

WINDENERGIE

TECHNISCH FIT, POLITISCH BEHINDERT, TEIL 1: ONSHORE



Bild 1: Wind- und Sonnenenergie, die Hauptpfeiler der Energiewende, ergänzen sich mit ihren Produktionszeiten gut.

Windenergie ist eine zentrale Säule im Mix der Erneuerbaren Energien; so erzeugten 2019 die 29.213 landbasierten Anlagen (Onshore) zusammen mit den 1.305 seebasierten Turbinen (Offshore) knapp über 21 Prozent des deutschen Bruttostroms.¹⁾ Doch im gleichen Jahr wurden gerade einmal 438 Anlagen mit insgesamt rund 2050 MW (2,05 GW) Leistung dazu gebaut, davon 278 Onshore und 160 Offshore. Dabei müssten es etwa nach der Sektorkopplungsstudie von Prof. Quaschning²⁾ jährlich über 9 GW sein, um das Pariser Klimaziel von 1,5°C einzuhalten. Ist die Windkraft heute schon ausgereizt, kann sie die Erwartungen nicht erfüllen, gibt es gar technische Probleme und Grenzen?

Der Onshore-Bereich ist der traditionellste; die hier entwickelten technischen Fortschritte strahlen auf die anderen Bereiche der Windkraftanlagen (WKAs) aus und werden dort nach Möglichkeit adaptiert. Die Innovationen betreffen dabei hauptsächlich die drei Segmente Turm, Gondel (Maschinenhaus) und Rotorblätter.

Türme

Mit dem Wachstum der Türme in den letzten Jahren ergaben sich zunehmend Transportprobleme. Zum einen lassen

sich solche Riesen-Stahl-Röhren nicht über kurvige Landstraßen transportieren, selbst wenn es „nur“ 30-Meter-Teilstücke sind. Zum anderen passen große Turmdurchmesser von etwa vier Metern – also die Unterteile der konischen Türme – nicht unter Brücken hindurch. Eine Lösung ist die weitere Aufteilung des Turms in einzelne Elemente. So werden im dickeren unteren Bereich einzelne lange Betonelemente zu einem viereckigen Turm zusammengesetzt, auf den dann wegen der besseren Luftströmung weitere, runde Stahl-Röhren montiert werden. Ein anderes Hybridturm-Konzept verwendet Beton-Halbringe, die am Standort der Windkraftanlage zu einem Turm montiert werden.⁴⁾ Vestas setzt bei seinen fünf V150-4.2MW-Turbinen im finnischen Windpark Viinamäki auf eine Stabilisierung des Turms mit Abspanndrähten, eine Technik, die man sonst nur von Kleinwindanlagen her kennt.⁵⁾ Vestas Vorteil bei diesem Wald-Windpark: es müssen nicht so dicke Turmsegmente durchs Gehölz transportiert werden.

Selbst bei den eigentlich „aussterbenden“, wenig aerodynamischen Gittertürmen gibt es Neues: die spanische Firma Nabrawind⁶⁾ hat einen Rundturm auf ein Dreibein gesetzt, das dann mit hydraulischen Stempeln angehoben wird, so dass

von unten immer neue Gittersegmente eingeschoben werden können; die Türme erreichen dabei Höhen von 160 m. Und der Rotor ist damit kaum vom Windstau vor dem Gitterturm betroffen.

Auch andere, längst tot geglaubte Konzepte wie der Multirotor, melden sich zurück: nachdem schon der deutsche Windkraftpionier Hermann Honnef sowie der amerikanische William Edward Heronemus vor Jahrzehnten entsprechende Entwürfe konzipiert und das niederländische Windkraft-Unternehmen Lagerwey einen solchen gebaut hatten, hat 2016 Vestas eine Testanlage in Risø aufgestellt. Und an der Hamburger HAW arbeitet Prof. P. Dalhoff an einem „X-Multirotor“.

Die Produktion der Türme aus Beton oder Stahl ist natürlich sehr CO₂-lastig. Eine Alternative ist der nachwachsende Rohstoff Holz. Schon vor einigen Jahren hatte die deutsche Firma Timber Tower Gittermasten aus Holz entwickelt, aber nicht den Durchbruch geschafft. Jetzt schickt sich die schwedische Firma Modvion an, auf Gotland über 120 m hohe Türme aus laminiertem Holz zu errichten. Doch auch andere Wege führen zu mehr Umweltfreundlichkeit: so hat die Hamburger Firma Spitzner Engineers mit dem BlancAir-System ein WKA-Konzept entwickelt, die CO₂ aus der Luft abscheiden kann.

Gondeln

Die Maschinenhäuser am oberen Ende der Türme haben inzwischen Gewichte von mehr als 300 t erreicht. Dies war auch einer der Gründe, warum sich Ende der 2000er Jahre vermehrt getriebelose Turbinen mit Permanentmagneten-Generatoren durchgesetzt hatten, bei denen das Getriebe zwischen Rotorwelle und Generator entfällt (Direktantrieb). Auch hier geht die Entwicklung weiter: so gibt es durch das EU-Projekt EcoSwing⁷⁾ die ersten supraleitenden Generatoren für Multi-Megawatt-WKAs. Für die schwierigen 2-Blatt-Rotoren hat die Hamburger Forscherin Vera Schorbach die Pendelnahe entwickelt, die ein wenig Druck vom jeweils oberen, stärker belasteten Rotorblatt nimmt. Daneben gibt es eine Art Turmaufsatz von der SkyWind GmbH aus Husum, mit dem zumindest ein 2-Blatt-Rotorkopf samt Generator ohne Kranhilfe am Turm hochgezogen werden kann.



Quelle: Nabrawind

Bild 2: Die Turmkonstruktionen der spanischen Firma Nabrawind werden quasi von oben nach unten gebaut, indem immer wieder neue Segmente unter die schon fertige Konstruktion geschoben werden.

Ein Exemplar dieser Technik steht bei Husum; wegen der stärkeren Geräusche der 2-Blatt-Turbinen dürfte er aber vor allem im Offshore-Bereich zum Einsatz kommen.

Blätter

Neue Oberflächen, neue Montagesysteme, neue Flügelprofile stehen hier im Vordergrund. Bei den Oberflächen geht es vor allem um die Festigkeit gegen äußere Einflüsse wie z.B. Hagel und um wasserabweisende Eigenschaften,⁸⁾ die helfen, den von Windkraftgegnern oft dramatisierten Eiswurf zu vermeiden. Wie bei den Turmsegmenten, gibt es auch bei den Flügeln beim Transport ein Längenproblem. Deshalb gibt es auch Entwicklungen, die Flügel quer zur Längsachse in kleinere Segmente zu unterteilen. Entsprechende Techniken wurden von Nabrawind oder auch vom Fraunhofer Institut für Windenergie-Systeme (IWES) entwickelt. IWES forscht noch bis zum Sommer in dem Projekt SegBladeTe daran. Weiterhin ist es von Bedeutung, die durch den Winddruck auf die Rotorblätter einwirkenden Kräfte zu reduzieren. Dies geschieht beispielsweise im Verbundprojekt „SmartBlades2“, bei dem das DLR, IWES, ForWind, das US-Forschungsinstitut NREL sowie Partner aus der Industrie involviert sind. Hier geht es um das Konzept der Biegetorsions-Kopplung (BTK), bei dem sich die Rotorblätter passiv an die jeweils wirkenden Windkräfte durch Verdrehung anpassen.

Zugleich arbeitet die Windenergie-Forschung an der aerodynamischen Optimierung der Blätter, um mehr Energie abzurufen und zugleich die Schallemissionen noch weiter abzusenken. Im Forschungsprojekt „SmartBlades1“ hat man dazu aktive Steuerelemente des Rotorblattes wie beweglicher Vorflügel, starre Hinterkantenklappen, aber auch formvariable Hinterkanten entwickelt. Dazu kommen die von IWES zusammen mit Partnern konstruierten passiven Rückstromklappen auf der Saugseite des Flügelprofils, die sich automatisch öffnen, kurz bevor die Strömung abreißt, und so für höheren Auftrieb sorgen.⁹⁾ In diesen Bereich ge-

hören auch die Bionik-Rotorblätter der Münchner TEG Tubercle Engineering Group, die Silent-Blades der WTS-Wind Tuning Systems im Württembergischen Lichtenstein sowie die Best Blades des Hamburger Ingenieurbüros Spitzner-Engineers.

Zu einer Vielzahl von Verbesserungen und Innovationen bei elektronischen Erkennungs-, Steuerungs- und Überwachungssystemen kommt die Suche nach neuen Standorten. Das sind beispielsweise strömungsgünstige Stellen unter hohen Autobahnbrücken, wo der Anti-Windkraft-Kampfbegriff „Landschaftsverchandlung“ ins Leere läuft, oder

Technische Grundlagen

Windenergie ist eine Form der Solarenergie. Seit 1919 ist bekannt, dass eine Windkraftanlage theoretisch maximal 59% der im Wind vorhandenen Energie herausholen kann (Betzches Gesetz). So besteht das Grundkonzept der heutigen Turbinen seit Jahrzehnten: der Schnellläufer als dreiblättriger Luvläufer mit horizontaler Rotor-Achse. Schnellläufer³⁾ bedeutet, möglichst hohe Umdrehungszahlen an der Achse und damit am Generator zu erreichen, und so einen hohen Stromertrag zu erzielen. Damit unterscheidet sich das Konzept von den alten Windmühlen, die als Langsamläufer nicht zu schnell schwere Mühlsteine in Drehbewegung versetzen sollten. Für das Erreichen einer hohen Schnelllaufzahl genügen möglichst wenig

Rotorblätter. Da jedoch die mechanischen Belastungen bei ein- und zweiblättrigen Rotoren hoch sind, hat sich die Dreiblatt-Konfiguration durchgesetzt. Und zwar als Luvläufer, bei dem sich der Rotor in Windrichtung vor dem Turm dreht. Zwar erzeugt der Turm auch hier einen gewissen „Luftstau“, aber beim Gegenstück, dem Leeläufer, wirkt der Windschatten des Turmes mechanisch belastender; dies war einer der Gründe, warum der zweiflügelige Leeläufer „Growian“ in den 1980er Jahren scheiterte. Trotz des lange bewährten Grundkonzepts ist die Windenergie-Branche weiterhin technisch innovativ; es gibt hier sehr viel mehr zu sehen als nur den üblichen, sichtbaren Größer-Stärker-Billiger-Fortschritt bei den Anlagen.



Quelle: Vestas

Bild 3: Vestas Multi-Rotor – nicht der erste Multi-Rotor, aber der erste große des größten Windkraft-Konzerns der Welt.

die Windkraft im Wald, deren Energieerzeugung jährlich mehr CO₂ einspart, als die dafür gerodeten Bäume einspeichern können.¹⁰⁾ Auch auf das Auslaufen der EEG-Förderung für die ersten Anlagen reagiert die Branche flexibel, wie Beispiele aus Schleswig-Holstein zeigen, wo mit den Altanlagen Wasserstoff erzeugt oder mittels Wärmepumpen und Heizstäben Wärme produziert wird.

Kein Wunder also, dass sich nach einer aktuellen wissenschaftlichen Studie 80 Prozent der Befragten nicht von Windkraftanlagen in ihrer Umgebung gestört fühlen,¹¹⁾ dass die generelle Zustimmung zu den Erneuerbaren Energien sogar noch höher ist. Aber was ist dann der Grund, warum der Ausbau der Windkraft in Deutschland fast zum Erliegen gekommen ist?

Zum einen liegt es an dem kleinen, aber lauten Chor der Windkraftgegner¹²⁾: (a) den Naturschützern, denen die potentielle Gefährdung „ihres“ Rot-

milans vor Ort wichtiger als das sichere Sterben tausender von Arten weltweit durch den Klimawandel ist, (b) den saturierten Wut-Bürgern, die sich gegen die Veränderungen der Welt um sie herum wehren und am liebsten alles so lassen würden, wie es ist und (c) den Politikern – bisher überwiegend von der AfD, mittlerweile auch von der CDU und anderen, die – aus Machtkalkül oder Hass auf die Erneuerbaren – die Aversion der Windkraftfeinde bedienen. Die Strategie des kleinen, lauten Chors funktioniert aber vor allem, weil sie de facto die Unterstützung der jetzigen Bundesregierung hat, einer Regierung, die noch nie viel mit den dezentralen Erneuerbaren Energien, den dazugehörigen Energiegenossenschaften und der Idee eines Bürgerrechts auf Energieerzeugung anfangen konnte. Und so orchestriert man eine verunsichernde Abstandsdebatte, stellt politische Pforten wie das „Windbürgergeld“ in die Diskussion, verzögert den Be-



Quelle: DLR

Bild 4: Technisch unmöglich, aber optisch gut gemacht: drei verschiedene SmartBlades-Entwicklungen an einem Rotor.

schluss fester Kapazitätsmengen für die einzelnen erneuerbaren Energiequellen Monat für Monat. Währenddessen geht der Arbeitsplatz-Abbau in der hiesigen Windindustrie munter weiter.

Es mag sein, dass es mit solchem Agieren der Merkelschen Trümmertruppe gelingt, die deutsche Windindustrie doch noch an die Wand zu fahren. Doch den weltweiten Siegeszug der Erneuerbaren und die Fahrt der Fossil-Energien aufs Abstellgleis werden die deutschen Polit-Granden nicht verhindern können. Und auch die Windenergie wird sich nicht endgültig kleinhalten lassen – nicht international, und auch nicht in Deutschland. Denn innovative Wind-Techniken eröffnen neue Bereiche und Chancen, die sich zum Teil dem Einfluss der Berliner Bremsler entziehen.

Den Bereichen Offshore, Floating Offshore und Fliegende Windkraft, ihren Problemen und Chancen, werden wir uns dann im zweiten Teil dieses Artikels in der Sonnenenergie 2|2020 widmen.

Fußnoten

- 1) de.statista.com/statistik/daten/studie/239528/umfrage/anteil-der-stromerzeugung-aus-windkraft-in-deutschland/
- 2) www.volker-quaschning.de/publis/studien/sektorkopplung/index.php
- 3) de.wikipedia.org/wiki/Schnelllaufzahl
- 4) www.max-boegl.de/news/hybridtuerme-2-0-kommen-erstmal-zum-einsatz
- 5) renews.biz/46316/vestas-wired-to-finnish-wind/
- 6) www.nabrawind.com/gallery/nabralift/
- 7) ecoswing.eu/project
- 8) tu-dresden.de/tu-dresden/newsportal/news/wasserabweisendeOberflaeche
- 9) www.iwes.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/abgeschlossene-projekte-2018/rueckstromklappe.html
- 10) correctiv.org/faktencheck/wirtschaft-und-umwelt/2019/09/27/eine-windkraftanlage-spart-mehr-co2-als-der-wald-der-fuer-sie-gerodet-wird
- 11) www.iwkoeln.de/presse/pressemitteilungen/beitrag/andreas-fischer-roland-kube-weniger-gegenwind-als-gedacht.html
- 12) www.dgs.de/news/en-detail/221119-windige-windkraftgegner/

ZUM AUTOR:

► Götz Warnke

Vorsitzender der Sektion Hamburg
kontakt@warnke-verlag.de