

# Produktionsmethoden im Wandel

Die Windbranche steht vor einer kritischen Frage: Wie lassen sich bei zunehmender Größe und Leistung der Windturbinen Einsparungen in der Produktion erzielen? Automatisierung und Digitalisierung bieten eine Lösung.

**Autor:** Sascha Rentzing  
**Fotos:** George Clerk

Die Windindustrie liegt im Soll. Nach einer Erhebung der Deutschen Windguard erzeugen Windturbinen an Land dank optimierter Anlagentechnik und niedrigen Finanzierungskosten Strom mittlerweile für durchschnittlich 5,3 bis 9,6 ct/kWh, zwölf Prozent günstiger als bei der letzten Analyse des Unternehmens vor vier Jahren. Auch die Kosten für offshore-Windenergie fallen. „Derzeit bewegen sie sich je nach Standort zwischen zwölf und 14 ct, für 2025 peilt die Industrie bei geeigneten politischen Rahmenbedingungen acht Cent an“, sagt Sebastian Boie von der Offshore-Stiftung Windenergie.

Deutliche Kostensenkungen werden auch nötig sein, denn mit dem Wechsel des Vergütungssystems von festen Einspeisetarifen zu wettbewerblichen Ausschreibungen und mit wachsender internationaler Konkurrenz steigt der Druck auf die Zulieferer und Anlagenhersteller, Innovationen zu forcieren. Die Richtung ist bereits vorgegeben: Während im wind-schwachen Binnenland nur noch Hocheffizienzturbinen mit großer Nabenhöhe und Großrotoren wirtschaftlich Sinn machen, werden Offshore-Maschinen konsequent auf maximalen Ertrag getrimmt und immer leistungsstärker. Die große Frage ist: Wie müssen Produktionsmethoden, Betriebsausstattung und Logistikkonzepte für die Windriesen angepasst werden? Viele Schritte in der Fertigung der Rotorblätter, Türme und Gründungskonstruktionen erfordern heute noch Handarbeit. Aber eignet sich Manufaktur, um weiterhin eine hohe Reproduzierbarkeit und Durchgängigkeit der Prozesse und damit eine gleichbleibende Qualität der Bauteile sicherzustellen? Und wie viel Automatisierung macht Sinn?

Experten sehen die Branche vor großen Herausforderungen. Ein Masterplan für Kostensenkungen in der Produktion existiert bisher nicht, da sich bei den einzelnen Komponenten unterschiedliche Fragestellungen ergeben. Modularisierung oder Standardisierung seien zwar Ziel, stünden aber erst am Anfang, heißt es beim Maschinenbauverband

**„Mit wachsender internationaler Konkurrenz steigt der Druck auf die Zulieferer und Anlagenhersteller, Innovationen zu forcieren.“**

VDMA. Die gute Nachricht: Die Unternehmen nehmen die Herausforderungen an, setzen bereits stärker auf automatisierte Lösungen, integrieren Prozesse, vernetzen sich stärker mit Kunden und Lieferanten. Parallel entwickelt die Industrie gemeinsam mit Wissenschaftlern für die neuen Komponenten geeignete Produktionsmethoden.

In welche Richtung sich die Produktion entwickeln kann, zeigt die neue Windkraft-Fabrik von Siemens in Cuxhaven, deren Bau im Juni mit dem ersten Spatenstich begann. Ab 2017 will das Unternehmen hier Maschinenhäuser für seine Offshore-Turbine mit sieben Megawatt Leistung produzieren. Das neue Werk vereint vier Montagelinien unter einem Dach, die Endmontage von Generatoren, Naben und Gondelrücken sowie den abschließenden Zusammenbau der Teile. Bisher stellt Siemens die Komponenten an mehreren Standorten in Dänemark her, ehe sie in Esbjerg miteinander „verheiratet“ werden. Die Bündelung der Schritte in Cuxhaven spare Transportkosten und ermögliche eine „richtige Serienfertigung mit Taktzeiten“, sagt Siemens-Werksleiter Hans Timm.

Zu Siemens' neuer Fertigungsstrategie zählt auch, dass sich seine Zulieferer nach Möglichkeit um die Cuxhavener Fabrik ansiedeln. „Wir streben einen Industriepark nach Vorbild der Autoindustrie an. So ist eine schnelle Anlieferung ohne Transport möglich“, sagt Timm. Neben Integration und Konzentration spielen auch Automatisierung und Digitalisierung in Cuxhaven eine wichtige Rolle. Bei der Montage der Magneten der Generatoren etwa – bisher zum Teil noch in Handarbeit erledigt – kämen heute verstärkt Roboter zum Einsatz. Zudem sei die gesamte Produktionsplanung digitalisiert, und sämtliche Arbeitsunterlagen würden digitalisiert zur Verfügung gestellt. „Damit nutzen wir schon viele Elemente von Industrie 4.0“, sagt Timm.

Dass Automatisierung in der Windkraft aber nicht in jedem Fall sinnvoll ist, zeigt sich in den Werken des Turbinenherstellers Nordex. Er produziert in Rostock Maschinenhäuser für seine Onshore-Turbinen der Generationen Delta und Gamma in klassischer Linienfertigung, in der Vollautomatisierung nach Aussage von Rainer Oppermann, Lei-

ter des Gondelwerks, sogar kontraproduktiv wäre. „Die Arbeitszykluszeit von Robotern steht in einem ungünstigen Verhältnis zu unseren Linien-Taktzeiten.“ Bei Nordex durchlaufen die Werkstücke bis zur Fertigstellung einer Baugruppe mehrere Stationen. Die Bearbeitungszeit ist pro Station auf drei Stunden festgelegt, Roboter würden aber jeweils nur rund eine halbe Stunde benötigt, die restliche Zeit über stünden sie still. „Damit rechnet sich ihr Einsatz in vielen Fällen nicht. Der Mensch kann flexibler eingesetzt werden“, sagt Oppermann. Einsparpotenzial sieht er vielmehr im sogenannten Simultaneous Engineering, dessen Grundgedanke die zeitliche Überlappung von traditionell nacheinander folgenden Arbeitsabläufen der Produktionsplanung und -entwicklung ist. „Wir diskutieren schon in der Frühphase der Konstruktion über Auslegungsfragen.“ Ein wesentlicher Aspekt in der Gestaltung der Fertigungsbereiche sei die Fokussierung auf den Montageprozess ohne Verschwendung, also bestmögliche Bereitstellung aller notwendigen Sachverhalte an jeder Montagestation wie Montagematerial, Werkzeuge und Dokumente. „Das spart Wege“, sagt Oppermann.

Auch in der Fertigung der Windgetriebe, einer der Schlüsselkomponenten im Maschinenhaus, ist Automatisierung nicht der wesentliche Faktor für eine kostengünstigere Produktion. „Gussteile, Stahlrohlinge und Wälzlager werden bei uns bereits automatisch auf Maschinen bearbeitet. Bei der Endmontage wiederum sind Menschen unverzichtbar, die die Teile präzise zusammenführen. Daher ist Automatisierung für uns nicht das drängende Thema“, sagt Ralf Wittor, Geschäftsführer der Eickhoff Antriebstechnik, einem Zulieferer von Nordex. Die Herausforderung sei vielmehr, die mit den Großrotoren und höheren Drehmomenten immer größeren Getriebe mit gleichbleibender Präzision herzustellen. Einen Ansatz böte Industrie 4.0, die digitale Vernetzung von Maschinen und Messtechnik.

Bisher seien diese nicht mit Schnittstellen ausgestattet, sodass sie direkte Informationen von den Sensoren erhielten und entsprechend reagieren könnten; notwendige Prozessanpassungen übernehme im Falle von Abweichungen der Mensch. „Durch Verknüpfung der Anlagen mit einer Datenebene wäre ein schnellerer Rückfluss und eine höhere Produktionsgeschwindigkeit möglich. Deshalb denken wir derzeit über Digitalisierung nach“, sagt Wittor.

In der Rotorblatt-Produktion müssen sich die Hersteller ähnlichen Herausforderungen stellen. Die Flügel werden immer länger und mit zusätzlichen Funktionen ausgestattet – wie kann dabei weiterhin eine hohe Reproduzierbarkeit und Qualität erreicht werden? Allerdings dürfte der Mensch in der Blattproduktion allmählich an seine Grenzen stoßen, etwa wenn es darum geht, die mittlerweile mehr als 80 m langen und bis zu 7 m tiefen Blattschalen mit Glasfasergelegen zu bestücken. Andererseits haben Maschinen und Roboter hohe Anforderungen an Form, Lage und Klimabedingungen. Sie müssen

deshalb mit Prüf- und Messtechnik kombiniert werden, um Toleranzen sicher einhalten zu können, was hohe Anschaffungskosten bedeutet. Eine einheitliche Rotorblatt-Fertigungsstrategie hat sich in der Windbranche daher noch nicht entwickelt.

Dennoch zeichnet sich ein Trend ab, der am ehesten als Automatisierung mit Augenmaß bezeichnet werden könnte. „Auch mit Low-Cost-Automation kann man große Schritte machen“, sagt Harry Oortwijn, Leiter der Geschäftseinheit Rotorblätter bei Nordex. Bei dem Unternehmen, das für seine Onshore-Maschinen Flügel mit bis zu 65,5 m fertigt, helfen Roboter bereits bei Arbeitsgängen, bei denen es auf eine hohe Wiederholgenauigkeit ankommt: beim Lackieren der Blätter und beim Einsetzen der Blattanschlussbolzen.

Langfristig könnten sich in der Blattproduktion sogar ganz neue Verfahren wie die additive Fertigung durchsetzen, der auch der 3-D-Druck zuzuordnen ist. In den USA arbeiten verschiedene Institute und der Rotorblatt-Hersteller TPI Composites in einem vom US-Energieministerium geförderten Projekt an einem Prozess für gedruckte Flügelformen. Der Fokus richtet sich dabei auf die Weiterentwicklung einer Maschine, die die Formen aus polymerem Material auf Basis von digitalen Daten produziert. Auf diese Weise soll die Produktion deutlich schneller und günstiger werden. Ob die gedruckten Flügel jedoch auch stabil genug sind, ist eine andere Frage. Um dies zu testen, haben die US-Entwickler eine Turbine mit 13 m langen Testflügeln ausgestattet. Erste Ergebnisse seien Ende dieses Jahres zu erwarten. Die Modernisierung der Windproduktionen schreitet langsam aber sicher voran. (tz)

