

Presseinformation

28. April 2026

Seite 1 | 4

Vorstellung auf der IFAT, 4. - 7. Mai 2026, Messe München

Reparaturfähige Rotorblätter für Windkraftanlagen: damit Klimaschutz nicht zur Umweltbelastung wird

Windturbinen und Rotorblätter sind auf eine Lebensdauer von etwa 20 Jahren ausgelegt, nach spätestens 30 Jahren steht ein Austausch an. Kurz nach der Jahrtausendwende setzte ein Boom bei Windkraftanlagen ein, sodass in Europa schon bald mehrere zehntausend Tonnen Verbundmaterialien ihr *End of Life* erreichen – pro Jahr. Dabei stellen ausgediente Rotorblätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff die Kreislaufwirtschaft vor erhebliche Herausforderungen: Thermische Verwertung oder Schreddern zur Beimischung kleinster Faserreste in Zement sind keine nachhaltigen Optionen; eine Deponierung ist in der Europäischen Union aus guten Gründen untersagt. Für künftige Windkraftanlagen zeigt das Fraunhofer IWU gemeinsam mit Partnern im EU-Projekt RECREATE neue Wege bei Materialauswahl, Fügeverfahren und Design auf – damit verschleißende Komponenten austauschbar gemacht und aus recyclingfähigen Materialien gefertigt werden können.

Heutige Rotorblätter von Windkraftanlagen werden nahezu ausschließlich in einer zweischaligen Bauweise gefertigt. Dabei entstehen zunächst zwei separate Halbschalen, die später zur geschlossenen Blattstruktur miteinander verklebt werden. Diese Konstruktionsweise ermöglicht sehr große Blattlängen von weit über 80 Metern und lässt sich gut mit Faserverbundwerkstoffen umsetzen. Die Fertigung beginnt in sehr großen, beheizten Negativformen, die jeweils eine Halbschale abbilden. In diese Formen werden Glasfaser- und teilweise Carbonfasergelege in mehreren Lagen eingelegt, meist vollständig von Hand. Auch das Kernmaterial der Sandwichstruktur wird manuell positioniert, bevor weitere Faserlagen folgen. Anschließend wird der trockene Faseraufbau unter Vakuum mit Epoxid- oder Polyesterharz infiltriert, gehärtet und aus der Form entnommen. Nach umfangreicher Nacharbeit werden in einer der Schalen Stege beziehungsweise Holme eingesetzt, die beiden Halbschalen exakt ausgerichtet und großflächig verklebt. Dieser Prozess ist sehr arbeitsintensiv, insbesondere bei der Faserablage, der Kernplatzierung und dem abschließenden Finish, da die extreme Bauteilgröße und die komplexe Geometrie eine vollständige Automatisierung bislang nur begrenzt zulassen. Entsprechend findet die Produktion überwiegend in Ländern mit niedrigen Lohnkosten statt.

Lösbare Klebeverbindungen erlauben den rechtzeitigen Austausch von verschlissenen Teilen

28. April 2026

Seite 2 | 4

Ein wichtiger Faktor für die Lebensdauer eines Rotorblatts ist die Vorderkante. Sie ist Wind, Staub und Regen ausgesetzt und verschleißt je nach Standortbedingungen als erstes. Kann die Vorderkante nicht als Modul getauscht werden, ist das gesamte Rotorblatt nicht mehr verwendbar. An dieser Stelle setzten Justus von Freeden vom Fraunhofer IWU Wolfsburg und seine Partner an: Der Aufbau des Forschungsrotorblatts ist modular; um einen durchgehenden, tragenden Holm sind am Demonstrator alle weiteren Komponenten angeklebt, die Vorderkante aus Thermoplast und Naturfasern ist dank einer lösbaren Klebeverbindung austauschbar.

Mit dem Austausch der Vorderkante ist ein Wirkungsgrad wie beim neuen Rotorblatt erreichbar

Mit steigendem Verschleiß der Vorderkante verschlechtert sich das Strömungsverhalten und der Wirkungsgrad sinkt. Bei einem rechtzeitigen Tausch kann also auch der Wirkungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage über einen langen Betriebszeitraum gesichert werden.

Pultrudierter, durchlaufender Holm: Chance für automatisierte Fertigung

Doch das Design (for Manufacturing) des auf der IFAT gezeigten Demonstrators verfolgt ein weiteres, ehrgeiziges Ziel. Rotorblätter und damit Kernbestandteile von Windkraftanlagen sollen künftig dank eines hohen Automatisierungsanteils auch wieder in Europa wirtschaftlich hergestellt werden können. Einen wichtigen Beitrag dazu leistet ein Verfahren, das seit vielen Jahren bekannt ist: die Pultrusion. Dabei werden Endlosfasern durch ein Harzbad gezogen, in einer beheizten Düse gehärtet und zu Profilen geformt. Beispielsweise könnte der Holm als Endlosprofil gezogen und in der benötigten Länge abgeschnitten werden. Für die Vorderkante könnten Organobleche, also faserverstärktes Verbundwerkstoff-Halbzeuge aus Endlosfasern, die in eine thermoplastische Kunststoffmatrix eingebettet sind, erwärmt und in einem hochautomatisierten Prozess umgeformt werden.

Mit Naturfasern verstärkte Thermoplaste sind besser für R-Strategien geeignet als mit Glasfasern kombinierte

Naturfaserverstärkte Thermoplaste (NRFTP) wie beim Forschungsrotorblatt eingesetzt sind für R-Strategien (Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Recycle) besser geeignet als glasfaserverstärkte Thermoplaste, weil sie sich über mehrere Nutzungs-, Reparatur- und Recyclingstufen robuster verhalten und weniger kritische Schadensmechanismen aufweisen. Naturfaser-Thermoplaste ermöglichen somit eine wesentlich bessere Integration in Design-for-Circularity-Konzepte und praxisnahe Kreislaufstrategien. Dies gilt insbesondere für mechanisches Recycling. Dabei werden Bauteile am Lebensende zerkleinert, aufgeschmolzen und erneut zu Compounds oder Halbzeugen verarbeitet. Im Vergleich zu glasfaserverstärkten Thermoplasten tolerieren NRFTP die in diesem Zuge unvermeidliche Faserverkürzung besser, da Naturfasern schrittweise ihre Verstärkungswirkung verlieren und nicht abrupt von »Verstärkung« zu reinem Störstoff degradieren.

RECREATE: wegweisende Lösungen für eine nachhaltige Wasser- und Rohstoffwirtschaft

28. April 2026

Seite 3 | 4

Im EU-Projekt RECREATE arbeiteten rund 20 Partner aus Forschung und Industrie koordiniert vom Politecnico di Milano (Italien), an Recyclingtechnologien für kreislauffähige Faserverbundkunststoffe. An der Gestaltung und Fertigung des Demonstrators für wiederverwendbare Faserverbundstrukturen eines Windkraftrotorblatts waren neben den Instituten Fraunhofer IWU und Fraunhofer WKI die INVENT GmbH, RES-T und RESCOLL Applus beteiligt.

RECREATE wurde durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 202 der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarung Nr. 101058756 gefördert. Weitere Projektpartner in RECREATE: Tampere University (Finnland), ICAM Ouest (Frankreich), University of Patras (Griechenland), Fundacion Gaiker (Spanien), CNRS (Frankreich), Invent GmbH (Deutschland), Iris Technology Solutions (Spanien), Cobat Compositi (Italien), Rescoll (Frankreich), N. Benasedo S.p.A. (Italien), Carbon Cleanup GmbH (Österreich), EDAG Engineering Group AG (Schweiz), HEAD Sport GmbH (Österreich), Geven S.p.A. (Italien), APRA Europe (Belgien), AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V. (Deutschland), Grifo Multimedia Srl (Italien), Giacomelli Media Management (Slowenien)

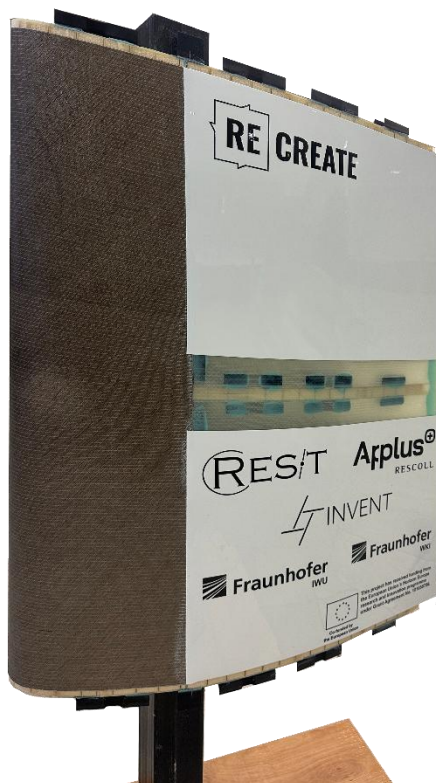


Abb. 1 Messeexponat für die IFAT: Segment eines Rotorblatts, entstanden im Projekt RECREATE. Es zeigt Optionen für eine kreislaufgerechtere Gestaltung einschließlich Materialauswahl und Fertigungsprozessen auf – insbesondere eine austauschbare und recyclingfähige Vorderkante kann zu einer längeren Nutzungsdauer und einem durchgehend hohen Wirkungsgrad von Windkraftanlagen beitragen. © Fraunhofer IWU

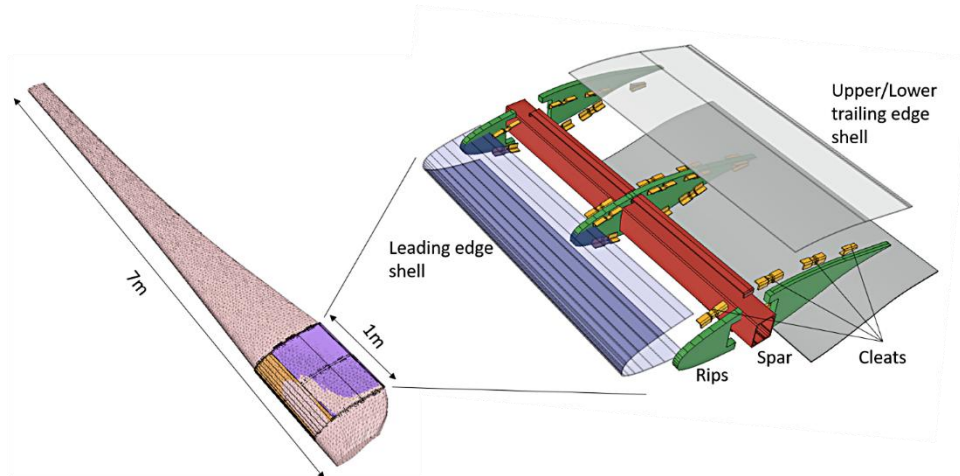


Abb. 2 Aufbau des Forschungsrotorblatts: Pultrudierter Holm (Spar); die Rippen (Rips) bestehen aus Material, das die Forschenden aus einem ausgedienten Rotorblatt herausgeschnitten haben, als Beispiel für die zumindest teilweise Weiterverwendbarkeit von End-of-Life-Material.
© RES-T



Abb. 3 Dieses Szenario gilt es zu vermeiden: dass teilweise geschredderte End-of-Life-Rotorblätter auf Deponien landen © Fraunhofer IWU (KI-generiert)

Das **Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU** ist innovationsstarker Partner für die angewandte Forschung und Entwicklung in der Produktionstechnik. Mit über 600 hochqualifizierten Mitarbeitenden sind wir an den Standorten Chemnitz, Cottbus, Dresden, Leipzig, Wolfsburg und Zittau vertreten. Wir erschließen Potenziale für die wettbewerbsfähige Fertigung beispielsweise im Automobil- und Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Elektrotechnik oder der Feinwerk- und Mikrotechnik. Im Fokus von Wissenschaft und Auftragsforschung stehen Bauteile, Verfahren und Prozesse sowie die zugehörigen komplexen Maschinensysteme und das Zusammenspiel mit dem Menschen – die ganze Fabrik. Als eines der führenden Institute für ressourceneffiziente Fertigung setzen wir auf eine hochflexible, skalierbare und von der Natur lernende, kognitive Produktion. Dabei haben wir ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft die gesamte Prozesskette im Blick. Wir entwickeln Technologien und intelligente Produktionsanlagen. Wir optimieren umformende, spanende und fügende Fertigungsschritte. Auch maßgeschneiderte Leichtbaustrukturen, die Verarbeitung unterschiedlichster Werkstoffe sowie neueste Technologien der additiven Fertigung (3D-Druck) sind wichtige Bestandteile unseres Leistungsportfolios. Damit die Energiewende gelingen kann, zeigen wir Lösungsräume für den klimaneutralen Fabrikbetrieb und die Großserienfertigung von Wasserstoffsystemen auf.

Kontakt

Andreas Hemmerle
Fraunhofer-Institut für
Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik IWU
Pressesprecher
Tel. +49 371 5397-1372
andreas.hemmerle@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de