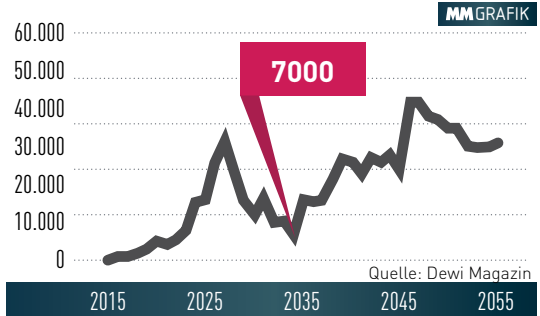




## MM TITEL-GRAFIK



Quelle: Dewi Magazin  
Die ersten Ausläufer der Altrotoren-Flut werden ab dem Jahr 2020 erwartet. Bis dahin sollten sinnvolle Prozesse zu deren Wiederverwertung bereitstehen. Die Grafik zeigt die zu entsorgende Rotorblattmenge in Mg/a.

## MM TITEL-INHALT

### COMPOSITES

- **Recycling von GFK-Giganten**  
Wie können ausgediente Windkraftrotoren wirtschaftlich verwertet werden?
- **Carbonvlies aus CFK-Abfällen**  
Sächsische Forscher kardieren CFK-Überbleibsel.
- **JEC Europe 2015 in Paris**  
Die Messeveranstalter wollen Composites mit allen Sinnen erlebbar machen.
- **Composites Germany zum ersten Mal auf der JEC**  
Dr. Elmar Witten spricht über die Messepremiere der Wirtschaftsvereinigung aus Deutschland.

## MM TITEL

# RECYCLING VON GFK-GIGANTEN

Der Strom der Zukunft soll zu einem hohen Anteil aus sauberen Energiequellen kommen. Windkraftanlagen leisten dazu ihren Beitrag. Vor allem im Offshore-Bereich verrichten Turbinen mit riesigen Rotorblättern aus robustem **Faserverbundmaterial** – meist glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) – ihre Arbeit. Einmal aber haben diese Giganten ausgedient und müssen entsorgt werden. Composites gelten als wirtschaftlich schwer recycelbar und ab 2018 wird der Anteil von Altanlagen stark ansteigen. Wie man der Rotorschwemme begegnen könnte, zeigt dieser Bericht.

Thomas Isenburg



Schon ein oberflächlicher Blick auf die Dimension der Rotorblätter von Windkraftanlagen macht deutlich, dass das wirtschaftliche Recycling am Ende ihres Produktlebens eine nicht ganz alltägliche Aufgabe ist. Hinzu kommt, dass es bislang nur wenige sogenannte „End-of-Life“-Erfahrungen gibt. Betriebswirtschaftlich kalkuliert man dabei mit einer Laufzeit von 20 Jahren. Die Verantwortung für den Rückbau liegt gesetzlich beim Betreiber der Windkraftanlage, der bereits heute eine konservative Rückstellung einkalkuliert, erläutert Christian Schnibbe vom Windkraftprojektierer wpd onshore GmbH & Co. KG aus Bremen. Bislang werden die Anlagen nach einem Betrieb von 12 bis 14 Jahren noch einmal aufbereitet und dann einige Jahre weiterverwendet.

Die Recyclingquote einer Windkraftanlage liegt, bezogen auf die Gesamtanlage, bei erfreulichen 80 bis 90 %. Weitgehend offen aber ist die Frage, was mit den Rotorblättern passiert, insbesondere wenn das Ziel eine stoffliche und hochwertige Verwendung des Materials ist. Das Gewicht eines Rotors kann außerdem bis zu 10 t betragen. Bei einer Länge von maximal 75 m ist das auch logistisch und prozesstechnisch eine Herausforderung. Das heißt, aus einem Windpark mit mehreren Hundert Turbinen entstehen sperrige, kunststoffhaltige Abfälle aus glasfaser- und/oder carbonfaserverstärkten Epoxidharzen.

Momentan werden ausgediente Rotorblätter meist grob zerkleinert, geschreddert und dann verbrannt – sozusagen thermisch verwertet. Gerade wenn der Kunststoffanteil zu einem hohen Prozentsatz aus Polyvinylchlorid (PVC) besteht, kann das auch zu Problemen führen, weil beim Verbrennungsprozess Chlorwasserstoff entsteht, ein ätzendes Gas, das mit Wasser zu Salzsäure reagiert.

## ROTORBLATT-RECYCLING IM FOKUS VON FORSCHUNG UND INDUSTRIE

An diesem Punkt setzt die Siemens Wind Power and Renewables Division am Produktionsstandort für Rotorblätter im dänischen Aalborg an. Claus Rose, Division Officer Environment, Health and Safety, blickt in die Zukunft und auf das zu erwartende Szenario, bei dem er für 2020 mit ungefähr 50.000 t Kunststoffabfall rechnet. Bis 2035 sollen es dann bereits 225.000 t sein, die es zu verwerten gilt. Die Siemens Division Wind Power and Renewables beteiligt sich deshalb an der dänischen Initiative namens Genvind, denn speziell in Dänemark werden viele Rotorblätter gefertigt und müssen irgendwann recycelt werden. Dahinter verbirgt sich ein branchenübergreifender Zusammenschluss aus Unternehmen und Forschungsinstituten, der sich auch mit dem Thema Rotorblattrecycling beschäftigt. Aus der Windkraftindustrie sind außer Siemens auch Unternehmen wie Vestas und LM beteiligt. Engagiert sind auch Hochschulen wie die University of Nottingham aus Großbritannien und die Aalborg University aus Dänemark.

Dazu sagt Karin Borg von der Siemens-Division Wind Power



Abmontierte Rotorblätter einer durch Blitzschlag zerstörten Windkraftanlage. Bald werden nicht mehr nur einzelne Unfälle der Grund dafür sein, dass diese GFK-Riesen ab und an beseitigt werden müssen: denn die erste Generation von Anlagen hat bald ausgedient.

and Renewables: „Für das Projekt mit Genvind stehen etwa 6 Mio. Euro zur Verfügung. Wir starteten am 1. Dezember 2012. Das Projektende ist für 2016 vorgesehen.“ Und Borg ergänzt: „Die Verbrennung ist nicht das, was wir wirklich wollen. Ideal wäre etwa die Nutzung als Isolationsmaterial.“ Dazu werden die Windräder zersägt, geschreddert und in kleine Stücke gemahlen. Den Prozess zu optimieren, sei dabei ein aktueller Aspekt der Forschung. Es hänge auch davon ab, in welchen Industriezweig die zig Meter langen Teile einmal gehen sollen, so die Siemens-Managerin. Eine Herausforderung ist die Logistik. Dabei ist die Kernfrage, ob eine zentrale Zerkleinerungsanlage oder eine dezentrale Abfalllogistik die wirtschaftlichere Variante ist.

Siemens wird dabei von PPG Fiber Glass aus den Niederlanden unterstützt. Der dort tätige Chemiker Dr. Jaap van der Woude erklärt, dass sich Composites nicht einfach in die Ausgangsmaterialien zurückverwandeln lassen. „Beim Herstellungsprozess bilden sich widerstandsfähige Gefüge, die jahrelang heftigsten Witterungsbedingungen trotzen müssen“, so van der Woude. Bis dato könnten diese Composites chemisch nur schwer aufgeschlossen werden. Auch die Trennung von Faser und Matrix ist schwierig. „Noch arbeiten wir an der Basis“, sagt van der Woude.

## VERBRENNEN LOHNT SICH WEGEN DES HOHEN HEIZWERTES

Der Branchenverband für Faserverstärkte Kunststoffe AVK gibt ebenfalls die thermische Verwertung der Kunststoffe in Müllverbrennungsanlagen als bislang bekanntestes Verfahren zur Verwertung der Composites an. Ein positives Argument ist der hohe Heizwert von 18 bis 25 MJ/kg. In Deutschland setzt das Kreislaufwirtschaftsgesetz für die energetische Nutzung von Materialien in Müllverbrennungsanlagen einen Heizwert von mindestens 11 MJ/kg voraus. Oft haftet diesem Verfahren ein negatives Image an. Dennoch ist es laut AVK, vor allem auch aus Kostengründen und vor dem Hintergrund einer hohen Verfügbarkeit,

**MM** FAZIT

**NOCH SCHEINT ES AM SINNVOLLSTEN, AUSGEDIENTE WINDKRAFTROTORBLÄTTER IN DER ZEMENTINDUSTRIE ZU VERWERTEN.**

Peter Königsreuther,  
Redakteur Kunststofftechnik



ein gängiges Verfahren. Jedoch müssen die anfallenden Aschen dann meist auf einer Deponie entsorgt werden.

Eine Alternative, die auch van der Woude und der Branchenverband AVK erwähnen, ist die Verwandlung der ausgedienten Rotorblätter in Zementbeimischungen. Im Rahmen dieser Idee wird das Material zerkleinert und vorbehandelt. Durch die Zugabe weiterer Recyclingmaterialien werden wichtige Parameter wie Brennwert, Feuchte- und Aschegehalt beeinflussbar. Das so gewonnene Produkt wird in der Zementindustrie als Roh- und Brennstoffsubstitut im energieintensiven Zementklinker-Herstellungsprozess eingesetzt.

### ZERKLEINERUNG UND LOGISTISCHER AUFWAND FORDERN RECYCLER HERAUS

Bei dem technisch ausgereiften Verfahren werden etwa ein Drittel des eingesetzten Materials als Brennstoff und der Rest als Rohstoff genutzt. Die Compositoren werden also zu 100 % thermisch und stofflich verwertet. Die Vorteile des Verfahrens liegen im unbegrenzten Markt und den günstigen Ökobilanzen. Schwierigkeiten finden sich eher bei der komplexen Logistik, denn die Rotorblattgiganten müssen dafür in 25 mm kleine Partikel verwandelt werden. Darauf hat sich die Zajons Zerkleinerungs GmbH aus Melbeck spezialisiert. Großbauteile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) werden vor Ort zersägt, in kleinere Stücke zerlegt und ins Werk transportiert. Dort erfolgt ein trockenmechanisches Behandeln zur Herstellung des Zementersatzstoffes.

Verfahren mit hoher sozialer Akzeptanz sind Techniken, die auf eine Rückgewinnung der Fasern abzielen, meint der Glasfaserexperte van der Woude. Bei der Pyrolyse, also einer Erwärmung ohne Luft auf etwa 800 C°, entsteht Pyrolyseöl, das entweder chemisch nutzbar ist oder zur Energiegewinnung taugt. Dabei wird die organische Verbindung der Faser vom thermisch resistenten Siliziumdioxid abgespalten und kann wieder verwendet werden. Jedoch handele es sich um ein energie- und kostenintensives Verfahren, das sich nur bei thermoresistenten, teuren Fasern lohne. Auch sei die Auswirkung auf die Ökobilanz schwierig zu beurteilen, so van der Woude.



*Im Bild brandneue Turbinenkomponenten: Wenn die Vorgängergeneration in etwa 5 bis 10 Jahren ihren Zweck erfüllt hat, müssen Wege zur wirtschaftlichen und umweltschonenden Verwertung der vielen Altrotoren gefunden sein.*

*Beim Rückbau alter Rotorblätter stellen auch logistische Aspekte das Recycling vor gewisse Hürden, da solch überlange Transporte genehmigungspflichtig sind.*

Christina Buttler von Vestas aus Aarhus beantwortet die Frage nach dem „End of Life“ der ausgedienten Rotorblätter entsprechend dem Stand der Technik: „Das Recycling wurde bereits getestet und wird bei Bedarf praktiziert. Die Rotorblätter werden zerkleinert.“ Dann sollen die weiteren Recyclingvorgänge thermisch erfolgen. Die Vestas-Mitarbeiterin erwähnt dabei auch die Verwendung als Zementzuschlag.

Zum Zerkleinern schlägt das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT die Sprengung der Rotorblätter vor. Das spart den genehmigungspflichtigen Transport und die Separation am Ort der Verwertung. Zur Zerkleinerung der Rohstoffe differenziert die ICT-Ingenieurin Elisa Seiler: „Thermoplastische Kunststoffe können wieder eingeschmolzen und auf diesem Weg recycelt werden. Im Rotorblatt wird jedoch ein duromerer Kunststoff als Matrix eingesetzt, mit dem das nicht geht.“

### BIS DIE ALTROTAREN-WELLE KOMMT, GILT ES DIE ZEIT ZU NUTZEN

Die Anforderung an die Zerkleinerung ist eine verschleißarme Technik zur Schonung der Fasern. Die Rückgewinnung der relativ teuren Carbonfasern erfolgt derzeit großtechnisch vor allem durch Pyrolyse, wie es der Spezialist für das Recyceln von Carbonfasern, die Carbonxt GmbH aus Stade, unternimmt, so Seiler. Eine Rückgewinnung von Glasfasern findet aktuell nicht statt. Das Material wird mehrstufig zerkleinert und anschließend ebenfalls der Zementindustrie zugeführt, erklärt die Forscherin.

Noch ist der Weg, den Rotorblätter nach ihrem langen Einsatz gehen sollen, nicht markiert, sondern Gegenstand der Forschung. Positiv ist, dass sie die Energie, die für ihre Herstellung verbraucht wurde, nach wenigen Monaten Einsatz zurück ins Netz gespeist haben. Außerdem liefert ein Windpark bis zu seinem Rückbau etwa 50-mal mehr Energie, als zu dessen Bau und Betrieb notwendig war. Aber beim Recycling der Rotorblätter besteht Optimierungsbedarf. Nun gilt es die verbliebene Zeit zu nutzen, bis die wirklich große Altrotoren-Welle kommt. 