

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	<p>Titel Gigantisch beflügelt (Sascha Rentzing)</p>	<p>Offshore-Energie: <u>Samsung nimmt größte Windturbine der Welt in Betrieb</u> (Sascha Rentzing)</p>	
0	<p>Wenn die Windbranche mehr Strom ernten will, muss sie Turbinen mit längeren Rotorblättern einsetzen. Das rechnet sich aber nur, wenn die Blätter flexibler und leichter konzipiert werden. Entwickler stehen vor komplexen Aufgaben.</p>		
1	<p>Samsungs neue Offshore-Turbine wirkt gigantisch. Ihr riesiger Rotor dreht gemächlich seine Runden, obwohl an diesem Februartag kräftige Böen über die Docks der schottischen Küstenstadt Methil fegen. Gerade hat der</p>	<p>Samsungs neue Offshore-Turbine wirkt gigantisch. Ihr riesiger Rotor dreht gemächlich seine Runden, obwohl an diesem Februartag kräftige Böen über die Docks der schottischen Küstenstadt Methil fegen. Gerade hat die</p>	1
	<p>südkoreanische Konzern den Prototypen seiner neuen Offshore-Maschine S7.0-171 im Methil-Testfeld „Energy Park Five“ in Betrieb genommen.</p>	<p>südkoreanische Konzerns den Prototypen seiner neuen Offshore-Maschine im Methil-Testfeld „Energy Park Five“ in Betrieb genommen, rund fünf Monate nachdem die Installation abgeschlossen war.</p>	
	<p>Ab 2015 will Samsung damit kommerzielle Windparks in der Nordsee bestücken.</p>	<p>Ab 2015 will Samsung mit seiner Entwicklung kommerzielle Windparks in der Nordsee bestücken.</p>	2
2	<p>Mit sieben Megawatt Leistung und 83,5 Meter langen Blättern ist die Turbine der neue Gigant der Meere. Und sie steht für die rasante technische Entwicklung in der Windenergie: 2013 präsentierten Vestas und Mitsubishi für ihre Offshore-Maschinen Blatt-Prototypen mit 80 und 81,6 Metern Länge. Ein Jahr zuvor hatte Siemens mit einem 75-Meter-Blatt für die Offshore-Anwendung der hauseigenen SWT-6.0-174 den alten Längenrekord von Alstom um 1,5 Meter übertroffen (neue energie 07/2012).</p>	<p>Mit sieben Megawatt Leistung und 83,5 Meter langen Blättern ist die Turbine der neue Gigant der Meere. Und sie steht für die schnelle technische Entwicklung der Windkraft: 2013 präsentierten Vestas und Mitsubishi für ihre Offshore-Maschinen Blatt-Prototypen mit 80 und 81,6 Metern Länge. Ein Jahr zuvor hatte Siemens mit einem 75-Meter-Blatt den alten Längenrekord von Alstom um 1,5 Meter übertroffen.</p>	2
	<p>Entwickelt hat das neue 83,5-Meter-Rekordblatt aber nicht Samsung selbst, sondern der dänische Blattspezialist SSP Technology. Stolz verweist Chefentwickler Karl Eichler auf die Kern-Innovationen: „Wir verwenden für den Gurt, die tragende Struktur,</p>	<p>Entwickelt hat das neue Rekordblatt aber nicht Samsung selbst, sondern der dänische Blattspezialist SSP Technology. Stolz verweist Chefentwickler Karl Eichler auf die Kern-Innovation: „Wir verwenden für den Gurt, der die tragende Struktur bildet,</p>	3
	<p>Kohlenstoff- statt Glasfasern. Dadurch senken wir das Gewicht und erhöhen gleichzeitig die Steifigkeit des Blatts.“ Der Effekt: Die Flügel verbiegen sich bei Belastung weniger und können selbst bei starken Böen nicht mit dem Turm kollidieren. Außerdem nutzt SSP einen neuartigen Blattanschluss mit sehr dicht angebrachten Metallhülsen. „Dadurch lassen sich die Blätter mit mehr Bolzen fester an der Turbinennabe montieren. So können sie bei gleichem Blattwurzeldurchmesser wesentlich länger werden“, erklärt Eichler.</p>	<p>Kohlenstoff- statt Glasfasern. Dadurch senken wir das Gewicht und erhöhen gleichzeitig die Steifigkeit des Blatts.“ Der Effekt: Die Flügel verbiegen sich bei Belastung weniger und können selbst bei starken Böen nicht mit dem Turm kollidieren.</p>	
3	<p>Stephan Barth, Geschäftsführer von Forwind –</p>	<p>Dass bei Turbinen künftig vor allem die</p>	4

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	<p>Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Bremen und Hannover, glaubt, dass die Entwicklung auch an Land weiter in diese Richtung geht:</p>	<p>Flügelänge zählt, davon ist Stephan Barth, Geschäftsführer von Forwind, dem Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Bremen und Hannover, überzeugt: Mit Stromgestehungskosten von durchschnittlich zwölf bis 19 Cent pro Kilowattstunde ist Windstrom vom Meer noch nicht wettbewerbsfähig.</p>	
	<p>„Rotoren mit größeren Durchmessern können mehr Wind abgreifen und damit gleichmäßiger und verlässlicher Energie aus der Luft schöpfen.“ Technische Limits für die Steigerung der Blattlängen sieht Barth nicht. „Bisher haben die Ingenieure vermeintliche Skalierungsgesetze in der Windenergie immer wieder geschlagen.“</p>	<p>„Rotoren mit größeren Durchmessern können die Kosten senken, indem sie mehr Wind abgreifen und damit gleichmäßiger und verlässlicher Energie aus der Luft schöpfen.“</p>	
4	<p>Dass sich mit zunehmenden Blattlängen auch die Gefahr von Schäden und Unfällen erhöhen könnte, sieht Barth nicht. „Die Technik, die wir jetzt haben, ist grundsätzlich sicher. Und die Verfahren und Vorschriften zur Einführung neuer Techniken sind sehr hoch entwickelt.“ Im Dezember sorgten in Niedersachsen Flügelbrüche an drei Turbinen für Schlagzeilen. Nach Ansicht des Landesumweltministeriums in Hannover ist die Zahl der publik gewordenen Unfälle allerdings gering, angesichts der Zahl von mehreren Windkraftanlagen allein in Niedersachsen. Der Sicherheitsstandard bei der Herstellung sei hoch, betont das Ministerium.</p>		
5	<p>Allerdings ist mit den derzeitigen Flügelängen die Windernte noch nicht effizient genug. Nach der aktuellen Studie „Kostensituation der Windenergie an Land“, die das Beratungsunternehmen Deutsche Windguard für den Bundesverband WindEnergie (BWE) und den Maschinenbauverband VDMA erstellt hat, liegen die Stromgestehungskosten an windschwachen Standorten derzeit bei durchschnittlich mehr als zehn Cent pro Kilowattstunde. Nur mit sehr großen Nabhöhen und langen Rotorblättern könnten an diesen Standorten Projekte realisiert werden, so die Windguard-Analysten. Ohne Großrotoren droht der Windkraftausbau in Deutschland also ins Stocken zu geraten.</p>		
	<p>Zu viel Manufaktur</p>	<p>Banane als Vorbild</p>	
6	<p>Allerdings stellen längere Rotorblätter die Entwickler vor erhebliche Herausforderungen.</p>	<p>Allerdings stellen längere Flügel die Entwickler vor große Herausforderungen.</p>	6
	<p>Mit zunehmendem Gewicht verstärken sich auch die physikalischen Kräfte,</p>	<p>Mit zunehmendem Gewicht verstärken sich auch die Kräfte,</p>	
	<p>die auf das Fundament wirken. Um ihnen entgegenzuwirken, müsste die Turbine insgesamt stabiler gebaut werden, was jedoch unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen würde. Die Konstrukteure haben also nur eine</p>	<p>die auf das Fundament wirken. Um ihnen entgegenzuwirken, müsste die Turbine insgesamt stabiler gebaut werden, was jedoch unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen würde. Die Konstrukteure haben also nur eine</p>	

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	<p>Wahl: Sie müssen flexiblere und schlankere Blätter konzipieren, die kritischen Windböen weniger Angriffsfläche bieten und die Gesamtkonstruktion der Turbine entlasten. Es gibt viele Ansatzpunkte: Die Geometrie oder der Materialaufbau der Flügel könnten verändert werden. Oder es ließen sich bewegliche Elemente in die Blätter einbauen. Sie lenken die Windströmung per Steuerbefehl um – wie die Klappen an Flugzeugen.</p>	<p>Wahl: Sie müssen flexiblere und schlankere Blätter konzipieren, die kritischen Windböen weniger Angriffsfläche bieten und die Gesamtkonstruktion der Turbine entlasten.</p>	
7	<p>Für Frank Weise, Leiter der Vestas-Rotorblattfertigung in Lauchhammer, ist der weitere technische Fortschritt jedoch an Bedingungen geknüpft: „Bevor wir über intelligente Riesenblätter sprechen, müssen zuerst die Fertigungsprozesse wirklich beherrscht und optimiert werden“ (siehe Interview S. 26). Bisher gibt es in der Flügelfertigung noch viele Schritte, die Handarbeit erfordern (siehe Kasten S. 37). Automatisierte Arbeitsverfahren könnten die Kosten senken. Das sei aber eine große Herausforderung, da Maschinen und Roboter höhere Anforderungen an Form, Lage und Klimabedingungen als Menschen hätten, erklärt Weise. „Sie brauchen für die Automatisierung eine schlüssige Fertigungsstrategie, die das durchgängig berücksichtigt.“</p>		
8	<p>Ebenso wichtig ist es aus Weises Sicht, Materialien klug einzusetzen. Wo zum Beispiel werden Kunstharze besser mit den günstigen, aber schweren Glasfasern oder mit den leichten, aber teureren Kohlenstofffasern verstärkt? „Viele Firmen bekennen sich zum Leichtbau, aber zu welchem Grad sie ihn erreichen, ist oft fraglich“, sagt Weise. Bei Vestas habe man einen guten Weg gefunden, um bei gleichbleibend hoher Qualität der Flügel Material und Kosten zu sparen. „Wir haben die Fertigung im Griff und einen sehr hohen Automatisierungsgrad.“ So werde teures Karbon nur da eingesetzt, wo es wirklich Mehrwert bringe – in der Hauptspannungsebene des Tragbalkens, erklärt Weise. Außerdem nutzt Vestas vorimprägnierte Fasern, so genannte Prepregs. Sie sparen Produktionsaufwand, weil sie bereits als mit Kunstharzen getränkte Fasermatten geliefert werden und sofort verarbeitet werden können. Im gängigen Produktionsprozess werden zuerst trockene Glasfasergelege in Blattschalen, also in die großen aerodynamischen Außenflächen des Blatts, gelegt. Erst in einem zweiten Schritt wird dann flüssiges Harz mit Unterdruck in die Fasern gebracht.</p>		
9	<p>Forscher des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (Iwes) in</p>		

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	<p>Bremerhaven sehen weitere Möglichkeiten, die Produktion zu optimieren. „Die Fertigungskosten der Blätter können um bis zu zehn Prozent sinken“, erklärt Iwes-Experte Roman Braun. Im Projekt „Blademaker“, das das Bundesumweltministerium (BMU) von 2012 bis 2017 mit acht Millionen Euro fördert, erkunden Iwes-Wissenschaftler deshalb gemeinsam mit Industrie- und Forschungspartnern, wie sich Blätter günstiger, schneller und in höherer Qualität produzieren lassen. Ein Augenmerk liegt auf dem Schlüsselprozess der Faserablage: Die Glasfasergelege werden heute in hohen Massen per Hand in Formen gelegt. Ab 2015 wollen die Forscher in einem neuen Demonstrationszentrum in Bremerhaven testen, ob es wirtschaftlicher ist, die Gelegebahnen maschinell von einer Rolle ablegen zu lassen. Ein weiterer Fokus liegt auf dem Transport und der Flügelmontage. „Unsere Idee ist, den Schäumungsprozess für Blattschalen direkt in die Fertigung zu integrieren, um Transportkosten zu vermeiden“, so Braun. In den Blattschalen werden Sandwichkonstruktionen verwendet. Sandwich bedeutet, dass innen und außen Laminatschichten sind und dazwischen ein dicker, aber sehr leichter Kernwerkstoff, meist Balsaholz oder Hartschaum. Bisher werden diese Schäume bei einem Materialhersteller gefertigt und dann an den Blatthersteller geliefert, was ein sehr hohes Transportvolumen erfordert und ein weiterer Veredelungsschritt ist, der zu hohen Materialkosten führt.</p>		
	<p>Logistik-Vorreiter Enercon</p>		
10	<p>Turbinenhersteller Enercon zeigt mit seiner neuen E-115-Binnenlandmaschine, in welche Richtung die Entwicklung bei der Logistik gehen könnte. Die 2,5-Megawatt-Anlage verfügt wie die E-126 über ein teilbares Rotorblatt. Ziel sei es, mit dieser Maschine auch schwer erreichbare Standorte zu wirtschaftlichen Kosten zu bedienen, heißt es bei Enercon. Durch das teilbare Blatt verringere sich die Länge der zu transportierenden Komponenten, was wiederum weniger Aufwand und Kosten beim Ausbau der Zuwege bedeute. Während das äußere Blattsegment auf herkömmliche Art im Vakuuminfusionsverfahren in Sandwich-Bauweise produziert wird, setzt Enercon bei der Herstellung des inneren Segments eine neue Wickeltechnik ein. Dabei werden vorgetränkte Glasfasergelege von einer Maschine um ein Urmodell gewickelt, bis die lasttragende Struktur entsteht. Das Urmodell gibt die Kontur des Bauteils vor, in der es später entstehen soll. Auf</p>		

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	der Baustelle werden Außen- und Innenblatt schließlich mit Quer- und Längsbolzen miteinander verschraubt.		
11	Die Montage der für seine Turbinen typischen Hinterkantensegmente, die Schallemissionen reduzieren und den Ertrag der Anlage steigern, verlegt Enercon bei der E-115 hingegen ins Werk vor. Dadurch soll sich der spätere Anlagenaufbau beschleunigen. Damit sich das Blatteil mit dem montierten Hinterkantensegment gut zur Baustelle fahren lässt, haben die Enercon-Ingenieure das Profil der Hinterkante zum Blattflansch hin abgeflacht. Außerdem wurde das Blatt zur Spitze hin stark verjüngt. So schlägt Enercon zwei Fliegen mit einer Klappe. Denn das schlankere Blatt lässt sich nicht nur besser transportieren, sondern reduziert im Betrieb auch die Windspitzenlasten.	Da die Offshore-Windenergie bei der Energiewende in Deutschland eine zentrale Rolle spielen soll, treiben Forscher und Entwickler Flügelinnovationen mit hohem Einsatz voran. Karbonblätter, wie sie Samsung neuerdings einsetzt, sind nur der erste Schritt.	6
12	Aus Sicht der Forscher und Entwickler sind Blätter mit Karbonholmen, wie sie SPP konzipiert hat und auch Vestas einsetzt, oder Enercons schlankere Profile jedoch nur die ersten Schritte auf dem Weg zum optimalen Rotorblatt-Design. „Es sind weitreichendere Innovationen möglich“, erklärt Georgios Pechlivanoglou, Technikchef des Blattentwicklers Smart Blade und wissenschaftlicher Leiter für Windenergie am Fachgebiet Experimentelle Strömungsmechanik der Technischen Universität Berlin. Zahlreiche Forschergruppen und Spezialfirmen befassen sich mit der Frage, wie sich der Wind besser einfangen lässt oder Blätter länger werden können.		
	Smart Blade und die TU Berlin erforschen in einem gemeinsamen Projekt mit dem US-Technologiekonzern 3M,	Das Berliner Unternehmen Smart Blade wiederum erforscht in einem aktuellen Projekt mit der Technischen Universität Berlin und dem US-Technologiekonzern 3M,	8
	inwieweit so genannte Wirbelstromgeneratoren den Ertrag von Turbinen erhöhen können. Die kleinen, dreieckigen Bauteile werden wie ein Zaun in einer Linie von der Blattwurzel an in Richtung Blattmitte auf die Flügel geklebt.	inwieweit sogenannte Wirbelstromgeneratoren den Ertrag von Turbinen erhöhen können. Die kleinen, dreieckigen Bauteile werden wie ein Zaun in einer Linie von der Blattwurzel an in Richtung Blattmitte auf die Flügel geklebt.	
	Dreht sich der Rotor, erzeugen sie in der Grenzschicht direkt über der Flügeloberfläche kleine Tornados, die der vorbeiströmenden Luft mehr Energie geben – so wird ein Strömungsabriss vermieden und der Auftrieb nimmt zu. „Nach ersten Auswertungen kann der Ertrag einer Turbine auf diese Weise um zwei bis fünf Prozent steigen“, sagt Pechlivanoglou.	Dreht sich Rotor, erzeugen sie in der Grenzschicht direkt über der Flügeloberfläche kleine Tornados, die der vorbeiströmenden Luft mehr Energie geben – so wird ein Strömungsabriss vermieden und der Auftrieb nimmt zu. „Nach ersten Auswertungen kann der Ertrag einer Turbine auf diese Weise um zwei bis fünf Prozent steigen“, sagt Smart Blade-Technikchef Georgios Pechlivanoglou.	9
13	Im BMU-geförderten Projekt „Smart Blades“ entwickeln Forscher von Forwind, des Iwes und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt	Im Projekt „Smart Blades“ beispielsweise, das die Bundesregierung von 2013 bis 2016 mit zwölf Millionen Euro fördert, entwickeln Forscher von	6

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	(DLR) wiederum Rotorblätter,	Forwind, des Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) Rotorblätter,	
	die ihre Form verändern, wenn der Wind auftrifft.	die ihre Form verändern, wenn der Wind auftrifft.	
	„Wir modifizieren die Blätter so, dass sie sich exakt an dem Punkt verwinden, wo die Last entsteht“, erklärt Iwes-Forscher Alper Sevinc. Um diese Biege-Torsions-Kopplung zu erreichen, seien zwei Ansätze denkbar: Zum einen ließen sich Blätter in Sichelform konstruieren.	„Wir modifizieren die Blätter so, dass sie sich exakt an dem Punkt verwinden, wo die Last entsteht“, erklärt IWES-Forscher Alper Sevinc. Um diese sogenannte Biege-Torsions-Kopplung zu erreichen, konstruieren die Wissenschaftler die Blätter in Bananenform .	7
	So können sie sich bei Belastung leichter lokal verdrillen.	So können sie sich bei Belastung leichter lokal verdrillen.	
	Zum anderen könnten neue Materialkombinationen oder neue Faserverlegetechniken diesen Effekt begünstigen. „Wir wollen im Laufe des Projekts beide Ansätze miteinander vergleichen und in ein Modell eines Demonstrationsblatts mit 20 Metern Länge einfließen lassen“, erklärt Sevinc.		
	Intelligente Flügel	Intelligente Rotorblätter	
14	Die Überlegungen der Wissenschaftler gehen noch weiter: Bei den Großrotoren streicht der Wind nicht gleichmäßig über die Fläche, Richtung und Stärke schwanken kontinuierlich. Bei Sturm kann die Differenz der Windgeschwindigkeit innerhalb der Rotorfläche 20 bis 40 Meter pro Sekunde ausmachen – das pauschale und relativ langsame Verstellen des gesamten Rotorblatts, das so genannte Pitchen,	Die Überlegungen der Wissenschaftler gehen aber noch weiter: Bei den Großrotoren streicht der Wind nicht gleichmäßig über die Fläche, Richtung und Stärke schwanken kontinuierlich. Bei Sturm kann die Differenz der Windgeschwindigkeit innerhalb der Rotorfläche 20 bis 40 Meter pro Sekunde ausmachen. Die in fast alle modernen Turbinen eingebaute Pitch-Regelung, die bei belastenden Böen das gesamte Rotorblatt pauschal und relativ langsam verstellt,	10
	kann diese Unterschiede nicht berücksichtigen.	kann diese Unterschiede nicht berücksichtigen.	
	Im Rahmen von Smart Blades erproben die Forscher daher auch bewegliche Vorflügel und Hinterkanten,	Im Rahmen des Forschungsprojektes Smart Blades erproben die Entwickler daher auch bewegliche Vorflügel und Hinterkanten,	11
	die die lokale Strömung genauer und schneller beeinflussen können. „Sehr große Rotorblätter, die mit solchen Mechanismen ausgestattet sind, können gezielt Böen ausregeln und Leistungsschwankungen verringern. Dadurch kann die Schadensanfälligkeit reduziert und eine längere Lebensdauer erreicht werden“, erklärt DLR-Forscher Jan Teßmer.	die die lokale Strömung genauer und schneller beeinflussen können. „Sehr große Rotorblätter, die mit solchen Mechanismen ausgestattet sind, können gezielt Böen ausregeln und Leistungsschwankungen verringern. Dadurch kann die Schadensanfälligkeit reduziert und eine längere Lebensdauer erreicht werden“, erklärt DLR-Forscher Jan Teßmer.	
15	Das größte Potenzial der Strömungsbeeinflussung verspricht sich Thorsten Spehr, Geschäftsführer des Berliner Turbinenentwicklers Tembra, von der flexiblen Hinterkante. „Sie hält am besten den Umweltbedingungen und hohen Lastwechseln stand“, so der Ingenieur. Noch ist das Konzept bei Tembra aber im Forschungsstadium. Form, Material, Befestigung und Energieverbrauch gehören zu den Herausforderungen. Zudem muss		12

Abs	Neue Energie (2 / 2014)	WiWo green (11.2.2014)	Abs
	die flexible Hinterkante robust und zuverlässig sein, um extremen Umweltbedingungen wie Eis, Schnee und Salz in Kombination mit starkem Wind zu trotzen. „Bis zum fertigen Produkt ist es noch ein großes Stück Arbeit“, sagt Spehr. Eine Markteinführung sei frühestens in fünf Jahren möglich.		
16	Intelligent, sprich steuerbar, sind die Rotorblätter damit aber noch nicht. Das wird erst durch eine computergestützte Steuerung der Komponenten aufgrund der gemessenen Windverhältnisse erreicht. Sensoren oder die laseroptische Windmesstechnik Lidar (Light Detecting and Ranging) können die Windverhältnisse ermitteln (neue energie 11/2013).	Intelligent, sprich steuerbar, sind die Rotorblätter damit aber noch nicht. Das wird erst durch eine computergestützte Steuerung der Komponenten aufgrund der gemessenen Windverhältnisse erreicht. Sensoren oder die laseroptische Windmesstechnik Lidar (Light Detecting and Ranging) können die Windverhältnisse messen .	
	Lidargeräte senden einen infraroten Laserstrahl aus, um die Windgeschwindigkeit vor den Blättern zu messen. Die Daten werden einer Steuerung zugespielt . Sie koordiniert die Blätter so, dass die Rotordrehzahl auch bei schwankendem Wind nahezu konstant bleibt. Die Entwicklung von Lidargeräten und passenden Kommunikationslösungen steht aber erst am Anfang.	Dabei scannt ein Laser die gesamte Rotorfläche vor der Turbine , die Daten werden der Anlagensteuerung zugespielt .	
	Forscher des Instituts für Flugzeugbau der Universität Stuttgart haben den ersten Prototypen zu Testzwecken so eben auf einer Areva-Anlage im Offshore-Windpark Alpha Ventus installiert.	Forscher des Instituts für Flugzeugbau der Universität Stuttgart haben den ersten Lidar-Prototypen zu Testzwecken soeben auf einer Areva-Anlage im deutschen Offshore-Windpark Alpha Ventus installiert.	
		Gelingt es den Forschern, intelligente Blätter zu entwickeln, die gefährlichen Böen ausweichen, könnte die Industrie ganz neue, materialsparende Anlagenkonzepte umsetzen. Die Überlegungen gehen etwa zu Leichtbau-Turbinen, bei denen die Rotorblätter direkt auf dem Generator angebracht und nicht wie bei bisherigen Anlagen mit einer Nabe vor dem Maschinenhaus verbunden sind. Dadurch würde der Triebstrang kürzer – die Lasten auf den Turm und das Fundament verringerten sich.	13
	Das Rotorblatt der nächsten Generation wird die Entwicklungsabteilungen noch eine Weile beschäftigen.	Bis zu Turbinen der nächsten Generation ist es aber noch ein weiter Weg.	