

# **DER WINDPARK BARD OFFSHORE 1: AUFBAU, STÖRFÄLLE, LEISTUNG**

M.M. Osmolovskaja

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk  
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Automatisierung wärmeenergetischer Prozesse,  
Gruppe 5B3V

Die Windkraft ist ein Zweig der Energiewirtschaft, der sich auf die Umwandlung der kinetischen Energie von Luftmassen in der Atmosphäre in elektrische, mechanische, Wärmeenergie oder jede andere Energieform spezialisiert, die für den Einsatz in der Volkswirtschaft geeignet ist.

Die Windkraft ist eine erneuerbare Energieform, da sie eine Folge der Solaraktivität ist. Die Nutzung der Energie des Windes ist heutzutage eine boomende Branche in vielen Ländern. Im Jahr 2014 betrug die gesamte Menge an elektrischer Energie, die von allen Windenergieanlagen der Welt produziert worden war, 706 Terawattstunden (d.h. 3% der menschengenerierten elektrischen Energie).

Große Windparks sind an das Gesamtnetz angeschlossen, die kleineren werden dagegen für die Stromversorgung von abgelegenen Gebieten eingesetzt. Im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen ist die Windenergie praktisch unerschöpflich, weit verbreitet und umweltfreundlich. Allerdings ist der Aufbau von Windkraftanlagen mit einigen Schwierigkeiten technischer und wirtschaftlicher Art verbunden, wodurch sich die Ausbreitung der Windkraft deutlich verlangsamt.

Mehrere Windkraftanlagen, die an einem oder mehreren Standorten zu einem Verbundnetzwerk angeschlossen sind, werden als Windkraftanlagen oder Windparks bezeichnet.

Im Jahr 2010 begann der Aufbau des ersten Hochsee-Windparks „Bard Offshore 1“ mit 80 einzelnen Anlagen in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone in der Nordsee und endete im Jahr 2013. Jedoch ergaben sich bald Schwierigkeiten im Betrieb und der neu eröffnete Windpark musste schon bald für Wartungsarbeiten abgeschaltet werden. Doch schon bald beim Wiederhochfahren der Hightech-Anlage kam es erneut zu erheblichen Störungen bei der Stromübertragung und im März sogar zu einem Brand auf der Umspannplattform des Windparks. Fehlersuche und Reparatur dauerten mehrere Monate.

Der Zeitaufwand für den Bau war dreimal, der Kostenaufwand zweimal größer als geplant und betrug insgesamt 3 Millionen Euro. Zu viele unvorhergesehene Schwierigkeiten traten ein. Deshalb empfing man die Inbetriebnahme des ersten Windparks in Deutschland mit auffälliger Erleichterung. Es war eine immense technische Herausforderung, jedoch waren ihr die Macher gewachsen. Alle Baumaterialien einschließlich Ausrüstung waren deutscher Produktion. Insgesamt dürfen in der Nordsee 25 Windparks errichtet werden. Obwohl das Gerüst von Bard Offshore 1 bereits im August 2012 fertiggebaut war, dennoch wurde der Stromfluss erst im Frühjahr des darauf kommenden Jahres freigegeben. Es fehlte ein 15 Kilometer langes Kabel, das den Windpark mit dem Festland verbindet sollte.

Die installierte Gesamtleistung des Stromwindparks Bard Offshore 1 beträgt 400 Megawatt mit je 5 Megawatt Einzelleistung jeder der 80 Windenergieanlagen.

Deutschland plant im Jahr 2025 40–45% des gesamten Stromgehalts aus erneuerbaren Energien zu erzeugen. Früher plante Deutschland nur 12% des Windkraftanteils an der gesamten Stromerzeugung bis zum Jahr 2010. Dieses Ziel wurde bereits 2007 erreicht. Anfang 2015 belief sich die gesamte installierte Leistung aller Windenergieanlagen der Welt auf 369 Gigawatt.

Wissenschaftlicher Betreuer: Ju.V. Kobenko, Prof., Dr. habil., Lehrstuhl für Fremdsprachen des Energetischen Instituts der Nationalen Polytechnischen Forschungsuniversität Tomsk.

## **DER AUFBAU UND DAS FUNKTIONSPRINZIP DER KONDENSATIONS-DAMPFTURBINE**

R.O. Zizer

Nationale Polytechnische Forschungsuniversität Tomsk  
Energetisches Institut, Lehrstuhl für Atom- und Wärmekraftwerke, Gr. 5032

Die Kondensationsdampfturbine K-210-6,2 mit der nominellen Leistung 210 MW, mit dem Anfangsdruck eines Dampfes 6,2 MPa und mit dem Enddruck 4 kPa wird in den Kernkraftwerken verwendet, in deren thermodynamischen Kreisprozessen trockengesättigter Dampf als Arbeitskörper benutzt wird.

Die Turbine ist für den unmittelbaren Antrieb des Generators des Wechselstromes mit der Frequenz 50 Hz vorbestimmt. Die Richtung des Drehens des Rotors der Turbine ist im Uhrzeigersinn seitens des Vorderlagers der Turbine zur Seite des Generators.

Die Turbine besteht aus zwei Teilen: erstens der einflutige Hochdruckzylinder mit zwei Abteilungen und zweitens der zweiflutige Niederdruckzylinder.

In das Regenerativsystem der Dampfturbinenanlage gibt es 7 Speisewasservorwärmer, aus denen es 6 Winderhitzer und einen Mischvorwärmer gibt. Im Wärmeschaltschema der Dampfturbinenanlage gibt es das Dampfabsaugungssystem, in dem es einen Innenturbinenseparator in die Teile des hohen Drucks und einen äußeren Separator gibt, der zwischen des Hochdruckbereich und Niederdruckbereich liegt.

Der trockengesättigte aus der Kerndampferzeugungsanlage handelnde Dampf wird durch die Sperr- und Regelungsventile in den Hochdruckzylinder versetzt, in dem der Prozess seiner Ausdehnung geschieht.

Der Prozess der Dampfausdehnung wird von der Umwandlung seiner inneren Energie in die mechanische Energie der Bewegung in den Kanälen der Turbine begleitet. Für die Senkung der axialen Bemühungen auf die Welle des Rotors der Turbine und der Erhöhung des Wirkungsgrades ist die Turbine der Mehrstufigen erfüllt. In dem Bewegungsvorgang des Dampfes durch die Düse und die Arbeitsschulterblätter der Turbinenstufen wird die Bewegungsenergie des Dampfes in die mechanische Energie des Drehens der Welle des Rotors der Turbine umgewandelt. Diese Energie