

Recycling

# Vom Winde verweht

30 000 Windenergieräder drehen sich in Deutschland. Viele davon kommen langsam in die Jahre. 2019 mussten 2000 Rotorblätter entsorgt werden, 2024 werden es 15 000 sein. Doch wohin mit den bis zu 90 Meter langen Ungetümen?

Von Sonja Endres

Sollen die Klimaziele erreicht werden, muss in den nächsten 30 Jahren in Deutschland die Zahl der Windenergieanlagen verzehnfacht werden. Davon sind Fachleute überzeugt. Es müssen jedoch nicht nur neue Windkraftanlagen installiert, sondern auch zahlreiche alte entsorgt werden – wegen Materialermüdung oder einfach, weil sie noch grösseren und effizienteren Anlagen weichen.

Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie (ICT) prognostiziert: Zu den 15 000 Rotorblättern, die 2024 aussortiert werden müssen, kommen in den folgenden drei Jahren 72 000 hinzu. Für den in den Windkraftanlagen verbauten Stahl oder Beton gibt es bereits umweltverträgliche Entsorgungsverfahren, schwierig bleibt das Recycling der Rotorblätter.

## Fest verklebt und kaum zu trennen

Rotorblätter bestehen nicht aus Stahl. «Das wäre zu schwer und unbeweglich. Sie sind grösstenteils aus mit Glasfasern verstärktem Kunststoff (GFK) und Balsaholz, das mit Epoxid- oder Polyesterharz verklebt ist», sagt Projektleiter Peter Meinschmidt vom Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI in Braunschweig.

Die Klebeverbindung ist extrem fest. Das muss sie auch sein – die Rotorblätter erreichen Spitzengeschwindigkeiten von über 250 Kilometern pro Stunde, die Kräfteinwirkung ist enorm. Für ein sortenreines Recycling ist jedoch genau das das Problem: Die einzelnen Bestandteile des Materialverbundes sind nur schwer voneinander zu lösen.

Balsaholz ist eines der leichtesten Hölzer der Welt und wird unter anderem im Modellbau eingesetzt. Es wiegt nur 40 bis maximal 130 Kilo pro Kubikmeter – Fichtenholz etwa 500. Ein Klötzchen Balsaholz in der Grösse eines Zauberwürfels liegt in der Hand wie eine Feder. Ein Arbeiter trägt einen Stamm auf seiner Schulter aus der Plantage – ohne Anstrengung.

In einem Rotorblatt stecken rund 15 Kubikmeter des Holzes, das nicht nur extrem leicht ist, sondern auch extrem druckfest. «Das ist der entscheidende Vorteil von Balsaholz gegenüber den meisten Kunststoffschäumen», erklärt Meinschmidt. Das exquisite Holz wird vor allem in Ecuador angebaut. Bisher gab es keine Möglichkeit, das Holz bei der Entsorgung der alten Rotorblätter zurückzugewinnen. «Obwohl es kaum einen Brennwert hat, wird es im Materialverbund verbrannt, meistens in Zementfabriken. Die Zementrohstoffe müssen auf etwa 1500 Grad erhitzt werden, bis sie miteinander verschmelzen und Zementklinker entsteht. Die Fabriken haben deshalb einen hohen Energiebedarf. Ausserdem können die geschmolzenen Glasfasern und die Asche später dem Zement beigemischt werden und Teile des Quarzsandes ersetzen, der dem Prozess sonst zugeführt werden müsste.»

Doch die Zahl der Zementwerke in Deutschland ist mit insgesamt 53 überschaubar, ihr Bedarf an Rotorblättern als Brennmaterial ebenfalls. «Mittlerweile sind einige Rotorblattschrottplätze entstanden. In der Nähe von Flensburg gibt es einen, da warten bereits heute Tausende von Rotorblättern auf ihre Verschrottung oder ein Second Life im Ausland. Die Schrottplätze dienen auch als Ersatzteillager, falls bei älteren Modellen mal ein Teil defekt ist und ausgewechselt werden muss.» Die Kapazitäten sind allerdings beschränkt und jetzt schon so gut wie ausgeschöpft.

Es gibt aber Hoffnung, der drohenden Rotorblattflut Herr zu werden: Meinschmidt hat mit seinem Team, den Kollegen vom Fraunhofer ICT und Partnern aus der Industrie eine neue Recyclingtechnik entwickelt. Damit man das Balsaholz aus den Rotorblättern zurückgewinnen und wiederverwerten kann, werden die abgenommenen Blätter noch an ihrem Standort zerlegt. «Klassischerweise wird das Rotorblatt mit einer Bandsäge gedrittelt oder geviertelt, was jedoch relativ auf-

endig ist. Wir sind daher auf die Idee gekommen, es stattdessen mit einer Wasserstrahl-lanze zu probieren. Und siehe da: Es ging deutlich schneller und besser», erzählt Meinschmidt begeistert. Die Lanze kann an einem speziellen Fahrzeug befestigt und von dort aus gesteuert werden. «Mit der Hand könnten wir sie aufgrund des gewaltigen Rückstosses nur schwer führen.» Die zehn bis zwanzig Meter grossen Rotorblattstücke werden dann noch vor Ort in eine mobile Zerkleinerungsmaschine gepackt, die sie in etwa handtellergrosse Stücke bricht.

Mithilfe einer sogenannten Prallmühle gelingt es den Forschern schliesslich, diese Stücke in ihre einzelnen Bestandteile zu trennen. Dafür werden sie in Drehungen versetzt und mit hoher Geschwindigkeit auf Metall geschleudert. Meinschmidt erklärt: «Das Verbundmaterial bricht dann auseinander, weil das Holz zähelastisch ist, während Glasfaser und Harz sehr hart sind.»

## Dämmen mit Rotorblättern

Die Balsaholzstücke werden am Fraunhofer WKI unter anderem zu extrem leichten Holzfaser-Dämmstoffmatten verarbeitet. «Bei den Gebäude-Dämmstoffen sind zurzeit etwa zehn Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen – da ist noch Luft nach oben.» Die Matten sind mit einer Dichte von unter 20 Kilo pro Kubikmeter bisher einzigartig auf dem Markt und bieten eine ähnlich gute Dämmung wie gängige Materialien aus Styropor.

Auch ein neuartiger, elastischer Holzschaum lässt sich aus dem recycelten Balsaholz herstellen. Dafür wird es sehr fein gemahlen und mit Schaummittel versetzt. Die Festigkeit des Schaums entsteht durch holzeigene Bindekräfte, die den Einsatz von synthetischen Klebstoffen überflüssig machen. Der Schaum eignet sich als umweltfreundliches Dämm-, aber auch als Verpackungsmaterial, das einfach im Altpapier-Container entsorgt werden kann. n

Dieser Artikel ist zuerst im Fraunhofer-Magazin «weiter.vorn» 4/19 erschienen.

Swiss Engineering. Swiss Technology.

**Die Nr. 1 der Schweiz**  
Das stärkste und flexibelste Modulgerüst

MATO 1 Fassadengerüste. MATO 8 Modulgerüste. MATO R Rollgerüste. MATO Z Gerüstzubehör.

53439

**Tobler** 25 Jahre Gerüste, Schalungen.  
www.tobler-ag.com

Langenhagstrasse 48 - 52  
CH-9424 Rheineck  
+41 (0)71 886 06 06

Spezialschalungen?

Actelion Allschwil Montage in der ganzen Schweiz

Wir sind Ihr Spezialist!

**Burkhard Schalungsbau**  
CH-9325 Roggwil TG • Telefon 071 455 11 55 • Fax 071 455 22 19  
burkhardholzbau@bluewin.ch • www.burkhardbetonschalungen.ch

FENSTERBAU  
FRONTALE

Sehen, was Trend ist

Nürnberg, 18.–21.3.2020  
Die Messe. Fenster. Tür. Fassade.

Jetzt Ticket inkl. kostenlosem ÖPNV\* sichern:  
frontale.de/vorverkauf

Follow us!  
  
#fensterbaufrontale

parallel zur

NÜRNBERG MESSE