

## Direkte Verbindung von Planetengetriebe und Generator verkürzt den Antriebsstrang

**WINDENERGIE:** Der erste HybridDrive weltweit, ein mittelschnell drehender Antriebsstrang, soll noch in diesem Jahr in einer Windkraftanlage ans Netz gehen. Mit einer Verfügbarkeit von über 94 % zeigt die Konstruktion einen der besten Jahreswirkungsgrade unter bestehenden Technologien. Stefan Tenbrock, Geschäftsführer der Winergy AG, erläutert in diesem Beitrag die Vorteile einer mittelschnellen Lösung.

VDI nachrichten, Voerde, 3. 8. 12, rus

Nicht nur die hohe Verfügbarkeit, sondern auch die kompaktere Bauform im Vergleich mit anderen Getriebe- und getriebelosen Antrieben gehört zu den Alleinstellungsmerkmalen dieser Konstruktion. Die direkte Verbindung eines zweistufigen Planetengetriebes mit einem Permanent-Magnet-Generator (Perm-Generator) führt zu einer Verkürzung des Antriebsstranges um ca. 35 % gegenüber herkömmlicher Getriebebauweisen mit angeschlossenen Asynchrongeneratoren.

Hybrid bedeutet in diesem Fall, dass Getriebe und Generator zu einer integrierten Einheit zusammengeführt werden. In bisherigen Konzepten wurden Generator und Getriebe durch Kupplungen getrennt, die neben der elektrischen Isolierung auch den mechanischen Überlastschutz realisierten. Die Kupplungen entfallen bei diesem Antriebsstrang und werden durch Verbindungselemente ersetzt, die alle Schutz- und Isolationsfunktionen gleichzeitig sicherstellen.

**Nicht neu, aber erstmals verwirklicht.** „Es gab früher schon Ansätze, so etwas zu konstruieren, sogar schon in den 1980er-Jahren, aber das Konzept wurde nie richtig verwirklicht. Erst durch die Weiterentwicklung bei den Getrieben, Generatoren aber auch der Vollumrichter-technik wurde das Konzept für die Windbranche technisch und wirtschaftlich sinnvoll“, kommentiert Matthias Deicke, Head of Electrical Systems, die Entwicklung.

Windkraftanlagen erzeugen heute bis zu 6,5 MW elektrische Leistung – kommende Generationen sollen mit bis zu 10 MW aufwarten. Das Plattformkonzept des Winergy HybridDrives erlaubt ein Hochskalieren des Antriebsstrangs von derzeit 3 MW auf bis zu 8 MW Ausgangsleistung.

Entscheidend für den Betrieb von Windkraftanlagen (WKA) sind die Levelized Cost of Energy (LCoE). Dieser Wert stellt die Summe aller Kosten (Initial-, Betriebsführungs- und Wartungskosten) in das Verhältnis zu den Erträgen der Anlage. LCoE werden in der Energiebranche zum Feststellen der Wettbewerbsfähigkeit einer Energiequelle verwendet, das heißt beispielsweise der Vergleich von Atomstrom mit Windenergie. Dementsprechend arbeiten alle Windkraftanlagenhersteller und ihre Zulieferer mit Hochdruck daran, dass man einerseits die Kosten senkt und/oder andererseits die Erträge erhöht, um im Vergleich mit anderen Energiequellen wettbewerbsfähig zu sein.

Mittelschnell drehende Anlagen bieten den Vorteil, dass sie im Vergleich mit Permanent-Magnet-Direct-Drives nur 20 % der Permanent-Magnet-Menge benötigen. Ein modularer Aufbau erlaubt zudem den Ersatz des Perm-Generators durch einen elektrisch erregten Synchrongenerator. Aufgrund der stark schwankenden Permanent-Magnet-Preise bietet ein System mit weniger oder keinen Magneten den Vorteil der Planungssicherheit bei der Beschaffung oder im Servicefall, in dem beispielsweise ein Ersatzgenerator nötig wird.

**Kürzer, leichter, kompakter:** Hinzu kommt, dass die kompakte Bauweise dem WKA-Hersteller vielfältige Möglichkeiten bei der Auslegung der Turbine zulässt. So lassen sich in dem neu gewonnenen Raum der Umrichter und der Transformator in die Gondel einbauen. Das erhöht den Gesamtwirkungsgrad durch den Wegfall der Niederspannungskabelverluste. Eine andere Option ist, die Gondel kürzer und leichter zu bauen. Das bringt Vorteile in der Turmauslegung und beim Transport, bietet somit Kostenvorteile.

Getriebe und Generator bilden bei dieser Konstruktion zwar eine Einheit, sie sind aber in Modulen realisiert, so dass man sie im Fall der Fälle trennen und mit dem internen Kran der Windkraftanlage befördern kann. Es werden die Vorteile des klassisch aufgelösten Antriebsstrangs genutzt und die Nachteile eines in den Turbinenkopf fest integrierten Direct Drives vermieden.

Beim HybridDrive liegt – nach Unternehmensangabe – der Wirkungsgrad von Getriebe und Generator im Nennpunkt bei jeweils ca. 98 %, als System bei 96 %. Ein komplettes HybridDrive-System könne gegenüber einem Direct Drive (je nach Standort) einen 1 % bis 2 % höheren Jahresenergieertrag erreichen.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass ein HybridDrive dem WKA-Hersteller unterstützt, LCoE sowohl kostenseitig als auch ertragsseitig zu optimieren. hd/rus

# Die Module für Europas größten Onshorewindpark reisen aus der ganzen Welt an

**WINDENERGIE:** Maschinenhäuser aus Salzbergen, Rotorblätter u. a. aus Brasilien und Türme aus China – mit dem Bau des größten europäischen Onshorewindparks in Rumänien stellt sich der Windenergieanlagenhersteller GE logistischen Herausforderungen. Marcus Wübbelmann, Crane and Logistics Manager Europe bei GE Energy, beschreibt im Folgenden die Logistik.

VDI nachrichten, Constanta, 3. 8. 12, rus

Bis zum Jahresende soll das Windprojekt Fintinele des Energieversorgers CEZ fertiggestellt sein. Die 240 Windenergieanlagen vom Typ GE 2.5-100 haben eine Nennleistung von 600 MW.

Die Lage der Anlage in der Nähe zur Donau sowie zum Hafen Constanta am Schwarzen Meer und damit die Annahme, ein leichter Transport von Komponenten für die Windenergieanlage zur Baustelle sei möglich, täuscht. Denn die Einzelteile für den Windpark Fintinele werden in der ganzen Welt gefertigt und eingekauft: Beispielsweise kommen die Maschinenhäuser der Anlagen aus dem niedersächsischen Salzbergen. Die Rotorblätter und Türme aus Deutschland, Brasilien, Tschechien, Dänemark, Polen und sogar aus China.

Nicht nur die Ausmaße der einzelnen Komponenten – ein Rotorblatt misst beinahe 50 m –, sondern auch die Anzahl erfordert genaueste Planung von GE.



Der Windpark Fintinele in Rumänien wird nach Fertigstellung der größte Onshorewindpark Europas sein. 240 Windgeneratoren mit einer Gesamtleistung von 600 MW speisen in das Stromnetz des Landes ein. Pro Anlage sind zwölf Schwer- bzw. Großraumtransporte vom Hafen bis zur Baustelle nötig. Hier der Transport eines fast 50 m langen Rotorblatts. Foto: GE

Pro Anlage benötigt der Windenergieanlagenhersteller zwölf Transporte vom Hafen zur Baustelle. Zwei Transporte liefern die elektrischen Komponenten. Fünf weitere ergeben den 100 m hohen Turm und mit einem Transport kommt das Maschinenhaus an. Für die Rotornabe und die Rotorblätter werden die letzten vier geplant. Diese Transporte sind alle multimodal und kombinieren

Wege der See- und Binnenschifffahrt sowie des Straßennetzes miteinander. Insgesamt werden für das Fintinele-Projekt mehr als 16 000 Umschläge benötigt.

Um Projektveränderungen flexibel abfedern zu können, müssen bei einer solchen logistischen Komplexität mögliche Veränderungen in einer Planung schon im Voraus berücksichtigt werden. Denn der Zeitplan

der Baustelle gibt den Plan für die Logistik vor. Hier bildet der Hafen Constantas GEs strategischen Ausgangspunkt für den Nachlauf.

Zu Spitzenzeiten thronen 25 Krane auf einer der größten europäischen Baustellen. Rund 200 Personen sorgen dafür, dass die von 60 Schwertransporten pro Woche gelieferten Komponenten ver- und entladen werden.

Für solch ein Großprojekt gilt: Stringente Planung, klare Prozesse und viel Einsatz sichern den pünktlichen Abschluss des Projekts.

„Wir sind stolz darauf, den größten Windpark in Europa zu bauen und Rumänien beim Ausbau der erneuerbaren Energien zu unterstützen“, sagt Stephan Ritter, Leiter des Europageschäfts für die Erneuerbaren Energien bei GE Energy. M.W.

## Mit leistungsstarken Windturbinen für das Binnenland kann die Energiewende gelingen

**WINDENERGIE:** Lediglich 2 % der Fläche Deutschlands würden reichen, um auf dieser mit Windkraftanlagen den Stromverbrauch in Deutschland zukünftig mit über 60 % zu decken. Wenn denn der Wind weht und die entsprechenden Turbinen zur Verfügung stehen. Solche Studien freuen den Windpionier Nordex, denn er hat die entsprechenden Turbinen im Angebot.

VDI nachrichten, Siegbach, 3. 8. 12, rus

Mehrere Tausend Haushalte im hessischen Siegbach versorgen seit Dezember 2011 mit „sauberem Strom“ Windenergieanlagen von Nordex. Das Besondere: Die Turbinen stehen in einem dichten Waldgebiet – eigentlich kein geeigneter Standort, um möglichst viel Wind „einzufangen“. Effiziente Anlagentechnik sowie hohe Turmkonzepte helfen, solche Standorte wirtschaft-

lich sinnvoll zu erschließen und die Energiewende im Binnenland zu erreichen. Davon ist auch das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (Iwes), überzeugt. Eine seiner Studien zeigt, dass bei der Nutzung von lediglich 2 % der Landesfläche, Onshorewind den Stromverbrauch in Deutschland zukünftig mit über 60 % decken kann und damit das EEG-Ziel, in 2020 den Strombedarf zu 35 % durch Erneuer-

bare zu decken, laut Modell übertreffen würde.

Interessant ist dabei die Verteilung der Potenziale, die sich sehr stark auf die Länder in Süddeutschland konzentrieren, allen voran Bayern (41 GW), Baden-Württemberg (23 GW) und Hessen (14 GW). Bedingung ist aber, dass an Schwachwindstandorten mit mittleren Windgeschwindigkeiten von 6,5 m/s die Flächenleistungen der Anlagen mindestens 3,5 m<sup>2</sup>/kW betragen.

Einige Turbinen können aber heute schon mehr. Etwa die N117 (mit 117 m Rotordurchmesser), die der Windpionier Nordex speziell für das Binnenland entwickelt hat. Sie übertrifft mit der Flächenleistung von 4,48 m<sup>2</sup>/kW die Voraussetzungen der von Fraunhofer Iwes genannten Be-

dingungen. Schon bei geringen Windgeschwindigkeiten erzielt die Anlage mit besonders großem Rotor beträchtliche Erträge. So kann die Turbine rund 20 % mehr Strom als

**Oberhalb der Baumkronen erreicht der Wind unbehindert die Flügel**

vergleichbare Anlagen produzieren.

„Gerade für Standorte in Bayern und Baden-Württemberg aber auch in Hessen und Rheinland-Pfalz ist die N117/2400 durch die große Rotorflächenleistung wirtschaftlich eine hochattraktive Lösung“, so Lars Bondo Krosgaard, Vorstand Vertrieb bei

der Nordex SE. Zudem könnten besonders große Turmhöhen den Energieertrag der Anlagen im Binnenland nochmals um bis zu 20 % optimieren. Der Wind erreicht bei Waldstandorten wie in Siegbach den Rotor der Anlagen, ohne durch Hindernisse abgelenkt zu werden. Neben Turmhöhen von 91 m und 120 m bietet Nordex seinen Kunden daher auch einen 141-m-Hybridturm an.

Noch in diesem Jahr errichtet das Unternehmen weitere Parks mit effizienten Binnenlandanlagen. Den mit 24 MW derzeit größten bayerischen Windpark baut Nordex aktuell in Zöschingen. Zehn Kraftwerke vom Typ N117 werden rund 1000 Haushalte mit Strom versorgen – das entspricht rund einem Drittel des gesamten Landkreises. FELIX LOSADA

## Im Falle eines Falles repariert der Dienstleister alles

**WINDENERGIE:** „Wenn es eine Branche gibt, die insbesondere in den letzten Jahren durch Erfahrungen an Professionalität gewonnen hat, dann ist es die Windenergie“, meint Ulrich Schomakers, Geschäftsführer des Serviceunternehmens Availon. Nachfolgend beschreibt er, wie ein Betreiber nahezu alle Risiken, die sich durch den Betrieb einer Anlage oder eines Windparks ergeben, an einen Dienstleister abgeben kann.

VDI nachrichten, Rheine, 3. 8. 12, rus

Ende 2011 waren in Deutschland Windenergieanlagen (WEA) mit einer Gesamtleistung von rund 22 300 MW installiert. Allein im letzten Jahr wurden 835 Anlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 2007 MW Onshore, also an Land, errichtet.

Hatte in den 1990er-Jahren eine typische Windenergieanlage noch eine Nabenhöhe von max. 50 m und eine Leistung von etwa 250 kW, sind die heutigen Anlagen fast drei Mal so hoch und erbringen mit 2 MW bis 3 MW das Zehnfache an Leistung.

Der Einstieg der Windenergie in die leistungsstarke Multimegawattklasse führte allerdings auch dazu, dass Windenergieanlagen zunehmend höheren Belastungen standhalten mussten und somit anfälliger für Fehler und Komponentenschäden wurden.

**Ertragsrisiken steigen**  
Eine Windenergieanlage ist ein In-

vestitionsgut, dessen Betriebszeit auf durchschnittlich 20 Jahre kalkuliert wird. Die Wirtschaftlichkeit von Windenergieanlagen oder Windparkprojekten muss demnach über einen sehr langen Zeitraum sichergestellt sein.

Betreiber müssen hierzu nicht nur die zu erwartenden Erträge ins Kalkül ziehen, sondern auch die Risiken, die sich durch Anlagenstörungen oder Schäden an Komponenten – und damit drohenden Ertragsausfällen aufgrund von Anlagenstillständen – ergeben. Ein Ertragsrisiko ergibt sich demzufolge aus dem Zusammenspiel zwischen Windenergieanlagenstandort und dem hieraus resultierenden Windangebot sowie der Anlagentechnologie.

Überraschenderweise schätzen Fachleute das Ertragsrisiko auf der Verfügbarkeitsseite bei Onshoreanlagen als relativ gering ein. Weniger überraschend ist diese Einschätzung,

wenn man weiß, dass sie auf einer umfassenden Wartungs- und Servicebetreuung als wesentliche Voraussetzung beruht.

**Höhere Sicherheit durch mehr Kostentransparenz**

Vor diesem Hintergrund beobachtet die Availon GmbH, einer der weltweit führenden Anbieter von markenübergreifenden Serviceleistungen für Windenergieanlagen, bei Betreibern einen zunehmenden Trend hin zu Vollwartungskonzepten.

Der besondere Vorteil einer Voll-

**Kunden setzen auf Vollwartung, da sie keine unerwarteten Probleme und damit nicht kalkulierbare Risiken sowie ungeplante Kosten beim Betrieb ihrer Anlagen wollen.**

wartung ist das hohe Maß an Sicherheit, die man hinsichtlich der Anlagen- bzw. windparkspezifischen Kos-

tenstrukturen innerhalb der Vertragslaufzeit erhält. Auf diese Weise wird es möglich, die Kosten für den Betrieb von Windenergieanlagen und Windparks besser zu prognostizieren und damit auf lange Sicht transparenter abzubilden.

Im Sinne eines wirklich langfristigen wirtschaftlichen Betriebes muss ein Vollwartungskonzept letztendlich aber zu einer Windenergieanlage oder einem Windpark passen.

**Modulares Servicekonzept**

Damit die Wartung zur Investition passt, hat Availon mit WindKeeper ein modulares Servicekonzept für Anlagen von GE, Vestas und Gamesa entwickelt, das sich an den tatsächlichen Bedarf von Windenergieanlagen-Betreibern orientiert.

Die Vollwartungsstrategien innerhalb dieses Konzeptes unterteilen sich in „WindKeeper Complete Modular“ und „WindKeeper Complete“. Zu jedem dieser Servicepakete werden frei wählbare Wartungs- sowie Optimierungsmodule angeboten.

So enthält WindKeeper Complete Modular etwa mit einer Fernüberwachung, dem Verschleißteilpaket oder einer Entstörung bei Anlagenproblemen bereits viele Leistungen, die sich beispielsweise durch die Wahl unterschiedlicher Anlagenoptimierungen, sogenannter Upgrades, er-

weitern lassen. Ferner kann ein Betreiber entscheiden, ob Windenergieanlagen-Großkomponenten Bestandteil der Servicevereinbarung sind oder nicht.

Auch mit WindKeeper Complete sind flexible und langfristige Vertragslaufzeiten möglich, wobei ein Betreiber nahezu alle Risiken, die sich durch den Betrieb einer Anlage oder eines Windparks ergeben, abgibt. In diesem Vollwartungskonzept ist der Ersatz von Großkomponenten und, je nach Anlagentyp, bis zu sechs Upgrades inklusive.

Außerdem lassen sich Optimierungsmodule wählen, die die Windenergieanlagen-Zuverlässigkeit und damit Performance steigern.

Der wachsende Trend hin zu Vollwartungskonzepten ist im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und damit Finanzierbarkeit von langfristig angelegten Windenergieprojekten eine logische Konsequenz, die sich vor allem aus den negativen Erfahrungen der jüngsten Vergangenheit hinsichtlich der Betriebskosten für Windenergieanlagen ergibt.

Vollwartungskonzepte müssen jedoch modular und flexibel sein, um Betreibern die Entscheidungsspielräume zu ermöglichen, die für Windenergieanlagen- bzw. Windpark-spezifische Serviceleistungen zwingend erforderlich sind. US