiert/im Bau

	Windenergie- anlagen	Parkleistung in MW
DanTysk	80	288
Global Tech 1	80	400
Nordsee Ost	48	295,2
Borkum West II – Phase I	40	200
Butendiek	80	288
Amrumbank West	80	288
Sandbank	72	288
Godewind 1	55	332
Nordsee One	54	332
Gesamt	589	2.711,2

Ostsee

Windpark in Betrieb		
	Windenergie- anlagen	Parkleistung in MW
Rostock	1	2,5
Baltic 1	21	48,3
Gesamt	22	50,8

Windpark installiert/im Bau

	Windenergie- anlagen	Parkleistung in MW
Baltic 2	80	288
Wikinger	80	400
Gesamt	160	688

Stand: Februar 2015, Quelle: BSH, offshore-windenergie.net, 4coffshore.com, TenneT, BNetzA, Deutsche Windguard

welcher Frist mit dem Bau zu beginnen ist, Auflagen wie Grenzwerte für den Schall bei Rammarbeiten, einen sicheren Baubetrieb sowie die Verwendung möglichst kollisionsfreundlicher Fundamente. Zudem legen sie die Genehmigungsfristung auf 25 Jahre fest.

Kosten für den Bau und Betrieb eines Windparks

Die Windriesen auf dem Meer stellen hohe Ansprüche an Mensch und Technik. Besonders stark schlagen sich die hohen Anforderungen in den Kosten für Bau und Betrieb einer Windenergieanlage nieder. Die Anlagen und das Fundament, auf dem sie fußen, müssen den Gegebenheiten auf hoher See angepasst sein, damit auf Dauer viel Energie erzeugt werden kann. Auch die Wege, die für Wartung und Reparatur zurückgelegt werden müssen, sind be-

achtlich. Dennoch ist die Wirtschaftlichkeit der Offshore-Windenergie gegeben. Und laut den Experten der Prognos AG und der Fichtner Gruppe gibt es sogar noch erhebliche Einsparmöglichkeiten. In ihrer von der Stiftung Offshore-Windenergie, dem Offshore Forum Windenergie und weiteren Partnern beauftragten Studie „Kostensenkungspotenziale der Offshore-Windenergie in Deutschland“ untersuchten sie zwei Ausbauszenarien für den Zeitraum von 2013 bis 2023. Bereits im moderaten und dem Ausbaukorridor des EEG von 2014 eher entsprechenden Szenario 1 stellt die Studie ein erhebliches Kostensenkungspotenzial fest (32 Prozent für das unten zitierte Standortbeispiel). Dem Szenario zugrunde liegt eine sich ändernde „Anlagen- und Windparkkonfiguration“. So werden die Anlagen mit einer Leistung pro Anlage von sechs bis acht Megawatt und Rotordurchmessern von über 150 Metern deutlich größer. Hierdurch werden insgesamt weniger Anlagen gebaut.

Zugleich ändern sich die Standorteigenschaften. Die Windparks entfernen sich zunehmend weiter vom Hafen und werden tiefer im Wasser verankert. Zum Beispiel definiert die Studie einen Windpark B. Die WEA stehen hier in einer Wassertiefe von 40 Metern und 80 Kilometer vom Hafen entfernt. Ein solcher Typus von Windpark wird vor allem in den Jahren 2017 bis 2020 dominieren.

An jenem Standort B sieht die Studie eine Senkung der spezifischen Investitionskosten um 17 Prozent. Zurückzuführen sei dies vor allem auf „steigende Turbinenleistungen und verbesserte Logistikkonzepte“. Auch ein zu erwartender steigender Wettbewerb und Lernkurveneffekte bei der Genehmigung könnten eine Rolle spielen.

Die spezifischen jährlichen Betriebskosten sinken der Expertise nach um 19 Prozent. Besonders förderlich sei es, wenn Betreiber auf dieselben „Wartungs- und Logistikkonzepte“ zurückgreifen könnten. Zudem führe die Vergrößerung der Turbinenleistung zu „einer starken Senkung der spezifischen Kosten“.

Die Möglichkeiten der Finanzierung

Da die Investitionskosten hoch sind, können Projektentwickler und Energieerzeuger die Summe kaum allein tragen. Für die Offshore-Windparks ist zunehmend eine Mischfinanzierung üblich, die sich aus Eigen- und Fremdkapital zusammensetzt.

Auch was die Kosten dieser Mischfinanzierung angeht, konstatiert die Studie „Kostensenkungspotenziale der Offshore-Windenergie in Deutschland“ eine Reduzierung – nicht zuletzt aufgrund einer über die Jahre steigenden Projekterfahrung. Diese verringert das Risiko und steigert im Umkehrschluss das Vertrauen von Fremdkapitalgebern, also den Banken. Die daraus resultierende verminderte Eigenkapitalquote senkt ebenfalls die Kapitalkosten. Zudem sinken Risikoaufschläge.

Da ein Kreditinstitut oft nur eine begrenzte Summe für einen Offshore-Windpark zur Verfügung stellt, sind häufig mehrere Banken an der Finanzierung beteiligt. Für einige Vorhaben werden Kredite der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder der Europäischen Investitionsbank (EIB) in Anspruch genommen, die Finanzierungslücken schließen und den Bau der ersten Windparks auf dem Meer unterstützen. Im Rahmen des Offshore-Kreditprogramms beteiligt sich die KfW-Bank an der Finanzierung des Windparks Meerwind Süd-Ost



Anspruchsvoll: Offshore-Windparks fordern Mensch und Technik heraus.

mit einem Darlehen von 265 Millionen Euro, während die KfW-Ipex ein 195-Millionen-Euro-Darlehen bereitstellt. Bei Global Tech I beträgt der KfW-Kredit insgesamt 330 Millionen Euro, bei Butendiek 239 Millionen Euro. Die EIB finanziert mit 500 Millionen Euro den bisher größten Windpark der Ostsee, EnBW Baltic 2. Oft wird ein Projekt von mehreren Investoren getragen. Für kleine Anteilseigner wie Stadtwerke hat das den Vorteil, dass sie sich beteiligen können, ohne etwa für die Projektsteuerung zuständig zu sein.

www.offshore-windenergie.net/

Das EEG gibt Antrieb

Schon ab 1991 verpflichtete das Stromeinspeisungsgesetz die Elektrizitätsversorger, Strom aus erneuerbaren Energien abzunehmen. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) folgte dieser Verordnung neun Jahre später und

schafft seitdem Anreize für den schnelleren Ausbau der regenerativen Energien. Die systematische Förderung kann durchaus als Erfolg gewertet werden: Nicht nur, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch von 6,8 (2000) auf etwa 25 Prozent (2013) gestiegen ist. Das Gesetz ist auch ein Exportschlager. Bis jetzt diente es in 65 Ländern als Vorlage, um den Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich zu fördern.

Durch die Novellierung des EEG im Jahr 2014 können Betreiber zwischen zwei Fördermodellen wählen. Das Basismodell gewährt ihnen für die ersten zwölf Betriebsjahre eine erhöhte Förderung von 15,4 Cent pro Kilowattstunde. Für alle Windparks, die außerhalb der 12-Seemeilen-Zone liegen und in mehr als 20 Metern Wassertiefe verankert sind, ist eine Verlängerung der Frist möglich. Nach dem Anfangszeitraum sinkt die Förderung auf den Grundwert. Dieser beträgt 3,9 Cent pro Kilowattstunde.

Die zweite Variante, das Stauchungsmodell, zielt durch attraktivere Konditionen vor allem auf Investoren ab. Es sieht eine Anfangsförderung von 19,4 Cent vor – wenn auch nur für acht statt zwölf Jahre. Bei entsprechender Küstenentfernung und Wassertiefe ist eine Verlängerung der erhöhten Förderung möglich. Gezahlt werden dann die im Basismodell üblichen 15,4 Cent pro Kilowattstunde. Ursprünglich galt das Stauchungsmodell für Anlagen, die vor dem 1. Januar 2018 den Betrieb aufnehmen würden. Das EEG von 2014 verlängerte das Modell nun bis Ende 2019.

EEG in Kurzform

Basismodell:

- 15,4 Cent/kWh in den ersten zwölf Jahren
- Vergütung verlängert sich in Abhängigkeit von der Wassertiefe (1,7 Monate für je einen vollen Meter über einer Tiefe von 20 Metern) und Küstenentfernung (um 0,5 Monate für je eine volle Seemeile ab der 12-Seemeilen-Zone)

Stauchungsmodell:

- 19,4 Cent/kWh in den ersten acht Jahren
- erhöhte Anfangsvergütung verlängert sich bei entsprechender Küstenentfernung und Wassertiefe

Ansporn, Windparks schnell zu errichten, schafft die Degression. Im Stauchungsmodell sinkt am 1. Januar 2018 die Förderung für Anlagen, die bis dahin noch keinen Strom liefern, um einen Cent pro Kilowattstunde. Bis Ende 2019 bleibt sie dann konstant. Im Basismodell wird Neujahr 2018 ein halber Cent pro Kilowattstunde abgezogen. Zum 1. Januar 2020 wird die Vergütung um einen Cent pro Kilowattstunde verringert, ab 2021 jährlich um weitere 0,5 Cent pro Kilowattstunde. Gewährt wird die Vergütung für maximal 20 Jahre.

Mit der für 2016 geplanten Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes wird das Förderregime schrittweise auf Ausschreibungen umgestellt. Der Wechsel soll transparent gestaltet werden und alle relevanten Akteure mit einbeziehen. In einem Pilotprojekt wird die Umstellung des Förderregimes auf Ausschreibungen derzeit mit Photovoltaik-Freiflächenanlagen getestet.

Entstehung der Netze gefördert

Seit August 2014 ist die Bundesnetzagentur für die Zuweisung von Anschlusskapazitäten an die Betreiber zuständig. Eine Versteigerung des verfügbaren Potenzials findet statt, wenn die Nachfrage das Angebot überträgt.

Tatsächlich gilt der Netzanschluss als eine der dringlichsten Aufgaben im Offshore-Bereich. Die Übertragungsnetzbetreiber – also die Unternehmen, die die überregionalen Stromtransportnetze betreiben – sind gesetzlich verpflichtet, die Leitungen von den Umspannwerken eines Offshore-Windparks zum technisch und wirtschaftlich günstigsten Verknüpfungspunkt des Netzes zu legen. Die entstehenden Kosten können auf die Netzentgelte umgelegt werden. Die Errichtung der Anbindungsleitungen von Offshore-Windparks ging in den vergangenen Jahren nur schleppend voran, da es eine Vielzahl technischer Herausforderungen gab. Außerdem war die Entschädigungsfrage noch ungeklärt: Wer kommt für den Schaden auf, wenn ein Windpark Energie produzieren könnte, aber aufgrund fehlender Leitungen nicht in das Stromnetz einspeisen kann? Die ungelöste Entschädigungsfrage wirkte sich auf die Investitionen für die Netze auf hoher See aus, die nahezu zum Erliegen kamen.

Um den Trend umzukehren, brachte die Bundesregierung eine Entschädigungsregelung auf den Weg, die Ende 2012 in Kraft getreten ist. Danach tragen die Netzbetreiber den Schaden, sobald ein Windpark für mindestens elf Tage wegen einer Störung der Netzanbindung keinen Strom

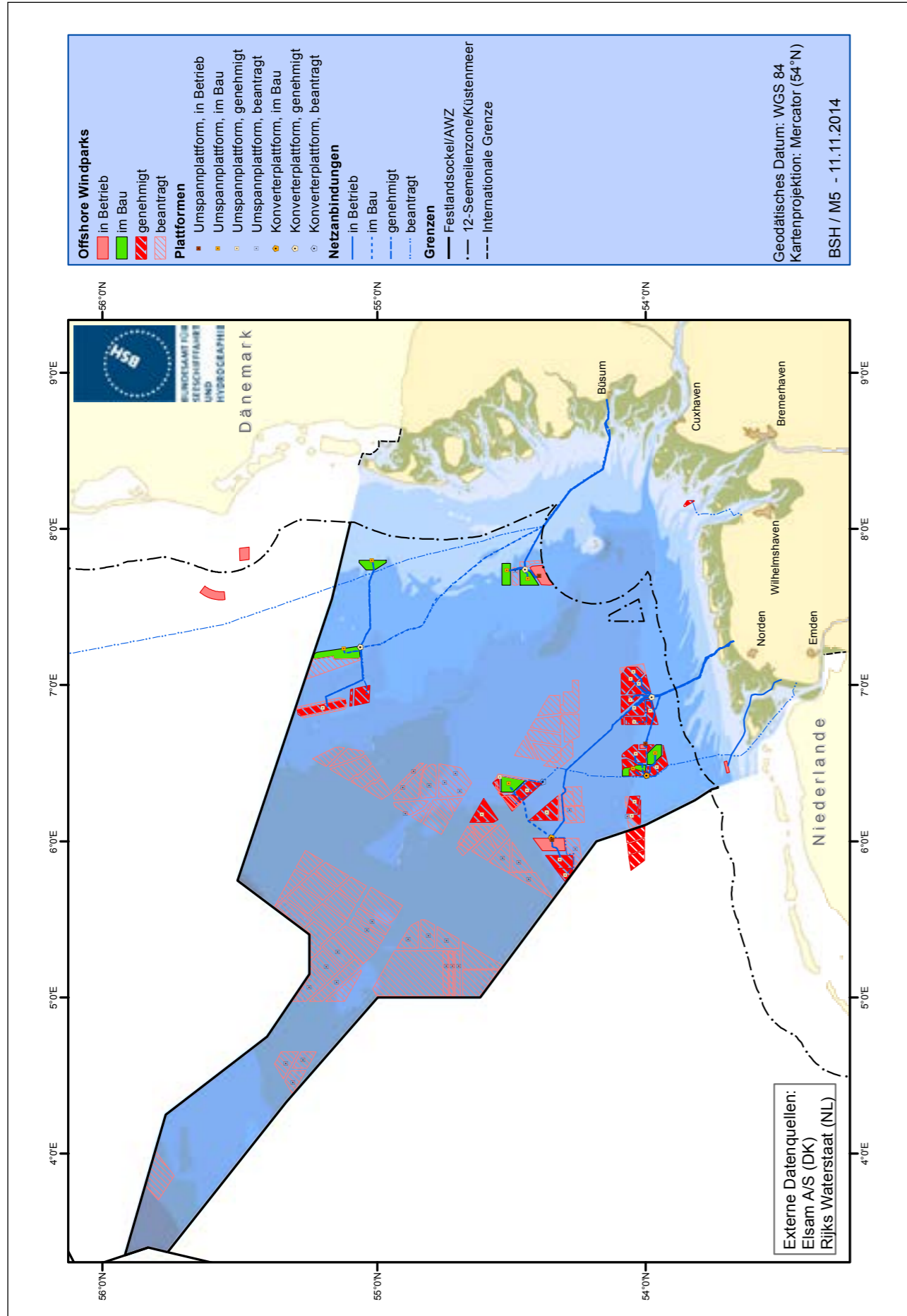


Über Seekabel werden Offshore-Windenergieanlagen an das Übertragungsnetz auf dem Festland angeschlossen.

einspeisen kann. Diese Kosten können mit maximal 0,25 Cent pro Kilowattstunde auf die Stromverbraucher umgelegt werden – aber nur, wenn der Übergangsbetreiber die Anbindungsprobleme nicht selbst verschuldet hat und eine Schadensminderungsstrategie verfolgt. Die Windparkbetreiber haben ihrerseits einen Schadensersatzanspruch in Höhe von 90 Prozent der entgangenen EEG-Vergütung. Allerdings verkürzt sich um diese Zeit auch die reguläre EEG-Vergütung, die für einen Offshore-Windpark gezahlt wird. Damit soll verhindert werden, dass die Strompreise für die Verbraucher in die Höhe schnellen. Weiterhin wurde mit der Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes Ende 2012 ein neues Instrument zur Netzentwicklung im Offshore-Bereich eingeführt, der Offshore-Netzentwicklungsplan. Er wird von den Übertragungsnetzbetreibern vorgelegt und enthält einen Zeitplan zur Umsetzung konkreter Netzanschlussvorhaben

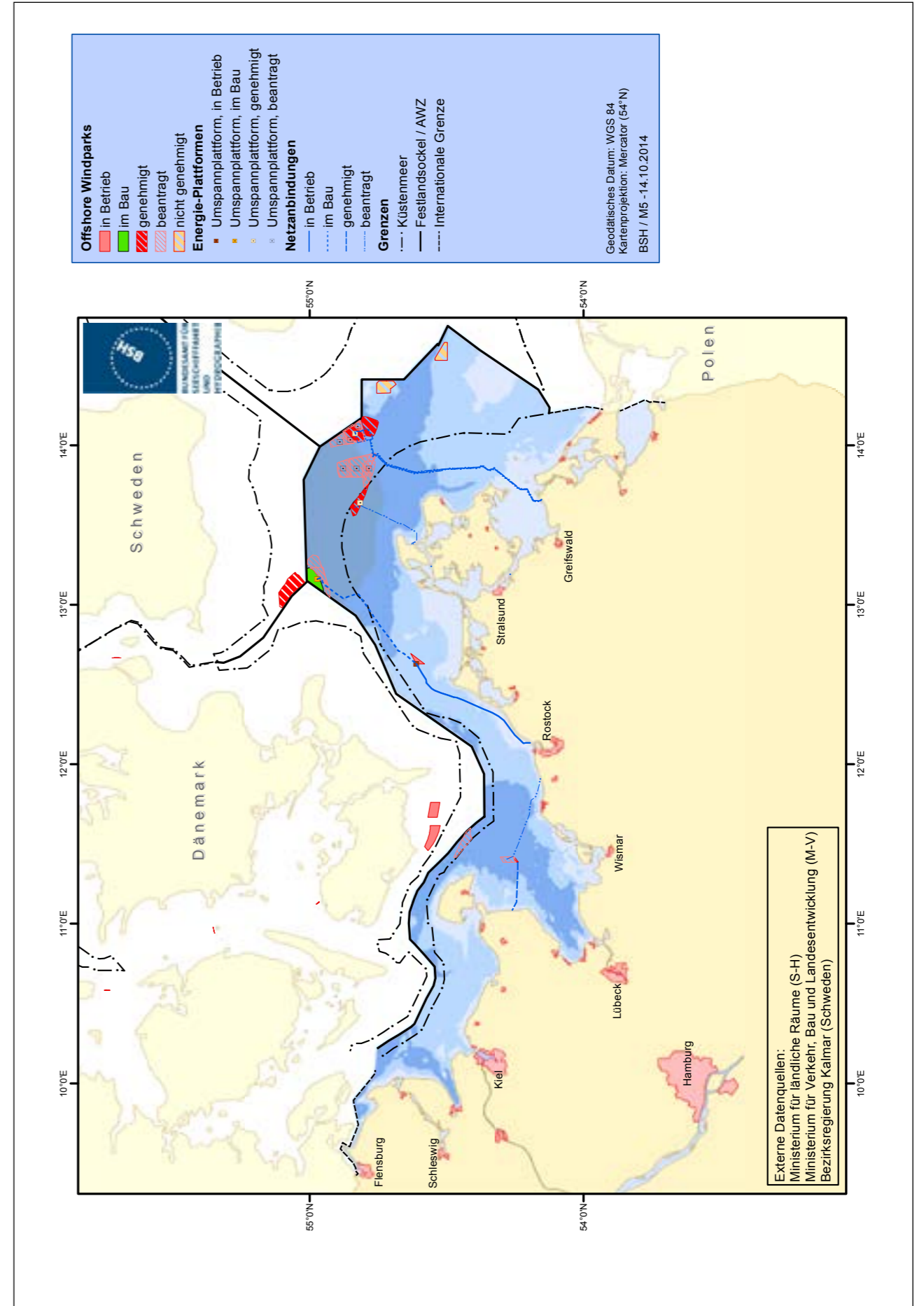
für die nächsten zehn Jahre. Der Offshore-Netzentwicklungsplan wird von der Bundesnetzagentur bestätigt und ist eine Grundlage des sogenannten Bundesbedarfsplans. Die Übertragungsnetzbetreiber sind dann verpflichtet, die Maßnahmen, entsprechend dem vorgegebenen Zeitplan, umzusetzen.

Nordsee: Offshore-Windparks



Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Ostsee: Offshore-Windparks



Quelle: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie

Kapitel 3 Auf dem Weg zum Windpark



Offshore-Windparks sind auf hoher See extremen Bedingungen ausgesetzt. Eine Windenergieanlage muss so konstruiert sein, dass sie den großen Kräften des Windes und der Wellen sowie den starken Wasserströmungen über 20 Jahre standhält. Die extrem salzhaltige Luft und das Salzwasser wirken auf die Anlagen korrosiv. Insbesondere das Fundament einer Anlage muss gut ausgewählt und konstruiert sein.

Die Hauptbestandteile einer Windenergieanlage

Die Hauptkomponenten einer Windenergieanlage sind das Fundament, der Turm, die Gondel und der Rotor. Auch wenn der Aufbau der Anlagen an Land und auf See gleich ist, unterscheiden sich einige Bestandteile aufgrund verschiedener Bedingungen.

Der Turm ist der längste Teil einer Windenergieanlage. Er trägt die Gondel und den Rotor. Die Gondel, die auch Maschinenhaus genannt wird, beherbergt Komponenten, die für den Betrieb einer Anlage erforderlich sind, wie etwa Hauptlager, Getriebe, Generator, Antriebswelle, Steuerungs- und Sicherungssysteme. Die Nabe und drei Rotorblätter gehören zum Rotor. Erstere verbindet die Rotorblätter mit dem Rest der Maschine und überträgt die gewonnene Energie. Das Gewicht einer Windenergieanlage überschreitet häufig die Grenze von 1.000 Tonnen.

Viele Betreiber planen heute Anlagen mit einer Leistung von fünf bis sieben Megawatt. Aufgrund der höheren Investitionskosten auf hoher See werden Anlagen mit einer stärkeren Leistung installiert, um mehr Energie aus dem Wind zu nutzen. Verschiedene Hersteller arbeiten daran, den Leistungsbereich weiter zu erhöhen, auf zehn bis fünfzehn Megawatt pro Anlage. Steigt die Nennleistung, so wird auch der Rotordurchmesser größer. Bei deutschen Projekten liegt dieser derzeit zwischen 107 und 126 Metern. Neueste Anlagen haben bereits einen Durchmesser von 150 Metern.

Fundamente für Offshore-Anlagen

Vor allem an die Fundamente sind besondere Anforderungen zu stellen. Eine Gefahr besteht zum Beispiel in der Auskolkung. Das sind Ausspülungen des Meeresbodens am Fuße der Fundamente. Windenergieanlagen können dadurch ihren Halt verlieren. Gegenmaßnahmen sind

etwa die sehr tiefe Verankerung der Anlage im Meeresboden, Steinaufschüttungen und die Aufschichtung von Sandsäcken rund um das Fundament. Für Windparks auf dem Meer gibt es unterschiedliche Fundamenttypen.

Monopile (Einzelpfahl)

Das Monopile lässt sich am einfachsten konstruieren und weist den geringsten Materialaufwand auf. Das Fundament ist hohl und besteht aus einer Stütze. Eine Vielzahl von europäischen Windparks in Küstennähe verwendet das Monopile. Bislang eignete es sich eher für eine Wassertiefe von 20 Metern. Mittlerweile werden sogenannte XL-Monopiles gefertigt, die sich bis zu 40 Meter unter Wasser befestigen lassen. Insbesondere in Sachen Wirtschaftlichkeit hat diese Gründung Vorteile: Das Einsparpotenzial liegt bei 30 bis 40 Prozent gegenüber Jacket- und Tripodmodellen.

Tripod (Dreifuß)

Das Tripod-Fundament entwickelten Hersteller eigens für Offshore-Windenergieanlagen. Eine Dreibein-Konstruktion aus Stahl stützt unter Wasser den Hauptpfeiler. Tripods eignen sich bei Meerestiefen von bis zu 50 Metern und können nicht bei steinigem Untergrund genutzt werden.

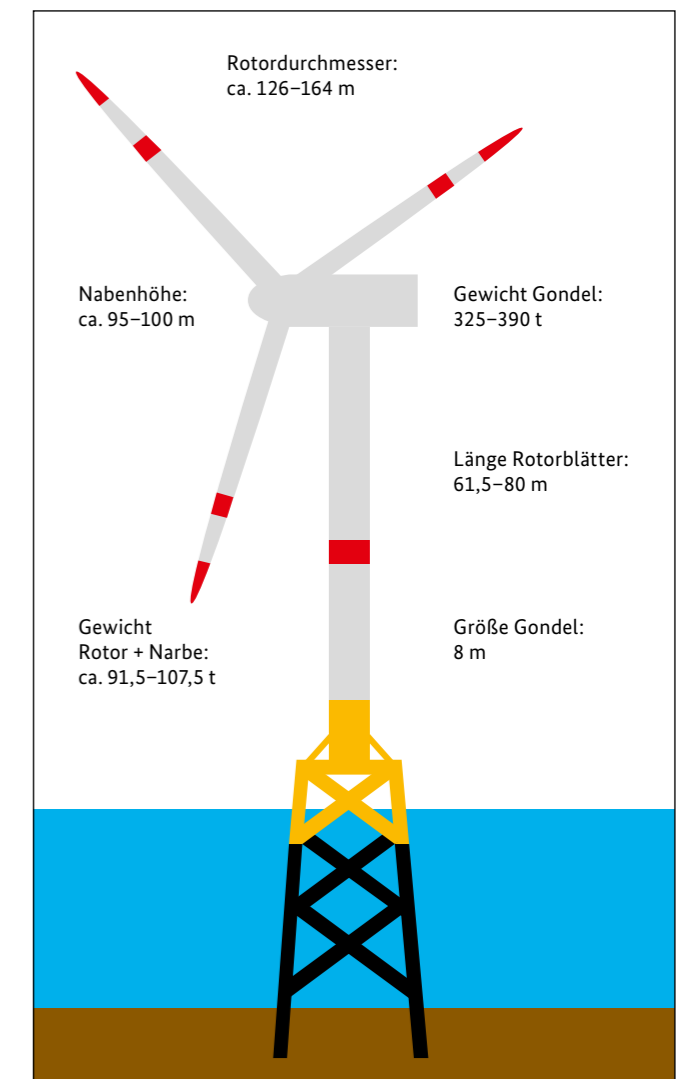
Tripile (Drei-Pfahl-Gründung)

Ein weiteres Fundament entwickelte die Industrie eigens für Windenergieanlagen auf dem Meer. Bei Tripile sind drei Stahlpfeiler unter Wasser verankert, auf der wiederum über Wasser eine weitere Dreibein-Konstruktion montiert ist. Nach Herstellerangaben ist das Fundament für Wassertiefen von bis zu 50 Metern geeignet.

Jacket (Gittermaststruktur)

Das Fundament ähnelt einem Strommast und spart dadurch 40 bis 50 Prozent an Material ein. Ein Jacket steht auf vier Füßen, die mit Pfählen im Boden verankert sind, hat sich schon bei Öl-Plattformen bewährt und kann bis zu einer Wassertiefe von 70 Metern genutzt werden. Da seine Bauelemente relativ klein sind, kann ein Jacket vollautomatisch produziert werden. Transport und Montage sind einfach und kostensparend. Da das Fundament aber aus Schweißverbindungen besteht, die regelmäßig gewartet werden müssen, erhöhen sich die Betriebskosten.

Groß, größer, Offshore



Quelle: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

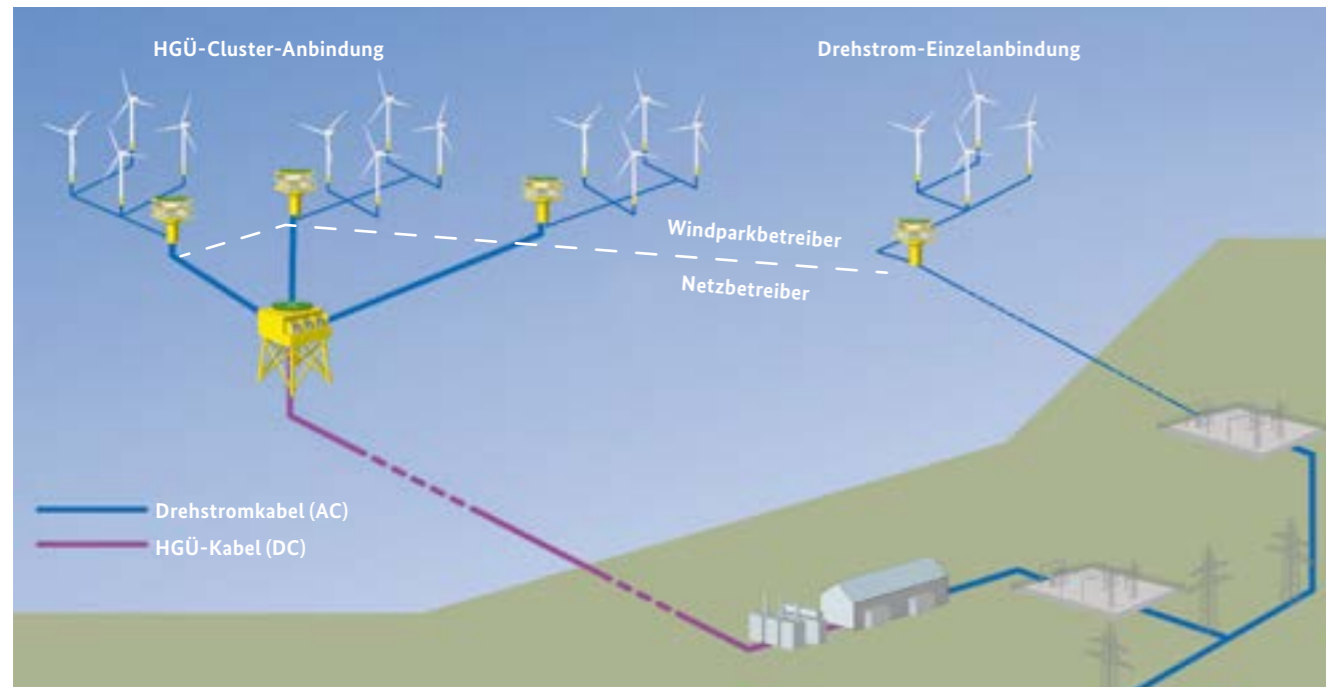
Schwerkraftfundament

Bei diesem Typ handelt es sich um einen großen Betonblock, der die Stahlkonstruktion einer Windenergieanlage trägt. Da das Fundament selbst nicht aus Stahl gefertigt ist, ist der Materialpreis niedriger als bei anderen Fundamenttypen. Die Konstruktion ist bisher nur für Tiefen bis 30 Meter erprobt, soll aber auch für größere Wassertiefen nutzbar gemacht werden.

Schwimmfundamente

Bei dieser Konstruktion schwimmt die Windenergieanlage auf dem Wasser und kann zum Beispiel durch ein Stahlseil mit dem Fundament verbunden werden. Der Vorteil: Ein Schwimmfundament ist leichter zu installieren. Sie kann komplett an Land vorgefertigt und somit ohne Errichter-

Clusteranbindung der Offshore-Windparks



Quelle: Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE

schiffe installiert werden. Dennoch bestehen große Herausforderungen bei der Kabelanbindung und beim Umgang mit den Kräften, die durch Wind und Wellen auf das Fundament, aber auch auf den Antriebsstrang der Anlage einwirken. Eine vielversprechende Entwicklung kommt aus dem Hause Gicon. Vier Stahlseile halten dessen Schwimmfundament, das laut Hersteller sogar in Wassertiefen von mehreren hundert Metern zum Einsatz gelangen kann. Das Land Mecklenburg-Vorpommern fördert einen Prototypen in der Ostsee, der am Standort Baltic I installiert werden soll.

Bucket-Fundament (Saugeimer-Gründung)

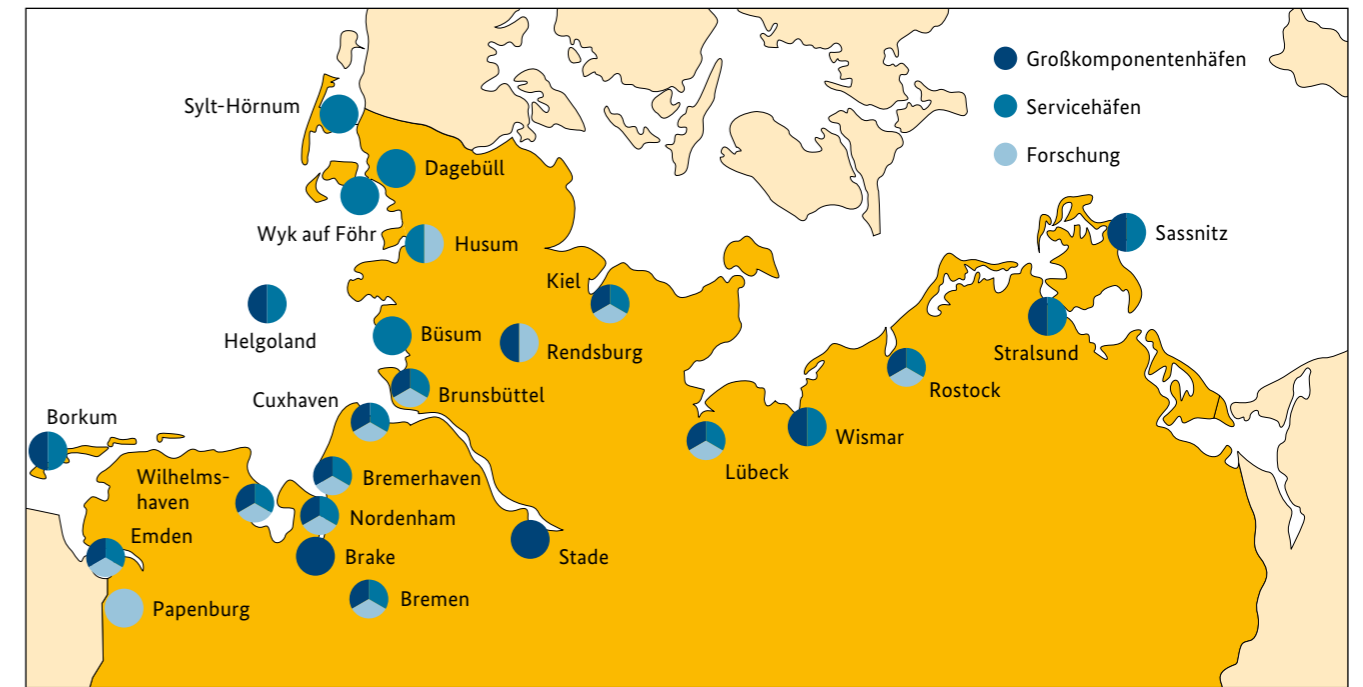
Das Bucket-Fundament ist eine preiswerte und noch relativ neue Art, eine Windenergieanlage zu verankern. Dabei wird zwischen einem Stahlflansch, der einem umgedrehten Eimer ähnelt, und dem Meeresboden ein Vakuum erzeugt. Das Fundament saugt sich am Boden fest und gibt so der Windenergieanlage einen sicheren und senkrechten Halt. Um diesen Saugeffekt zu erzielen, muss der Untergrund allerdings homogen und nicht steinig sein. Ein Vorteil des Bucket-Fundaments ist es, dass es nicht gerammt werden muss und aus diesem Grund besonders umweltschonend ist. Der für Meeressäuger so gefährliche Schalldruck spielt bei der Installation praktisch keine Rolle. Dies wiederum könnte Genehmigungsverfahren von Offshore-Windparks beschleunigen. Die Konstruktion

ist auch für größere Wassertiefen geeignet. Zwischen 30 und 60 Metern tief liegt zum Beispiel der Einsatzbereich des Becherfundaments (Suction Bucket) von Dong Energy. Drei Stahlzylinder, deren Unterseite offen ist, graben sich hier in den Meeresboden. Die Suction-Bucket-Lösung verspricht geringere Fundamentkosten und eine schnellere Installation, wie sich auch beim Bau der Windenergieanlagen am Standort Borkum Riffgrund I zeigte.

Turbinen

Die Studie „Kostensenkungspotenziale der Windenergie in Deutschland“ hat gezeigt, dass steigende Turbinenleistungen sowohl Investitions- als auch Betriebskosten signifikant senken können (siehe S. 13). Stärkere Rotoren versprechen eine Reduzierung der WEA in einem Windpark. Allein die Kosten für den Bau von Fundamenten, den aufwändigen Transport oder die Wartung würden damit sinken. Derzeitiger Standard sind Turbinen von vier oder fünf Megawatt. Die nächsten Jahre aber versprechen eine deutliche Leistungssteigerung. Vestas etwa entwickelte einen 8-MW-Rotor mit einem Durchmesser von 164 Metern. Indes verfügen die neuen D6-Plattformen von Siemens bei 154 Metern Rotorendurchmesser über eine Nennleistung von sechs Megawatt. Die Turbine ist getriebelos und funktioniert stattdessen mit einem Direktantrieb. Dies verringert die Anzahl der notwendigen Teile und damit in letzter

Die deutschen Offshore-Häfen



Quelle: Zentralverband der deutschen Seehafenbetriebe e. V.

Konsequenz Wartungs- oder Montagekosten. Die längeren Rotorblätter erlauben selbst bei eher mäßigen Windstärken eine verhältnismäßig hohe Stromproduktion.

Die Anbindung eines Windparks

Um die Energie vom Meer in das deutsche Netz einzuspeisen, wird der Strom aller Windenergieanlagen eines Parks an einer Umspannplattform gesammelt, für die Übertragung aufbereitet und dann auf ein höheres Spannungsniveau gebracht. Welcher Weg dann folgt, hängt von der Distanz zur Küste ab. Liegt ein Windpark nah an der Küste, führt ein Seekabel den Strom zum nächsten Netzknotenpunkt an Land. Da die meisten deutschen Offshore-Projekte weiter entfernt von der Küste liegen, werden sie über ein sogenanntes Cluster angebunden. Dabei wird auf einer weiteren Umspannplattform, der Konverterplattform, der Strom von mehreren Windparks gesammelt und über eine Gleichstromleitung an Land weitergeleitet. In der Ostsee erfolgt die Anbindung über Wechselstrom.

Häfen – Knotenpunkte für die Offshore-Windenergie

Um überhaupt die Teile einer Windenergieanlage aufs Meer verschiffen zu können, braucht es eine Infrastruktur,

Wie wird aus Windenergie Strom erzeugt?

Die Bewegungsenergie des Windes wirkt auf die aerodynamisch geformten Rotorblätter und erzeugt bei ihnen einen Auftrieb. Wenn eine bestimmte Windgeschwindigkeit erreicht ist, werden die Rotoren dem Wind nach ausgerichtet. Wird die Windenergie auf die Blätter übertragen, beginnt sich der Rotor zu drehen. Über die Antriebswelle ist der Rotor mit dem Getriebe verbunden, das die Drehzahl des Rotors an die Drehzahl des Generators anpasst. Läuft dieser schnell genug, wird elektrischer Strom erzeugt.

Der Wind muss drei bis fünf Meter pro Sekunde zurücklegen – das entspricht der Stärke 3 –, damit sich die Rotoren in den Windparks alpha ventus und Baltic 1 drehen. Wird die Windstärke 6 mit zwölf bis vierzehn Metern pro Sekunde erreicht, erbringen die Anlagen volle Leistung. Sie schalten sich aus Sicherheitsgründen automatisch ab, sobald eine sehr hohe Windgeschwindigkeit erreicht wird. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in den Windparks alpha ventus (Nordsee) und Baltic 1 (Ostsee) liegt zum Beispiel zwischen neun und zehn Metern pro Sekunde (Windstärke 5).

die den speziellen Anforderungen der Offshore-Windenergie gerecht wird. Die Seehäfen sind Knotenpunkte für die Offshore-Branche. Für Großkomponenten braucht es Häfen mit großen Lager- und Rangierflächen sowie eine hohe Tragfähigkeit. Ein Rotorblatt kann bis zu 75 Meter lang und eine Gondel etwa 300 Tonnen schwer sein – mit Rotor und Nabe können es je nach Hersteller sogar 400 Tonnen sein.

Viele Hersteller haben sich direkt am Hafen angesiedelt, um Anlagenteile zu produzieren beziehungsweise endzumontieren. Denn die Logistik von Offshore-Komponenten ist immer mit großen Herausforderungen verbunden. Für den Transport von sechs Meter breiten Rotorblättern sind die Autobahnbrücken mit einer Standarddurchfahrts Höhe von 4,5 Metern nicht ausgelegt. Häfen bilden zusätzlich den Ausgangspunkt für Wartungsarbeiten und sind für Forschungszwecke von zentraler Bedeutung.

Die Offshore-Häfen gehören je nach ihrer Funktion zu der Gruppe der Großkomponenten- beziehungsweise der Servicehäfen. Einige sind zugleich Standort für Training, Forschung und Entwicklung.

Großkomponentenhäfen

Installationshäfen

Im Installationshafen erfolgt die Vormontage. Der Hafen muss über ausreichende Lagerungs- und Montageflächen, schwerlastfähige Hinterlandanbindungen sowie entsprechende Kaiflächen- und Verladekapazitäten verfügen. Das Hafenbecken benötigt zudem eine Wassertiefe von mindestens acht Metern.

Produktionshäfen

In direkter Hafennähe oder sogar auf dem Hafengelände selbst fertigen Hersteller Teile einer Windenergieanlage an. Denkbare Komponenten wären dort beispielsweise Gondeln, Rotorblätter oder auch Fundamente.

Import- und Exporthafen

Diese Häfen sind Umschlagplatz für Komponenten von Windenergieanlagen. Hier braucht man ausreichend Lagerungsflächen, schwerlastfähige Kaiflächen und Verladekapazitäten.



Suction-Bucket-Fundament von Dong Energy.

„Der Markt denkt zunehmend weniger regional“

Interview mit Andreas Wellbrock, Mitglied des Vorstands der BLG LOGISTICS GROUP AG & Co. KG. Das BLG-Hafenterminal in Bremerhaven ist auf Logistik-Dienstleistungen für die Offshore-Windenergie ausgerichtet.

Welche Erfahrungen hat die Hafen- und Logistikwirtschaft im Zuge der ersten großen Ausbauwelle gemacht? Lassen sich einige Prozesse von nun an effizienter gestalten?

BLG LOGISTICS hat in den vergangenen drei Jahren mehrere Referenzprojekte für Windparks in der deutschen Nordsee erfolgreich durchgeführt. Wir haben als Logistiker das unternehmerische Risiko getragen, Forschung und Entwicklung betrieben sowie innovative Lösungen in Zusammenarbeit mit unseren Kunden umgesetzt. Entstanden sind Logistikkonzepte, die heute eine standardisierte, reproduzierbare, industrielle Prozesskette für die Offshore-Windindustrie bieten.

Wie bereitet sich die Logistikbranche auf die Betriebsphase vor?

Innerhalb der Logistikbranche und am Windmarkt geht der Konsolidierungsprozess weiter. Das zeigen Übernahmen, Fusionen und Verkäufe von Gerät. Der Markt denkt zunehmend weniger regional – er europäisiert und globalisiert sich weiter. Komponenten kommen heute aus China; die USA setzen Projekte

mit Komponenten aus Europa um. Ich schätze an der Branche, dass sie so innovativ und dynamisch ist und dass die Beteiligten immer wieder den Austausch untereinander suchen. Zum Beispiel gab es den Workshop „Lessons Learned“, bei dem die Projektbeteiligten der ersten Runde ein Fazit der bisherigen Arbeit zogen.

Reicht der bisherige Ausbaustand, um zukünftig den Bedarf der Offshore-Windenergie zu decken?

Der Ausbau der Offshore-Windenergie bleibt hinter unseren – zugegeben optimistischen – Erwartungen zurück. Die Gründe dafür sind vielfältig, aber zentral sind für uns die mangelnde Planbarkeit und Innovationssicherheit. Der Einsatz von Offshore-Windkraftanlagen erfordert hohe finanzielle Investitionen in den Seehäfen. Dafür müssen die Rahmenbedingungen stimmen und langfristig gesichert sein. Ohne die Unterstützung des Bundes geht es nicht. Die Novellierung des EEG hat dazu beigetragen, die Verunsicherung innerhalb der Branche zu einem guten Teil auszuräumen. Nun müssen im Zusammenspiel von Industrie, Bund und Ländern letzte Zweifel ausgeräumt werden – auch mit Blick auf das Auslaufen des bisherigen Fördersystems Ende 2019. Unsere BLG WindEnergy Logistics hat bereits reagiert, indem sie sich breiter aufstellt und das Know-how aus der Offshore-Logistik zum Beispiel terminalseitig für XXL-Güter jeglicher Art anbietet.

Schutzhäfen

Bei Schlechtwetter bieten die großen und geschützten wasserseitigen Flächen Notliegeplätze für schutzsuchende Schiffe aus dem Baufeld.

Servicehäfen

Reaktionshäfen

Der Reaktionshafen liegt in der Nähe der Windparks und hält Betriebsmittel, Werkzeuge und kleinere Komponenten bereit. Dieser Hafentyp ist somit ein Ausgangspunkt für kurzfristig anfallende Reparaturen.

Versorgungshafen

In den Versorgungshäfen lagern Betriebsmittel, Werkzeuge sowie kleine und größere Komponenten von Windenergieanlagen, um damit die Windparks auf See oder die Reaktionshäfen bei Bedarf versorgen zu können.

Forschung, Entwicklung, Tests und Training

Ob Hersteller, Hochschulen oder staatliche Forschungseinrichtungen – sie alle nutzen die Häfen für ihre Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. An Teststandorten werden Offshore-Windenergieanlagen installiert und getestet, um über den laufenden Betrieb Erkenntnisse zu gewinnen. Die Standorte dienen auch Schulungszwecken für den Einsatz an Windenergieanlagen auf dem Meer, um beispielsweise ein Sicherheitstraining zu absolvieren.

Kapitel 4 Die Umwelt profitiert



Erneuerbare Energien sind der Schlüssel zu einer klimafreundlichen Stromerzeugung. Bei der Nutzung der Windenergie entsteht kaum CO₂-Emission. Je mehr Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, desto umweltfreundlicher wird der Strommix. Im Jahr 2013 konnten dank der erneuerbaren Energien in Deutschland 105 Millionen Tonnen an Treibhausgasen eingespart werden.

Doch welche Auswirkungen hat die Offshore-Windenergie auf die Meeresumwelt? Beeinträchtigen die Windenergieanlagen Tiere wie Vögel und Schweinswale? In einer Vielzahl von Projekten rund um den Offshore-Windpark alpha ventus und die Forschungsplattformen FINO 1, 2 und 3 untersuchen Wissenschaftler neben den Einflüssen von Wind und Wellen auf Offshore-Windenergieanlagen auch die Einflüsse des Baus und Betriebs von Offshore-Windparks auf das Meeresökosystem. Diese Erkenntnisse sind wichtig, da bei erheblichen ökologischen Beeinträchtigungen eine Baugenehmigung nicht erteilt werden darf. Zudem tragen die Ergebnisse und Erkenntnisse dazu bei, umweltfreundliche Lösungen zu entwickeln und negative Auswirkungen für die Meeresumwelt zu vermeiden oder zu vermindern. Es fehlen jedoch noch Vergleichsuntersuchungen an anderer Stelle und an größeren Windparks. Verallgemeinerungen hinsichtlich möglicher kumulativer Auswirkungen des geplanten Offshore-Ausbaus sollten bei gegenwärtigem Kenntnisstand mit Bedacht gemacht

werden. Das Bundeswirtschaftsministerium fördert Projekte zur ökologischen Begleitforschung im Offshore-Bereich und trägt damit maßgeblich dazu bei, dass Kenntnislücken geschlossen werden und der umwelt- und naturverträgliche Ausbau der Windenergie vorangetrieben wird.

Forschungsinitiative RAVE

Deutschlands erster Offshore-Windpark, alpha ventus, dient seit Beginn der Errichtungsphase auch wissenschaftlichen Zwecken. Die vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Forschungsinitiative „RAVE – Research at alpha ventus“ vereint rund 40 Einrichtungen, die in über 30 Einzelprojekten zusammenarbeiten. Zentral ist dabei die Frage: Wie kann Strom zuverlässig, wirtschaftlich und vor allem umwelt- wie auch naturverträglich produziert werden? Ein Schwerpunkt ist die ökologische Begleit-

forschung, um Erkenntnisse über die bau- und betriebsbedingten Effekte auf die Meeresumwelt zu gewinnen und sie mit den zuvor erstellten Auswirkungsprognosen abzugleichen. Teil des Genehmigungsverfahrens für Offshore-Windparks sind Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit, die nach dem Standarduntersuchungskonzept (StUK) des Bundesamtes für Schifffahrt und Hydrographie (BSH) durchzuführen sind. Das StUK gibt vor, welche Untersuchungen für eine Genehmigung eines Windparks durchgeführt werden müssen. Es legt zudem den Untersuchungsrahmen für das bau- und betriebsbegleitende Monitoring fest, das dazu dient, mögliche Effekte auf die Meeresumwelt und den Vogelzug zu erfassen. Im Windpark alpha ventus wurde zudem ein breit angelegtes Forschungsprojekt („StUKplus“) durchgeführt, das den Kenntnisstand über die ökologischen Auswirkungen auf die Meeresumwelt erweitern soll. Die Ergebnisse fließen in die Weiterentwicklung des StUK mit ein.

Weitere Informationen: www.stukplus.com

FINO 1, 2, 3

Mit der Idee, Windenergie im Meer zu erzeugen, weit draußen vor der deutschen Küste, wurde Neuland betreten. Um zu erforschen, wie sich die Windverhältnisse auf dem Meer darstellen, welchen Wellenkräften die Bauwerke standhalten müssen und in welcher Höhe und Intensität die Vögel



FINO 1 sammelt Daten in unmittelbarer Nähe von alpha ventus.

FINO: Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee



Quelle: FuE-Zentrum FH Kiel GmbH



Mit Methoden wie BirdScan wird der Vogelzug gemessen.

hier ziehen, wurden in der Nord- und Ostsee drei Forschungsplattformen errichtet. Sie dienen der Gewinnung meteorologischer, ozeanografischer sowie ökologischer Daten und sind die Basis einer Vielzahl von Forschungsprojekten. Die erste der drei FINO-Plattformen – die Abkürzung steht für „Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee“ – wurde 2003 in Betrieb genommen und befindet sich 45 Kilometer nördlich der Insel Borkum, in unmittelbarer Nähe zu alpha ventus. Der Standort des ersten deutschen Offshore-Windparks wurde bewusst gewählt, um die Daten von FINO 1 auch für die Windenergieanlagen des Testfeldes nutzen zu können. 2007 wurde FINO 2 rund 40 Kilometer nördlich der Insel Rügen errichtet. Seit 2009 liefert die jüngste Forschungsplattform, FINO 3, die etwa 75 Kilometer westlich der Insel Sylt liegt, Messdaten.

Alle Forschungsplattformen befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu Gebieten, in denen Windparks errichtet werden sollen. Mit ihren Messdaten werden unverzichtbare Ergebnisse gewonnen, die der Optimierung der geplanten Windparks und der Gewinnung von Erkenntnissen zu verschiedenen ökologischen Fragen dienen. Die Daten von FINO 1, 2 und 3 sind auf der Website des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie öffentlich einsehbar.

Weitere Informationen: www.fino-offshore.de



Schallminimierungstechniken sollen Schweinswale schützen.

Die Meeresumwelt

Vögel

In mehreren Studien wurde untersucht, wie Seevögel auf Windparks reagieren und ob die Windenergieanlagen ein Hindernis für den Vogelzug darstellen. Nach den bisherigen Erkenntnissen zeigen Seevögel, je nach Art, grundsätzlich zwei Reaktionsmuster in Bezug auf alpha ventus – eine Meidung oder eine Attraktion. Wichtige Anhaltspunkte liefert der Endbericht zum StUKplus-Teilprojekt zur „Untersuchung der Effekte von alpha ventus auf Seevögel“. Meidungsreaktionen wurden beispielsweise bei Heringsmöwen, Basstölpeln, Trottellummen, Tordalken und Seetauchern festgestellt. Bei letzteren dreien erhöhte sich die Dichte erst ab 2,5 Kilometern Entfernung zum Testfeld wieder signifikant. Bei Seetauchern zählt das Gebiet zwischen den Offshore-Windenergieanlagen allerdings nicht zum Haupttrastgebiet. Zwergmöwen hingegen könnten dagegen von alpha ventus profitieren. Es wird vermutet, dass die Anlagen die Strömungsverhältnisse verändern, wodurch sich Nahrungspartikel an der Wasseroberfläche ansammeln. Dies könnte den Oberflächenfressern entgegenkommen.

Bei Zugvögeln zählen mögliche Kollisionen oder kraftraubende Ausweichbewegungen zu den Problemen, die von Offshore-Windparks ausgehen können. Das Kollisionsri-

siko ist dann geringer, wenn Vögel in so großer Höhe fliegen, dass die Windenergieanlagen praktisch keine Hindernisse darstellen. Der StUKplus-Endbericht zum Teilprojekt „Vogelzug“ beinhaltet Ergebnisse zu den Untersuchungen bei FINO 1 und alpha ventus. Für am Tag ziehende Vögel geht von den Anlagen meist nur wenig Gefahr aus, denn sie erkennen die sich drehenden Windmühlen und weichen ihnen aus. Allerdings fliegt ein Großteil der Zugvögel in der Nacht. Dabei variiert das Kollisionsrisiko vor allem mit den Wetterbedingungen. Bei schlechtem Wetter und ungünstigen Windbedingungen fällt die Flughöhe oft auf unter 200 Meter. Hierbei übt die Beleuchtung der Anlagen eine Attraktionswirkung aus, da sie als Orientierungshilfe dient. Die Kollisionsgefahr steigt. Ein Ausweg wäre, die Befehrerung gezielt zu steuern, beispielsweise indem man die Abstrahlung der Beleuchtung nach oben reduziert.

Zudem bedarf es weiterer Erkenntnisse über die zeitliche Verteilung und Intensität des Vogelzugs – dies könnte eine gezielte Abschaltung der Beleuchtung erleichtern. Grundsätzlich kommt eine Abschaltung nur dann infrage, wenn sie mit der Sicherheit im Luft- und Schiffsverkehr vereinbar ist. Ein Hauptaugenmerk zukünftiger Untersuchungen liegt darauf, zu erforschen, wie sich eine größere Anzahl von Windparks auf das Zugverhalten auswirkt.

Schweinswale

Der Schweinswal gehört mit durchschnittlich 1,80 Metern Länge zu den kleinsten Walarten. Er wiegt bis zu 90 Kilogramm, kann bis über zwölf Jahre alt werden und ist sehr auf seinen Gehörsinn angewiesen. Vom Betrieb

„In den letzten Jahren erhebliche Fortschritte“

Interview mit der Biologin Anika Beiersdorf, die im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) das Forschungsprojekt StUKplus koordiniert.

Wie reagieren Seehunde auf Windenergieanlagen und deren Errichtungsprozess?

Über die möglichen Reaktionen von Seehunden auf Windenergieanlagen ist noch wenig bekannt. Britische Forscher fanden nun erstmals heraus, dass Seehunde gezielt Offshore-Windparks aufsuchen. An der britischen und niederländischen Küste wurden Seehunde und Kegelrobben mit GPS-Sendern ausgestattet und die Bewegungen aufgezeichnet. Einige der Tiere besuchten die Offshore-Windparks „alpha ventus“ in Deutschland sowie „Sheringham Shoal“ in Großbritannien und schwammen sogar zur Nahrungssuche zielgerichtet von einer Anlage zur nächsten. Vermutlich profitieren Seehunde vom zusätzlichen Nahrungsangebot an den Fundamenten, da diese schnell besiedelt werden.

Welche Schallschutzmaßnahmen haben sich bewährt?

Bei der Entwicklung von Schallschutzsystemen, wie etwa Blasenschleier-Systeme, Hydroschalldämpfer und Schallschutzmäntel, sind in den letzten ein bis zwei Jahren erhebliche Fortschritte gemacht worden. Besonders bewährt hat sich der Einsatz von kombinierten Schallschutzsystemen. Man kann mittlerweile sagen, dass für die Errichtung von Monopile-Fundamenten in

25 Meter Wassertiefe ein „Stand der Technik“ erreicht ist. So konnte zum Beispiel beim Bau des Windparks „Butendiek“ durch den Einsatz eines doppelwandigen Schallschutzmantels in Kombination mit einem doppelten Blasenschleier der Lärmschutzwert von 160 Dezibel verlässlich eingehalten werden. Für die Errichtung von Fundamenten in bis zu 40 Metern Wassertiefe und von aufgelösten Strukturen (Jacket-, Tripod-Fundamente) müssen künftig weitere Lösungen entwickelt werden, um den Schutz der Meeressäuger zuverlässig zu gewährleisten.

Gibt es Erkenntnisse über die Reaktion von Schweinswalen infolge der Rammungen?

Bei der Impulsrammung von Stahlfundamenten in den Meeresboden wird weiträumig Unterwasserschall ins Meer getragen. Hoher Schalleintrag kann bei Schweinswalen zu einer temporären oder permanenten Hörschwellenverschiebung führen. Um das Gehör vor Verletzungen zu schützen, werden marine Säuger daher vor Beginn eines jeden Rammprozesses durch akustische Geräte („Pinger“ und „Seal Scarer“) aus dem Baustellenbereich vergrämt. Außerdem schreibt das BSH in jeder Windpark-Genehmigung einen Lärmschutzwert fest, der während des Bauprozesses verbindlich einzuhalten ist. Nach Abschluss eines Rammvorgangs schwimmen die Tiere in den Meeresbereich zurück, sodass die Vertreibung nur temporär erfolgt.

eines Windparks geht für die Meeressäuger keine Gefahr aus. Schweinswale wurden sogar einzeln und in Gruppen im Windpark alpha ventus gesichtet, besonders in den Monaten April bis Juni. Gefährdungspotenzial besteht vielmehr bei der Errichtung der Anlagen, denn noch ist das hydraulische Schlagrammen die vorherrschende Methode, um die Fundamente im Meeresboden zu verankern. Der

Schutzmaßnahmen

Vibrationsrammungen

Bei diesem Verfahren erfolgt ein Einrütteln der Gründung in den Meeresboden, wodurch ein weniger gefährlicher Dauerschall entsteht. Insgesamt sinkt der Schallpegel um 15 bis 20 Dezibel. Allerdings ist bislang lediglich für Monopiles vorgesehen, diese komplett durch Vibrationsrammungen im Meeresboden zu verankern. Bisher blieb das Rütteln auf die oberen acht bis zwölf Meter beschränkt, danach erfolgt eine Impulsrammung.

Blasenschleier

Beim Großen Blasenschleier wird ein Schlauchring mit Düsenöffnungen im Abstand von circa 70 Metern rund um die Rammstelle verlegt. Wird der Schlauch mit Druckluft gefüllt, perlt ein Schleier aus Luftblasen bis an die Meeresoberfläche. Dieser Blasenvorhang dämpft den Schall. Ähnlich funktioniert der Kleine Blasenschleier. Dabei werden direkt am Pfahl auf dem Meeresboden und in verschiedenen Höhen Rohrringe mit Düsen installiert. Die durch Druckluft erzeugten Luftblasen hüllen den Rammpfahl ein.

Hydroschalldämpfer

Ein neues, vielversprechendes Konzept steckt noch mitten in der Entwicklung: der Hydroschalldämpfer. Dabei umschließen gasgefüllte Ballons, die an Netzen befestigt sind, den Rammpfahl. Zwei wesentliche Vorteile der Methode sind derzeit schon absehbar, auch wenn die Forschung und Entwicklung noch weit voranschreiten muss. Durch die Anzahl, Größe und Verteilung der Ballons kann der Schall zielgenauer gedämmt werden. Zusätzlich kann auf die Druckluftkompressoren verzichtet werden, die bei einem Blasenschleier notwendig sind.

dadurch entstehende impulshafte Schall kann das Gehör von Schweinswalen temporär oder dauerhaft schädigen.

Um die Tiere davor zu schützen, hat das BSH ein vom Umweltbundesamt entwickeltes duales Lärmschutzkriterium in den Genehmigungsbescheiden festgelegt. Der Grenzwert für den sogenannten Schallereignispegel (SEL) beim

Schallschutzmäntel

Schallschutzmäntel umschließen den Rammpfahl, um die Ausbreitung des Schalls abzdämpfen. Sie können unterschiedlich aufgebaut sein und aus mehreren Schichten bestehen. Ein Beispiel hierfür ist das zweischalige IHC-Hüllrohr aus Stahl. Im inneren Rohr wird ein Luftblasenschleier erzeugt, der den Schall mindert. Zwischen dem inneren und dem äußeren Rohr befindet sich eine Luftschicht, die zusätzlich Schall mindern soll. Ein anderes System, der „Kofferdamm“, besteht aus einem einwandigen Stahlrohr, das auf dem Meeresboden abgestellt wird. Anschließend wird das Wasser im Inneren des Rohrs abgepumpt, sodass die Rammung „im Trockenen“ stattfinden kann. Über die schalltechnische Entkopplung wird der Schalleintrag in den Wasserkörper wirkungsvoll gemindert.

Suction-Bucket-Fundament

Saugeimergründungen zeichnen sich durch eine besonders schallarme Verankerungsprozedur aus. Da sie im Gegensatz zu den bereits zu hoher Marktreife gelangten Schwerkraftfundamenten nur geringe Flächen in Anspruch nehmen, zählen sie zu den wohl vielversprechendsten Alternativen zu Monopiles, Tripods und Jackets. Durch einen Unterdruck graben sich die Buckets in den Meeresboden. Sie eignen sich für Tiefen von bis zu 60 Metern. Bislang spielten die Fundamente für die Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen keine Rolle, obwohl sie bereits bei Umspannwerken sowie Hilfsplattformen für die Öl- und Gasförderung zum Einsatz kommen. 2014 installierte die Firma DONG Energy eine Windenergieanlage auf einem Suction-Bucket-Jacket im Windpark Borkum Riffgrund 1. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat dabei ein Forschungsvorhaben gefördert, in dessen Rahmen die Errichtung messtechnisch begleitet wird.

Rammen liegt bei 160 Dezibel, der in 750 Metern Entfernung eingehalten werden muss. Es ist davon auszugehen, dass darüber hinaus Meide- und Fluchtverhalten von Schweinswalen – eine Störung – auftreten können. Je geringer der Rammschallpegel, desto kleiner der Störradius.

Am 1. Dezember 2013 hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ein Schallschutzkonzept veröffentlicht. Es legt ein besonderes Augenmerk auf das Hauptkonzentrationsgebiet der Schweinswale nordwestlich von Sylt und die Zeit von Mai bis August, in der die Tiere viele Kälber aufziehen. In dieser Phase dürfen keine Baumaßnahmen stattfinden, wenn sich mehr als ein Prozent der Hauptschutzgebietsfläche im Störradius befinden.

Außerhalb dieser laut Schallschutzkonzept „besonders sensiblen Zeit“ dürfen sich nicht mehr als zehn Prozent der AWZ der deutschen Nordsee innerhalb der Störradien der Baumaßnahmen befinden. Eine weitere Leitlinie des Schallschutzkonzepts ist die Nutzung der besten verfügbaren Technik. Prinzipiell werden Schweinswale vor den Rammungen durch akustische Signale von der Baustelle vertrieben. Zudem gibt es Maßnahmen zur Schalldämpfung (siehe Tabelle). Der wohl effektivste Schutz gelänge jedoch, wenn sich Fundamente ganz ohne Schlagrammen einbringen ließen. Durch vertikale Bohrungen oder Einrütteln mit vibrierendem Rammen – hier wird ein weniger schädlicher Dauerschall erzeugt – sollen Fundamente zukünftig mit weitaus niedrigerem Schallpegel in den Meeresboden eingebracht werden können. Als zukunftsweisende Lösungen kommen auch Bucketgründungen sowie Schwerkraft- und Schwimmfundamente infrage.

Benthos und Fische

Im Testfeld alpha ventus und an den Forschungsplattformen beobachteten Forscher, wie Bau und Betrieb eines Windparks das Benthos beeinflussen. Der Begriff Benthos umfasst alle Lebewesen, wie beispielsweise Krebse, Fische, Seesterne oder Muscheln, die auf oder im Meeresboden leben. Die unterseeischen Konstruktionen der Windenergieanlagen stellen künstliche Riffe dar, die entsprechend besiedelt werden und verschiedenen Tieren Lebensraum bieten. Die Forschung bei alpha ventus zeigte, dass die sandigen Bereiche zwischen den Windenergieanlagen unbeeinflusst bleiben. Forschungstaucher konnten außerdem Taschenkrebse in einer bis zu hundertfach höheren Dichte erfassen, als es auf dem unbebauten Weichboden des Gebietes typisch ist. Nach drei Jahren ist der Bewuchs an



Für Tiere wie Seeanemonen stellen die Anlagen einen neuen Lebensraum dar.

den Unterwasserkonstruktionen der Windenergieanlagen stark ausgeprägt: Miesmuscheln, Floh- und Taschenkrebse, Seeanemonen und Samtkrabben – alles Tiere, die Hartsubstrat als Lebensraum nutzen – haben sich im Windpark angesiedelt. Der Bewuchs lockt wiederum größere Tiere an, die neue Nahrungsquellen an den Anlagenfundamenten finden. Zur künstlich geschaffenen Riffgemeinschaft gehören auch Fische wie Makrelen, gestreifte Leierfische und Franzosendorsche. Der räuberische Seebull, der auf reinen Sandflächen nur selten vorkommt, hat so am Fundament der Windenergieanlagen einen neuen Lebensraum gefunden. 2014 siedelten Forscher 3.000 Exemplare des inzwischen selten gewordenen Helgoländer Hummers an den Windrädern des Küsten-Windparks „Riffgat“ an. Viele Experten bewerten die Riffeffekte positiv, weil es die Artenvielfalt erhöht. Es gibt allerdings auch Stimmen, die eine „Verfälschung“ des bisherigen Lebensraums mit vorwiegend sandigem Boden befürchten.

Die tatsächlichen Auswirkungen auf den Fischbestand und das Benthos lassen sich erst nach einigen Betriebsjahren feststellen. Ein positiver Effekt, der vermutet wird, ist die lokale Erholung von Fischbeständen und Benthoslebensgemeinschaften, da in den Gebieten von Windparks die ökologisch besonders schädliche Grundschleppnetzerei verboten ist. Bei den Untersuchungen im Windpark alpha ventus konnte beispielsweise bereits eine Zunahme nach Anzahl und Gewicht der Fische festgestellt werden. Die Fänge waren 2011 mehr als doppelt so ergiebig wie 2010. Auch wurden größere Fische gefangen.

Kapitel 5 Der Rotor als Motor

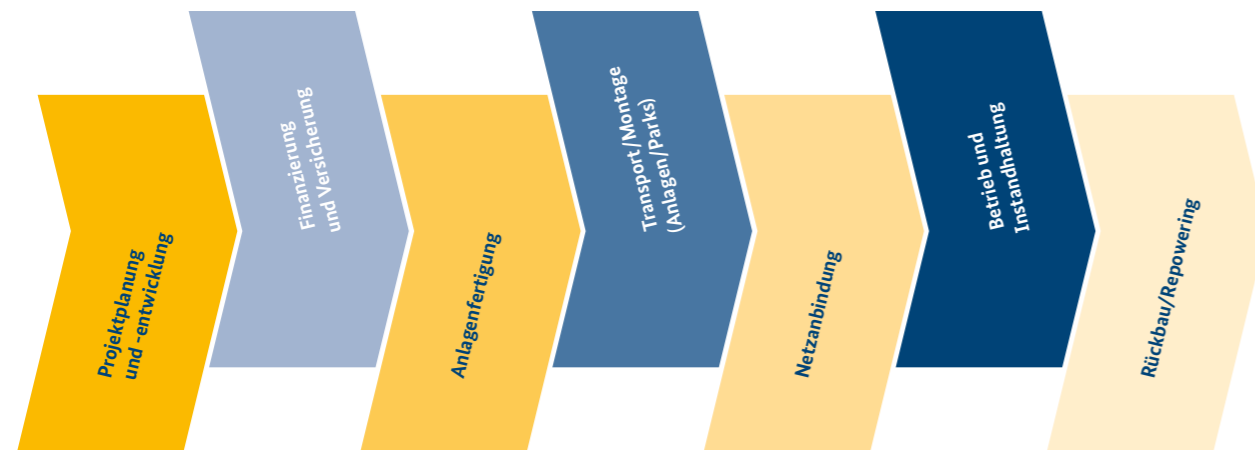


Die Offshore-Windenergie bietet der Wirtschaft erhebliche Entwicklungspotenziale. Ob beim Bau von Anlagenteilen, der Errichtung eines Windparks oder dem späteren Betrieb – die Energiegewinnung vom Meer benötigt Produkte und die Expertise zahlreicher Branchen. Auch spezialisierte Fachkräfte braucht die junge Technologie.

Wirtschaft kommt in Fahrt

Die Windenergie vom Meer gibt der Wirtschaft neuen Antrieb. Schon jetzt arbeiten fast 19.000 Menschen in der Branche. Auf dem Weg zu den in der EEG-Novelle von

2014 in Aussicht gestellten 6,5 Gigawatt an installierter Leistung dürfte die Zahl der Beschäftigten kontinuierlich steigen. Neben dem derzeit noch dominanten Bereich der Anlagenfertigung werden sich nach und nach die Sektoren Betrieb und Instandhaltung etablieren. Schließlich müs-



Wertschöpfungskette der Offshore-Windenergie

sen die Windparks, die bereits Strom liefern, regelmäßig gewartet, unterhalten und nachgerüstet werden.

Die Küste profitiert

Die Windenergie auf hoher See kurbelt die Wirtschaft in vielen Regionen Deutschlands an. Insbesondere strukturschwache Küstenregionen profitieren von der neuen Energiequelle. Im Unterschied zu anderen Bundesländern ziehen Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein Unternehmen an, die in den jeweiligen Regionen die gesamte Wertschöpfungskette abdecken. Hersteller von Anlagenteilen wie Rotorblättern und Gondeln suchen oft nach einem hafennahen Standort. Auch Produzenten weiterer Großkomponenten siedeln sich küstennah an, da ein Transport von Anlagenteilen kostenintensiv und teilweise nicht realisierbar ist. Auch Projektierer, Investoren, Betreiber und Dienstleister, die den Betrieb und die Wartung sicherstellen, sind in den nördlichen Bundesländern zu finden.

Aufschwung für das Binnenland

Von der Offshore-Windenergie leben mittlerweile traditionelle Maschinenbau-Standorte sehr gut, die oft fernab der Küste liegen. So sind viele Zulieferer für die Anlagenfertigung häufig in Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen zu finden. 50 Prozent des Umsatzes und 40 Prozent der Beschäftigten der Branche kommen aus den drei Bundesländern. Beispiel Nordrhein-Westfalen: In der Region stellen Unternehmen Getriebe, Generatoren, Bremsen, Lager und Gusskomponenten her.

Im Unterschied zu den Küstenregionen beteiligen sich hier meist Unternehmen an der Energieerzeugung auf hoher See, die nur den einen oder anderen Bereich der Wertschöpfungskette abdecken. Im Saarland sitzen etwa Firmen, die ihre Dienste für die Anlagenfertigung und Finanzierung/Versicherung anbieten. Investoren kommen aus ganz Deutschland, darunter auch Stadtwerke und Stadtwerkeverbände aus Süd- und Mitteldeutschland.

Werften

Ähnlich wie für die Häfen, die viele Funktionen für die Windenergie-Branche übernehmen können, öffnen sich neue Geschäftsbereiche für die Werften. Diverse Studien stellen für die Werftbranche eine stark ansteigende Nach-

frage fest. Zwar basieren diese Expertisen oftmals auf eher optimistischen Ausbauszenarien, der Bedarf an Schiffen insbesondere auch für die Wartung und den Betrieb der Anlagen ist jedoch ohne Frage vorhanden. Benötigt werden etwa Errichter- und Kabelgeschiffe sowie Reparatur- und Transportschiffe für die Windpark-Mitarbeiter. Zudem produzieren Werften unterschiedliche Plattformen – Konverter-, Umspann- sowie Wohnplattformen – und Fundamente. Ende Juni 2014 verfügten die Werften über sieben Aufträge zum Plattformbau. Mit Aeolus verließ im Frühjahr 2014 das erste hierzulande gefertigte Errichterschiff seine Werft. Das technische Potenzial, vom Offshore-Windenergie-Ausbau zu profitieren, haben deutsche Werften, sie müssen sich aber in einem intensiven internationalen Wettbewerb durchsetzen. Doch nicht nur der Bau, sondern auch die Wartungs- und Reparaturarbeiten bieten den Werften neue Umsatzaussichten.



Montage des Rotorsterns im Windpark EnBW Baltic 1.

Export von Expertise

Das neu gewonnene Know-how eröffnet der Wirtschaft neue Absatzchancen im Ausland. Denn auch andere europäische Länder wie Großbritannien, Belgien, Irland, Frankreich und Schweden, aber auch die USA, China und Korea planen leistungsstarke Windparks auf dem Meer. Die Exportinitiative Erneuerbare Energien unterstützt daher deutsche Unternehmen der Erneuerbare-Energien-Branche dabei, sich erfolgreich auf internationalen

„Im internationalen Markt gut positioniert“

Interview mit Andreas Nauen, Vorstandsvorsitzender des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA Power Systems). VDMA Power Systems beschäftigt sich mit Themen wie Energiepolitik, Gesetzgebung und Exportförderung. Damit ist man Ansprechpartner für die Hersteller von Windenergieanlagen.

Deutsche Technologie steckt praktisch in jeder Offshore-Windenergieanlage. Das internationale Geschäft ist lukrativ für die Offshore-Windenergiebranche. Wie wichtig ist eigentlich der deutsche Markt?

Deutschland hat zum Ende des Jahres 2014 den wichtigen Gigawatt-Meilenstein auf See erreicht. Offshore-Windenergieanlagen speisten mit einer Gesamtleistung von 1.049,2 Megawatt Strom ein. Im Jahr 2015 rechnen wir mit weiteren 2 Gigawatt Offshore-Windenergieanlagen. Das entspricht einem Investitionsvolumen von etwa sechs bis sieben Milliarden Euro. In diesem Ausnahmejahr kann der deutsche Markt sogar etwa zwei Drittel des europäischen ausmachen. Mittelfristig wird sich der Heimmarkt aber auf ein Drittel bis die Hälfte einpendeln. Auch die Exporte der Hersteller von Turbinen, Fundamenten und Netztechnik liegen inzwischen im Milliarden-Euro-Volumen.

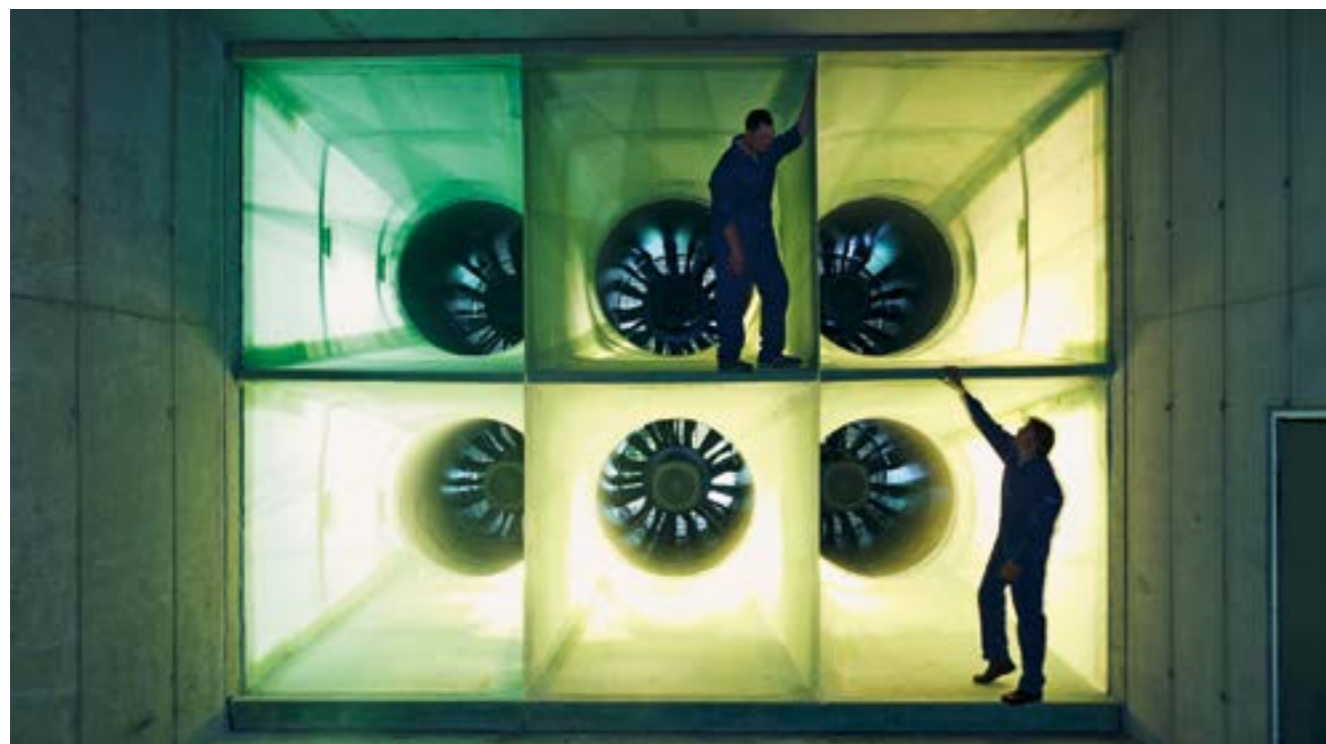
Der deutsche Markt bleibt für die exportorientierte Offshore-Windindustrie aber sehr wichtig.

Wie stark ist die internationale Konkurrenz?

In Europa gibt es Wettbewerber aus Dänemark, Frankreich und Spanien, außerhalb Europas aus Japan und Korea sowie substantieller aus China. Dank ihrer Technologieführerschaft hat sich die deutsche Offshore-Windindustrie im internationalen Markt gut positioniert. Dennoch kommt es weiter auf verlässliche gesetzliche Rahmenbedingungen in Deutschland an. Sie legen den Grund für eine Senkung der Kosten, Innovation und Erfolg am Weltmarkt.

Wie fördert der VDMA die Offshore-Windenergie?

In dem VDMA-Lenkungskreis Offshore-Windindustrie sind alle in Deutschland aktiven Hersteller von Offshore-Windenergieanlagen, Gründungstechnik und Netztechnik aktiv. VDMA Power Systems vernetzt und vertritt die herstellende Offshore-Windindustrie bei energiewirtschaftlichen, industriepolitischen und technischen Fragen. Im Fokus stehen derzeit die Ausschreibungsmodelle am Heimmarkt, nachhaltige Lösungen zu Fragen der Netzanbindung und das Heben von Kostensenkungspotenzialen.



Wartungsarbeiten an den Turbinen im Windkanal: Schon beim Entwickeln und Testen der Komponenten sind Ingenieure gefragt.

Märkten zu positionieren. Sie bietet ein umfangreiches Informationsangebot unter anderem zu ausgewählten internationalen Märkten oder zu Seminarveranstaltungen. Sie dient insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen als Starthilfe für ihre Auslandsaktivitäten.

Aufschwung für den Arbeitsmarkt

2014 arbeiteten rund 18.800 Personen in Deutschland im Bereich der Offshore-Windenergie. Tendenz: steigend. Die Europäische Union rechnet mit 170.000 Jobs im Jahr 2020 und rund 300.000 nur zehn Jahre später. Die Offshore-Windenergie stellt spezielle Anforderungen an die Fachkräfte, auf die sich die unterschiedlichen Industriezweige einstellen müssen.

Eine Vielzahl von Berufsgruppen ist bei der Entstehung und beim Betrieb eines Windparks beteiligt. Die Arbeitsfelder sind dabei vielfältig und decken die gesamte Wertschöpfungskette ab: von der Planung eines Parks sowie der Entwicklung und Produktion von Anlagenteilen über die Errichtung bis hin zu Service- und Reparaturdienstleistungen.

Ingenieure

Unabhängig davon, in welcher Entwicklungsphase sich eine Windenergieanlage befindet – fast immer werden Ingenieure gebraucht. Ihr Wissen aus unterschiedlichen Bereichen wie dem Maschinenbau, der Elektro- und Oberflächentechnik, der Werkstoffkunde und der Aerodynamik ist schon bei der Komponentenentwicklung gefragt. In der Planungsphase werden oft Wirtschaftsingenieure zu Rate gezogen, die die Wirtschaftlichkeit eines Projektes prüfen. Offshore-Projektmanager kontrollieren und organisieren die verschiedenen Errichtungsphasen einer Anlage. Sie haben spezielle Kenntnisse über die Fundamente, die Verkabelung und den Netzanschluss. Oft sind Ingenieure die Projektmanager.

Facharbeiter aus dem Metallbau, der Elektro- und Oberflächentechnik sowie Mechatroniker

Fachkräfte aus der Metall- und Elektrobranche begleiten alle wichtigen Phasen der Wertschöpfungskette. Sie sind an der Entwicklung von Anlagenkomponenten ebenso beteiligt wie an der Montage und Inbetriebnahme einer Windenergieanlage. Personal aus dem Metallbau und der



Abseiltraining: Die Arbeit in Offshore-Windparks stellt hohe Ansprüche an Servicekräfte.

Elektrotechnik führt auch die Service- und Wartungsarbeiten durch. Benötigt werden zum Beispiel folgende technische Berufe: Schweißer, Schlosser, Mechaniker, Mechatroniker, Elektroniker, Elektriker, Betriebs-, Maschinentechniker, Laminierfachkräfte.

Meteorologen, Geologen und Meeresbiologen

Bevor ein Betreiber die Erlaubnis zum Bau eines Windparks erhält, muss er bestimmte Nachweise erbringen. So erstellen Geologen und Meeresbiologen Gutachten für die Umweltverträglichkeit. Um die Windverhältnisse an einem Standort zu bestimmen, erfassen Meteorologen Klimadaten und werten sie aus.

Schiffs- und Maschinenführer

Während des Baus einer Windenergieanlage benötigt man Schiffs- und Maschinenführer. Sie bedienen die speziellen Errichterschiffe und die Maschinen, die für den Bau benötigt werden.

Industriekletterer

Industriekletterer werden vor allem bei den Errichtungsarbeiten einer Anlage gebraucht. Sie führen zudem Qualitätskontrollen und Wartungsarbeiten durch.

Berufstaucher

Ganz ähnlich den Industriekletterern sind Berufstaucher bei Errichtungs- und Wartungsarbeiten gefragt – bloß unterhalb der Wasseroberfläche.

Sonstige Berufsfelder

Weitere Berufsgruppen arbeiten direkt oder indirekt in der Offshore-Branche. Für die Planung eines Windparks benötigt ein Projektentwickler kaufmännische Fachkräfte, die die Wirtschaftlichkeit eines zukünftigen Windparks einschätzen können. Im Bereich Finanzierung und Versicherung ist auch Personal vonnöten. Schiffbauer stellen die speziellen Schiffe her, die für den Transport und die Errichtung gebraucht werden.

Aus- und Weiterbildung

Ende 2012 erschien die Studie „Plattform Zukunftsberufe Offshore Windenergie“, die von der Stiftung Offshore-

Windenergie sowie der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation der Hansestadt Hamburg in Auftrag gegeben worden war. Sie konzentriert sich auf die Aus- und Weiterbildung und zeigt, welche Maßnahmen nötig sind, um den wachsenden Bedarf an Fachkräften zu decken.

Denn eine hohe Nachfrage wird es perspektivisch in jedem Fall geben. So braucht es vor allem qualifizierte und seetaugliche Techniker in den Bereichen Montage und Betrieb. Ebenso dringend gefragte Experten sind Ingenieure verschiedener Fachrichtungen – von Bau und Maschinenbau bis hin zu Elektrotechnik und Elektrische Energiesysteme. Problematisch kann ein Fehlen von gut ausgebildetem Personal laut Studie nicht nur für die Installation und den Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen sein. Auch in Sachen Genehmigung und Zertifizierung sind negative Effekte zu erwarten, da mangelnde Spezialisierung die Gefahr ineffizienter Verfahren birgt. Insgesamt fehlt es auch an technischen Fachkräften im Bereich der Fertigung und Produktion von Windenergieanlagen. Hier steht die Offshore-Windenergie-Industrie in direktem Wettbewerb zu anderen Industriezweigen.

Die Windkraftunternehmen selbst weisen eine eher geringe Quote an Ausbildungsbetrieben auf. 2012 lag sie bei lediglich 22 Prozent. Eine Erhöhung scheint zur Deckung des Fachkräftebedarfs unerlässlich. In der beruflichen Bildung genügt Mechatronikern oder Elektrikern dem Bericht zufolge zunächst der Erwerb von Zusatzqualifikationen. Mittelfristig sollten allerdings gänzlich spezi-

alisierte und neue Berufe entstehen. Potenzial besteht zudem an den Universitäten. Hier gibt es bereits Masterstudiengänge speziell für Offshore-Windenergie, bei den Bachelorstudiengängen zählt die Fachhochschule Kiel mit „Offshore-Anlagentechnik“ jedoch zu den Ausnahmen. Auch hier könnten vorerst Zusatzmodule Abhilfe schaffen, bevor auf längere Sicht Bachelorstudiengänge vermehrt Einzug halten.

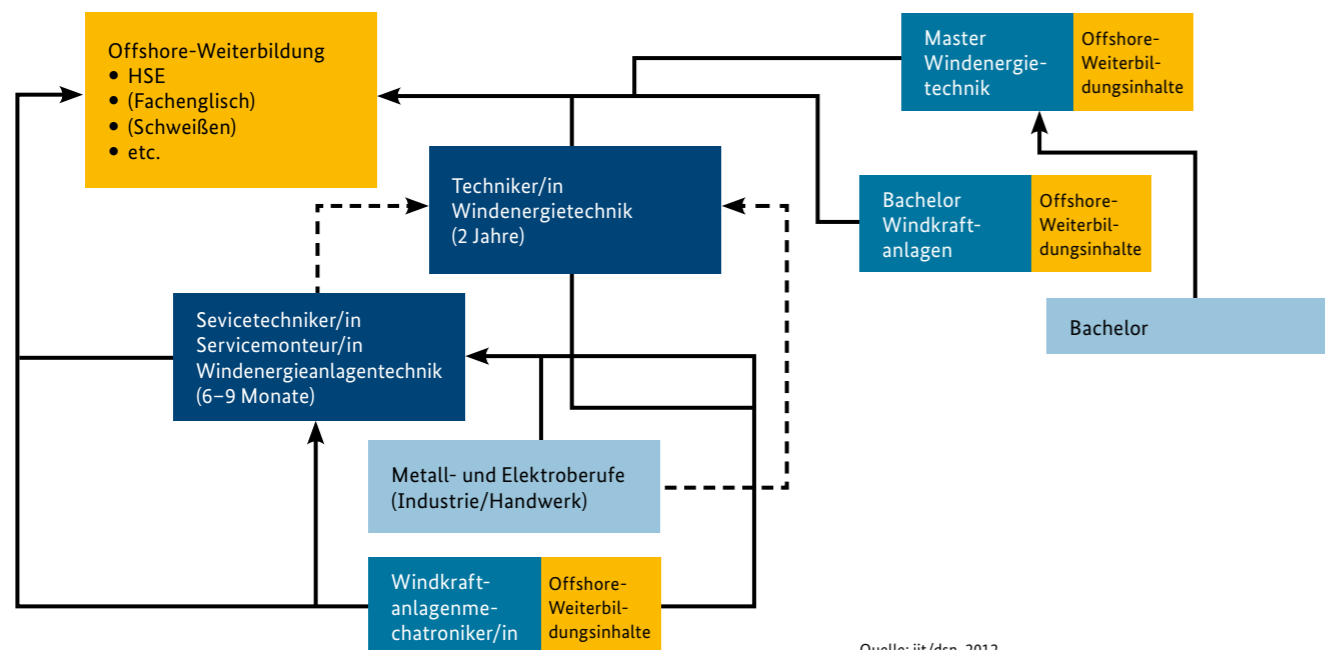
Neben den branchenspezifischen Arbeitsplätzen thematisieren die Autoren ebenso die Berufe, die kein auf Offshore zugeschnittenes Profil, wohl aber Weiterbildungen benötigen. Zu ihnen zählen Schiffbauingenieure, die durch neues Know-how bei Errichter- und Versorgungsschiffen „die deutschen Werften strategisch platzieren“ könnten. Indes könnten Fortbildungen für Meeresbiologen oder Geologen den Genehmigungsprozess schlanker machen, während beispielsweise Juristen und Wirtschaftswissenschaftler mit zusätzlichen Qualifikationen für mehr Klarheit bei Haftungs- oder Finanzierungsfragen sorgen sollten.

Wer an einer Offshore-Windenergieanlage tätig wird, muss zunächst bestimmte Zertifikate vorweisen und sich auf ungewöhnliche Arbeitsbedingungen einlassen. Fachkräfte betreuen beispielsweise neben deutschen auch weitere europäische Windparks. Sie wohnen oft längere Zeit auf Versorgungsplattformen, da eine tägliche An- und Abreise zu den Windparks zu viel Zeit in Anspruch nehmen würde. Mit dem spannenden Job auf hoher See können also längere Abwesenheiten von zuhause verbunden sein. Da die Anreise auf einem Schiff bis zu vier Stunden dauern kann, ist die Tätigkeit in Offshore-Windparks für Personen, die leicht seekrank werden, ungeeignet.

Durch den maritimen Standort gelten für die Tätigkeit an einer Windenergieanlage höhere Sicherheitsbedingungen als an Land. Gerade der Transport mit einem Schiff oder einem Helikopter, der bei schlechten Witterungsbedingungen eingesetzt wird, birgt Risiken. Vor ihrem ersten Einsatz müssen alle Fachkräfte zunächst ein Offshore-Sicherheitstraining absolvieren. Anbieter dieser Kurse richten ihr Angebot an international geltenden Vorschriften aus. Die Weiterbildungen werden oft an Hafendörfern angeboten. Gegenstand des Trainings sind unter anderem:

- Sicherheit an Board und Brandschutz
- Erste Hilfe
- Maßnahmen zur Unfallvermeidung auf Hochseeanlagen

Mögliches Berufssystem



Mehr Informationen

Im Internet können sich Interessierte über Fortbildungsveranstaltungen und Studiengänge umfassend informieren.

- Auf der Internetplattform KURSNET der Bundesagentur für Arbeit finden Sie unzählige Maßnahmen der beruflichen Aus- und Weiterbildung <http://kursnet-finden.arbeitsagentur.de/kurs/>
- WAB – die Windenergie-Agentur liefert Angebote, die von Einstiegsseminaren bis zum Studium reichen. www.wab.net
- Das WindEnergy Network listet Ausbildungs- und Fortbildungsangebote seiner Partner. www.wind-energy-network.de
- Die windcomm schleswig holstein informiert über die beruflichen und akademischen Qualifizierungsmöglichkeiten im Bundesland. www.windcomm.de
- Auf der Homepage der Stiftung Offshore-Windenergie kann seit Februar 2015 eine Suchdatenbank für deutschlandweit aktive Aus- und Weiterbildungsanbieter aufgerufen werden. <http://www.offshorestiftung.de/ausweiterbildungsdatenbank/>
- Alle Studiengänge zu den Themen erneuerbare Energien und Windkraft finden sich über die Suchfunktion der Hochschulrektorenkonferenz. www.hochschulkompass.de

Elektroniker und Mechatroniker, die als Servicekräfte eines Windparks arbeiten, müssen zusätzlich ihre Höherentauglichkeit und eine Schulung in persönlicher Schutzausrichtung nachweisen.

Kapitel 6 Internationale Zusammenarbeit



Öffentliche Institutionen und Unternehmen aus Deutschland beteiligen sich an vielen internationalen Vereinigungen. Oft setzen die Kooperationen auf Wissensaustausch und initiieren gemeinsame Forschungsprojekte. Andere Verbände wollen Ressourcen bündeln, um den Ausbau von Windparks voranzutreiben. Deutschland engagiert sich bei der internationalen Zusammenarbeit besonders in europäischen Initiativen.

Die EU fördert

Die Europäische Union ist im Bereich der erneuerbaren Energien ein wichtiger Taktgeber. Über das Programm Transeuropäische Netze Energie (TEN-E) identifiziert sie zum Beispiel besonders wichtige Netzausbauvorhaben und fördert diese. Durch ihre Umweltbeihilfe-Leitlinien unterstützt sie ihre Mitgliedstaaten darin, die Förderung der regenerativen Quellen an das Marktgeschehen anzupassen. Der im EEG 2014 eingeschlagene Weg in Richtung Ausschreibungsverfahren bei der Förderung von Vorhaben basiert etwa auf EU-Vorschriften.

Zugleich tritt die EU als Förderer auf, auch bei Windparks vor der Nord- und Ostseeküste. So trug die Europäische Investitionsbank (EIB) mit Darlehen beispielsweise zur Finanzierung von Baltic 1 und 2 bei. Der Park Nordsee Ost gilt als eines der Leuchtturmprojekte beim Ausbau der erneuerbaren Energien. Hier gewährte die EU Inves-

titionskostenzuschüsse von 50 Millionen Euro aus dem Europäischen Energieprogramm zur Konjunkturbelebung. Selbstverständlich wären auch viele internationale Kooperationsprojekte im Bereich der Offshore-Windenergie ohne die Europäische Union nahezu undenkbar.

Hauptinstrument ist dabei der Europäische Fonds für regionale Entwicklung, von dem zum Beispiel South Baltic Offer profitiert. Ein weiteres wichtiges Instrument ist das Siebte Rahmenprogramm (FP7). Dieses finanziert maßgeblich LEANWIND, ein europaweites Forschungsvorhaben zur Kostenreduzierung in der Offshore-Industrie. Ein anderes Beispiel für den Einsatz von FP7 ist EERA-DTOC. In diesem Projekt arbeiten die European Energy Research Alliance – ein europäisches Netzwerk aus Verbänden, Universitäten sowie Institutionen – und Partner aus der Industrie an einem Tool zur Designoptimierung von Windparks und Windpark-Clustern. 2014 löste Horizon 2020, das Rahmenprogramm für Forschung und Innovation, FP7 ab.

Ein wesentliches Instrument der zukunftsorientierten Energiepolitik der Europäischen Union ist der Europäische Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan). Dieser wurde 2008 ins Leben gerufen und fördert die Entwicklung und Verbreitung kohlenstoffarmer Technologien unter Beachtung von Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit. Der SET-Plan zielt langfristig darauf ab, kosteneffiziente und emissionsarme Energietechnologien so weit zu entwickeln und in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union umzusetzen, dass die Treibhausgasemissionen in der EU bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent im Vergleich zum Jahr 1990 sinken. Der Plan umfasst Maßnahmen in den Bereichen Planung, Umsetzung, Ressourcen und internationale Kooperation. Damit folgt der SET-Plan dem „Energiefahrplan 2050“, den die EU-Kommission im Dezember 2011 annahm. Mit Hilfe des Strategieplans will die Europäische Union außerdem eine effiziente und zielgerichtete Energieforschung fördern. Auf diese Weise können Doppelungen in der Förderung vermieden, Innovationen beschleunigt und wirtschaftliche Potenziale für den EU-Binnenmarkt besser genutzt werden.

Die Implementierung des SET-Plans fußt auf zwei wesentlichen Instrumenten: einerseits auf den Europäischen Industrieinitiativen (EII) – im Bereich der Windenergieforschung die European Wind Initiative (EWI) – und andererseits auf dem Europäischen Energieforschungsbündnis (EERA). Die Europäische Windenergie-Initiative EWI hat ein Budget von sechs Milliarden Euro, das zur Hälfte von der Industrie gestellt wird. Sie will Europas technologische Führung auf dem Gebiet der Windenergie gewährleisten und die Onshore-Windenergienutzung bis 2020 zu einer voll wettbewerbsfähigen Energiequelle entwickeln (Offshore bis 2030). Zudem soll die Windenergie bis 2020 einen Anteil von 20 Prozent an der europäischen Stromversorgung erreichen. Bei der Umsetzung der Initiative wird die Europäische Kommission von der Europäischen Technologieplattform Windenergie (TP Wind) beraten – einem Netzwerk von Experten und Entscheidungsträgern. Sie spielt bei der Umsetzung des SET-Plan-Prozesses eine entscheidende Rolle. Die Technologieplattform wird von der Europäischen Kommission gefördert und von der Europäischen Windenergie-Agentur geleitet.

Die Zusammenarbeit Deutschlands mit anderen Staaten erfolgt einerseits auf europäischer Ebene im EU-Rahmenprogramm HORIZON 2020 oder durch ERA-NETs (European Research Area Networks). Letztere unterstützen die Kooperation zwischen den nationalen und regionalen Forschungsförderinstitutionen mit und ohne Beteiligung der EU. Andererseits ist die Bundesregierung durch das

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auch auf globaler Ebene aktiv, indem sie sich beispielsweise in der Internationalen Energieagentur (IEA) engagiert. Eine wesentliche Aufgabe der IEA ist die Organisation einer weltweit bedeutenden Kooperationsplattform zur Erforschung, Entwicklung, Markteinführung und Anwendung von Energietechnologien.

NorthSeaGrid

Das Intelligent Energy Europe Programme der Europäischen Kommission finanziert bis zu 75 Prozent des Projekts NorthSeaGrid. Es analysiert die technischen, finanziellen und regulatorischen Anforderungen an ein



London Array (GB) soll mit einem Gigawatt Leistung der vorerst größte Windpark in der Nordsee werden.

„Offshore-Windenergie ist internationales Business“

Interview mit Andreas Wagner, Geschäftsführer der Stiftung Offshore-Windenergie, die deutschland- und europaweit den Ausbau von Windparks auf See vorantreiben will.

Was geschieht auf EU-Ebene, um eine Kostensenkung in der Offshore-Windenergie zu erzielen?

Die von der Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE koordinierte und von der Offshore-Industrie in Auftrag gegebene Prognos-Fichtner-Studie hat gezeigt, dass in der Offshore-Technologie durch technische Innovationen sowie die Vernetzung der Akteure und Unternehmen erhebliche Kostensenkungspotenziale freigesetzt werden können. Diesen Ansatz hat die Stiftung gemeinsam mit Partnerorganisationen aus Großbritannien, Dänemark und den Niederlanden weitergeführt, indem sie mit Unterstützung der Europäischen Kommission die Industrieinitiative „Seastar Alliance“ ins Leben gerufen hat. Durch diese Initiative sollen unter anderem europäische Möglichkeiten der Kostensenkung durch die Nutzung von Best-Practice-Modellen und Case-Studies aufgezeigt werden. Dabei spielt auch die Entwicklung eines europäischen Offshore-Netzes eine wichtige Rolle, wodurch weitere Synergien und energiewirtschaftliche Vorteile erreicht werden.

Was macht die internationale Zusammenarbeit so wichtig?

Offshore-Windenergie ist internationales „Business“: Die gesamte Wertschöpfungskette von der Projektentwicklung über die Logistik bis zur Errichtung und zum Service der Offshore-Parks ist international geprägt. Zudem sind die einzelnen europäischen Länder unterschiedlich weit in ihrem Ausbau der Offshore-Windenergie. Durch Wissensaustausch und Best-Practice-Modelle können weniger fortgeschrittene europäische Regionen von weiter fortgeschrittenen Offshore-Ländern profitieren. Das bringt Vorteile für die gesamte Offshore-Windenergiebranche und die maritime Wirtschaft sowie für Politik und Verwaltung.

Vor welchen weiteren Herausforderungen steht die Offshore-Windenergiebranche?

In der Vergangenheit gab es Optimierungsbedarf bei der Synchronisation von Netzanschluss und Offshore-Park. Durch die Aufstellung des Offshore-Netzentwicklungsplans soll den Betreibern der Parks und den Investoren eine bessere Sicherheit bei der Netzplanung gegeben werden. Wichtig dabei ist: Zuerst muss die Infrastruktur, also das Netz, bereitstehen und dann kommen die Parks. Bei einem Gewerbegebiet an Land werden ja auch zuerst die Straße und die Wasserleitungen gebaut.

international vermaschtes Offshore-Netz in der Nordsee. Dabei konzentrieren sich die Projektpartner jedoch nicht auf eine allumfassende Lösung. Vielmehr erfolgt die Analyse anhand von drei Fallstudien. Eine davon umfasst die Deutsche Bucht und bezieht sich auf die Vernetzung von Offshore-Windparks in Deutschland, Dänemark und den Niederlanden.

North Seas Countries Offshore Grid Initiative

In der North Seas Countries Offshore Grid Initiative (NSCOGI) arbeiten Deutschland, Belgien, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Irland, Luxemburg, die Niederlande, Norwegen und Schweden mit der Europäischen Kommission zusammen. Ziel ist die koordinierte Entwicklung eines gemeinsamen Offshore-Netzes. Unterstützung bekommt die Initiative von den nationalen Regulierungsbehörden und Übertragungsnetzbetreibern.

Koordinierungsstelle Erneuerbare Energien

Die Koordinierungsstelle dient als Vernetzungsplattform für deutsche und französische Akteure aus dem Bereich erneuerbare Energien. Das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das französische Ministerium für Industrie gründeten 2006 den Verein mit Sitz in Berlin, der sich als Wissensvermittler versteht. Themenschwerpunkte sind die Solar- und die Windenergie. Die Koordinierungsstelle Erneuerbare Energien organisiert regelmäßig Konferenzen, wie zum Thema Kosten der Windenergie. Sie stellt für Mitglieder Studien, Gutachten sowie Gesetze auf Deutsch und Französisch bereit und verfasst selbst Hintergrundpapiere. Ziel ist es, den Ausbau der erneuerbaren Energien in beiden Ländern zu fördern. Der Verein richtet sich an Unternehmen, Wirtschafts- und Umweltverbände sowie öffentliche Institutionen und zählt über 100 Mitglieder. Frankreich will bis 2020 vor seinen Küsten Offshore-Windparks mit einer Leistung von



Rotostern-Montage beim Windpark Global Tech 1.

sechs Gigawatt errichtet haben. Um dieses Ziel zu erreichen, werden regelmäßig bei Ausschreibungen Offshore-Windenergie-Projekte an Betreiber vergeben. Sie erhalten dann durch die Regierung eine finanzielle Unterstützung.

Die Anrainerstaaten und Irland wollen das Stromnetz koordiniert weiterentwickeln und gemeinsam technische, regulatorische und genehmigungsrechtliche Themen ziel führend diskutieren. Die Initiative soll zur Vereinbarkeit nationaler Vorgaben für die Strominfrastruktur führen.

Gemeinsame Forschungsk Kooperation zum Einsatz von Offshore-Windenergie

Deutschland, Dänemark und Schweden unterzeichneten 2007 die Joint Declaration on Cooperation in the Field of Research on Offshore Wind Energy Deployment. Zwei Jahre später schloss sich Norwegen dem Abkommen an, Großbritannien hat einen Beobachterstatus inne. Schwerpunkte sind die begleitende Umwelt- und Ökologieforschung. Die Kooperation ermöglicht den Austausch von Daten und Studien. Wissenschaftler des einen Landes können Forschungen in Windparks eines der anderen beteiligten Länder durchführen.

EU-Nordsee-Offshore-Initiative

Zehn Mitgliedstaaten der Europäischen Union sind seit 2009 der Initiative beigetreten, um die Netzanbindung für Offshore-Windparks in der Nordsee voranzutreiben.

South Baltic Offer

Das zentrale Ziel des Projektes ist die zügige und verbesserte Entwicklung neuer Offshore-Windparks im südlichen Ostseeraum. South Baltic Offer vereint öffentliche Träger wie Kommunen und Universitäten sowie Interessen- und Wirtschaftsverbände aus Dänemark, Schweden, Polen, Litauen und Deutschland. Sie wollen Ressourcen grenzüberschreitend bündeln und die Offshore-Wirtschaft durch Wissensaustausch ankurbeln. Neue Jobs sollen in den Anrainerstaaten der südlichen Ostsee geschaffen und die wirtschaftliche Position der jeweiligen Industrie auf dem europäischen Markt soll gestärkt werden. Die Projektpartner entwickelten einen Atlas, der über die Windstärken des Meerraumes informiert. Eine weitere Karte, die im Internet abrufbar ist, zeigt alle Unternehmen, die bei der Errichtung und dem Betrieb von Windenergieanlagen in der südlichen Ostsee beteiligt waren oder sind.

NER 300

Das NER-300-Programm der Europäischen Union fördert Energieprojekte mit einer geringen CO₂-Emission. Die Europäische Kommission entscheidet in Zusammenarbeit mit der EIB darüber, welche Projekte unterstützt werden. Das Programm finanziert sich durch den Verkauf von 300 Millionen CO₂-Emissionszertifikaten, die zusammen vier bis fünf Milliarden Euro wert sind. Die deutschen Offshore-Windparks Nordsee One und Veja Mate erhalten eine Förderung durch das NER-300-Programm.

Teilnahme an den Tasks oder durch die Förderung von beteiligten Forschern im Rahmen von Projekten.

Seit 1974 gibt es das Wind Agreement (Implementing Agreement for Co-Operation in the Research, Development and Deployment of Wind Energy Systems) der Internationalen Energieagentur (IEA), das mittlerweile 20 Staaten, die Europäische Union, der chinesische Windverband und der Europäische Windenergie-Verband (EWEA) unterschrieben haben. Die Vertragspartner tauschen sich über die Planung und Realisierung von Windparks aus. Schwerpunkt des Abkommens ist die Forschung: Alle Mitgliedsländer beteiligen sich an wissenschaftlichen Studien und werten die Resultate gemeinsam aus.

International Energy Agency

Ein Schwerpunkt der internationalen Forschungskooperation des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Bereich der erneuerbaren Energien liegt auf Arbeiten im Rahmen der Internationalen Energieagentur (IEA), der wesentlichen Kooperationsplattform zur Erforschung, Entwicklung, Markteinführung und Anwendung von Energietechnologien weltweit. Ihre 28 Mitgliedstaaten arbeiten über Kooperationsvereinbarungen zu einzelnen Technologien, den Implementing Agreements (IA), in Projekten zusammen. In Entscheidungsgremien (Executive Committees – ExCos) werden Aufgaben von themenspezifischen Arbeitsgruppen in Tasks beziehungsweise Annexes definiert und koordiniert. Geleitet werden diese von Operating Agents/Annex Leaders. Das Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und Energie unterstützt die Arbeiten durch direkte und aktive Mitarbeit, durch Finanzierung von Jahresbeiträgen für die deutsche

Internationale Verbände

Einige internationale Verbände haben es sich zur Aufgabe gemacht, den Ausbau der Windenergie weltweit zu stärken. Der Internationalen Organisation für Erneuerbare Energien (IRENA) gehören über 100 Staaten und die Europäische Union an, weitere Länder haben eine Mitgliedschaft beantragt. Die internationale Regierungsorganisation will den Ausbau regenerativer Energien weltweit fördern und dafür den Zugang zu Informationen erleichtern sowie eine praxisnahe Beratung anbieten. Die European Wind Energy Association (EWEA) und die World Wind Energy Association (WWEA) veranstalten Konferenzen und verfassen Positionspapiere. Die beiden Verbände richten sich an Forschungseinrichtungen, Unternehmen und nationale Windenergie-Organisationen. Der Global Wind Energy Council (GWEC) richtet sich an die Industrie und vertritt über 1.500 Mitglieder aus über 70 Ländern. Auch der GWEC wirbt für die Vorzüge der Windenergie gegenüber Regierungen, Entscheidungsträgern und weiteren Institutionen.



Beim Ausbau der Offshore-Windenergie ist auch internationales Teamwork gefragt.

Die Energiewende kann man abonnieren...

Ob erneuerbare Energien oder Energieeffizienz, der Strommarkt von morgen oder Netzausbau, wichtige Gesetzesvorhaben oder zukunftsweisende Energieforschung: Hintergründe, Fakten, Trends und kontroverse Standpunkte rund um die Energiewende finden Sie im zweiwöchentlich erscheinenden Newsletter „Energiewende direkt“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie:

www.bmwi-energiewende.de

BMWi-NEWSLETTER

**Energiewende
direkt**



JETZT ABONNIEREN!

