

# EISAB<sub>net</sub>

Das Projekt EISAB - Aktive eisabweisende Oberflächen auf Rotorblättern, seit September 2014 in Aktion, wendet sich nun verstärkt der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis zu.

Zu den Transferaktivitäten des Projektes gehört neben einem vielseitigen Besuchsprogramm für Wissenschaftler und Unternehmen, verschiedenen Kommunikationsmedien und der Durchführung einer Innovationsbörse auch die Entwicklung eines Unternehmens- und Forschungsnetzwerkes „Eisabweisende Oberflächen“, kurz „EISAB<sub>net</sub>“.

In dieses Netzwerk sind bisher neben den beiden Forschungspartnern TU Dresden und Leibniz IPF Dresden e.V. sieben Firmen aus verschiedenen Branchen involviert. Neben der Windenergiebranche sind auch Partner aus den Bereichen Kältetechnik, Umwelttechnik, Beschichtungsherstellung und Umweltanalytik vertreten.

Dieser Newsletter soll die Mitglieder und Unterstützer des Netzwerkes EISAB<sub>net</sub> über die aktuellen Ergebnisse der Forschung informieren und den Unternehmen selbst auch eine Plattform bieten, um miteinander in Kontakt zu kommen. In einem der Newsletterbeiträge werden das Projekt EISAB und die Transferaktivitäten innerhalb des Projektes kurz vorgestellt.

Am 27.09.2016 wird es auch die Möglichkeit zu einem persönlichen Treffen aller interessierten Industrievertreter mit Wissenschaftlern unseres Projektes geben – zur Innovationsbörse „Eisabweisende Oberflächen“ in Dresden.

Wir freuen uns, wenn Sie diesen Newsletter abonnieren, selbst auch aktiv mit informativen Beiträgen unterstützen und wenn Sie sich den Termin für die Innovationsbörse jetzt schon

vormerken, damit der Dialog zwischen Forschung und Anwendern im September handfeste Formen annimmt.

Mit besten Grüßen aus Dresden im Namen des Projektteams

Sylvia Franke-Jordan

## Beiträge

### Eisansatz an Rotorblättern

Volker Ziem, ENERCON Rothenseer Rotorblattfertigung GmbH

### Forscher entwickeln neue Generation von Anti-Eis-Beschichtungen

Petra Uhlmann, Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden e.V.

### Vereisung reversibel schalten mit pyroelektrischen Oberflächen

Dirk Spitzner, Technische Universität Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaften

### Technologietransfer im Projekt EISAB

Sylvia Franke-Jordan, Technische Universität Dresden, CIMTT

## Eisansatz an Rotorblättern

*Volker Ziem, Geschäftsführer Rothenseer Rotorblattfertigung GmbH*

Seit Beginn des Aufbaus von Windenergieanlagen spielt die Frage der Vereisung von Rotorblättern eine große Rolle. Die Eisbildung an Rotorblättern erfolgt vorwiegend bei hoher Luftfeuchtigkeit und Temperaturen um den Gefrierpunkt.

Diese Vereisung mindert den Wirkungsgrad, da sie die Form und damit das aerodynamische Profil der Blätter verändert. Auch kann es zu Unwuchten führen, die dann Vibrationen und höhere Schallpegel verursachen. Zudem können herabfallende Eisbrocken (Eiswurf) eine Gefahr darstellen.

Aus diesen Gründen werden Windenergieanlagen bei Eisansatz an den Rotorblättern durch verschiedene Systeme automatisch abgestellt, was jedoch wiederum mit Ertragsverlusten verbunden ist.

Um dies zu vermeiden, wurden schon früh Untersuchungen über technische Lösungen angestellt, diese Eisansätze zu verhindern.

Frühe Versuche, spezielle Beschichtungen zu entwickeln, hatten leider bisher nicht die erhofften Effekte. Deshalb werden von den führenden Windenergieanlagenherstellern gegenwärtig Beheizungssysteme eingesetzt.

Die Firma ENERCON hat seit Jahren ein vom TÜV Nord zertifiziertes Eiserkennungs- und Abschaltungssystem an ihren Anlagen serienmäßig im Einsatz. Damit können auch komplizierte Standorte wie Autobahnnähe, Hafengebiete oder Gewerbegrundstücke gegenwärtig bebaut werden. Diese Beheizungssysteme haben neben den anfallenden Kosten für die Installation noch den Nachteil, dass Energie für die Enteisung aufgewandt werden muss, die dann als Ertragsnachteil wirkt.

Neuere Ansätze bei Beschichtungssystemen (Nanostrukturen) könnten heute eine Alternative sein.

Ziel dabei muss allerdings immer eine bessere Kosten/Ertragssituation zu vorhandenen Systeme-

men sein, damit ein genereller Durchbruch erreicht werden kann.



*ENERCON Windenergieanlage*

*Bildquelle: Rothenseer Generatorfertigung GmbH*

## Forscher entwickeln neue Generation von Anti-Eis-Beschichtungen

*Petra Uhlmann, Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden e. V.*

Wissenschaftler aus dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V. (IPF) entwickeln gemeinsam mit Forschern weiterer Einrichtungen im Rahmen von BMBF-geförderten Verbundprojekten neuartige Beschichtungen, mit denen zuverlässig und dauerhaft das Vereisen von Oberflächen vermindert wird. Von Bedeutung sind solche Beschichtungen besonders für Kühlrippen von Kälteanlagen, Windräder oder Flugzeuge. Die Vermeidung des Vereisens von Bauteilen würde dort zu einer enormen Ressourcenersparnis führen, zum Beispiel durch den Wegfall von Maßnahmen zur Flugzeugenteisung (derzeit bei einem Airbus rund 20.000 EUR), sowie durch entstehende Möglichkeiten materialsparender Bauteildimensionierung und Maschinenauslegung.

In einem bereits abgeschlossenen Projekt wurde ein Beschichtungsverfahren entwickelt, das erstmals zwei aus Technik und Natur bekannte Wirkprinzipien vereint. Der in vielen technischen Anwendungen bereits genutzte Tausalzeffekt, d.h. die Absenkung des Gefrierpunkts durch eine erhöhte Zahl von gelösten Teilchen in einer Flüssigkeit, kann nun mittels wasserlöslicher Polymere mit funktionellen Gruppen an Oberflächen erzeugt werden. Außerdem wurde in einem biomimetischen Ansatz die Fähigkeit mancher Fische, im Eismeer zu überleben, synthetisch nachgeahmt. Der beim frostresistenten Fisch durch Anti-Freeze-Proteine im Blut ausgelöste Mechanismus der Verhinderung des Kristallwachstums von Eis wurde von den Forschern auf der technischen Oberfläche mit Hilfe von Selbstanordnungseffekten speziell synthetisierter Blockcopolymere und zusätzlich über Lackstrukturierungsverfahren in Gang gesetzt. Diese strukturieren die Oberfläche ähnlich wie die Fischhaut in hydrophile und hydrophobe Bereiche, die das Anhaften von Kristallen erschweren.

Funktionstests der erzeugten Anti-Freeze-Beschichtungen auf Kupfer-, Aluminium- und Eisenblechen an speziellen Messaufbauten konnten eine Verringerung der Reifschichten an Kühlrohren um bis zu 70 % nachweisen (Patent DE 10 2006 060 340.0).



*Verminderung der Reifbildung auf Fallrohrverdampfern  
Foto: Hellmann-Hygrex, Hamburg*

Gegenwärtig versuchen die Forscher des IPF gemeinsam mit Kollegen der Technischen Universität Dresden im neuen Projekt EISAB noch ein weiteres Prinzip, die pyroelektrische Interaktion, durch Entwicklung eines geeigne-

ten Polymersystems in den Schichtaufbau einzubeziehen, wodurch eine verbesserte Eisablösung, insbesondere bei Temperaturwechseln, und somit insgesamt eine weiter verbesserte Wirkung erreicht werden soll.

#### **Projektpartner des IPF:**

Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden,  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Materialforschung Bremen (IFAM),  
TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft und CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und Organisation,  
ArcelorMittal,  
Hellman-Hygrex,  
Küba Kältetechnik,  
NTC,  
WÄTAS,  
cleanLASER,  
LAKAL Rollläden und Tortechnik,  
ENERCON Rothenseer Rotorblattfertigung GmbH,  
eno energy GmbH,  
BWE Bundesverband für Windenergie

Audiodatei eines Interviews mit Frau Dr. Petra Uhlmann abrufbar unter:  
<http://srv.deutschlandradio.de/themes/dradio/scrip/aod/index.html?audioMode=3&audioID=393716&state=>

#### **Ansprechpartnerin:**

Frau Dr. Petra Uhlmann, [uhlmann@ipfdd.de](mailto:uhlmann@ipfdd.de)  
Telefon: 0351 4658-236  
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V.

Kontakt

[sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de](mailto:sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de)

Projektpartner



Gefördert durch das



## Vereisung reversibel schalten mit pyroelektrischen Oberflächen

*Dirk Spitzner, Ute Bergmann, Sabine Apelt, Richard A. Boucher, Hans-Peter Wiesmann, Technische Universität Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaften*

Die Nutzung des pyroelektrischen Effektes stellt ein gänzlich neues Konzept für eine eis-abweisende Oberflächenbeschichtung dar. Pyroelektrizität ist die Eigenschaft bestimmter Materialien, auf eine Temperaturänderung mit einer Änderung der Oberflächenladung zu reagieren. Dieser Effekt kann wirksam genutzt werden, um beispielsweise in den Kristallisationsprozess des Eises an Fremdf lächen einzugreifen.

Wissenschaftler des Institutes für Werkstoffwissenschaften an der Technischen Universität Dresden konnten zeigen, dass diese Oberflächenbeschichtungen wirksame Veränderungen der Vereisungstemperatur bewirken können. Für die Beschichtung wurde das vielfach angewendete pyroelektrische Polymer Polyvinyliden-fluorid (PVDF) als dünne Schicht auf Glas abgeschieden. Die Proben wurden tauchbeschichtet und anschließend einer thermischen Behandlung bei 140 °C unterzogen. Alle Beschichtungen bewirken im Vergleich zu unbeschichtetem Glas ein Herabsetzen der Vereisungstemperatur von Wasser auf deren Oberfläche. Bei einigen Proben wurde während der thermischen Behandlung des pyroelektrischen Polymers ein elektrisches Feld angelegt. In Vereisungstests wird eine Abhängigkeit der Vereisungstemperatur von der Polarität des Feldes während der thermischen Behandlung beobachtet. Im Ergebnis dieser Polarisierung kann eine deutliche Senkung der Vereisungstemperatur erreicht werden, wobei die maximale Senkung der Gefrieretemperatur im Vergleich zu unbeschichtetem Glas 3 K betrug. Darüber hinaus führt eine wiederholte thermische Behandlung mit gegensätzlich gerichtetem Feld zu einer Schaltbarkeit des Vereisungsverhaltens von Wasser in Abhängigkeit von der Richtung des angelegten Feldes. Mit zunehmender Schaltzyklenzahl wurde sogar ein Trainingseffekt in Richtung geringerer Vereisungstemperaturen beobachtet.

Volltext in englischer Sprache abrufbar unter: <http://www.mdpi.com/2079-6412/5/4/724>>

### Ansprechpartner:

Dirk Spitzner, [dirk.spitzner@tu-dresden.de](mailto:dirk.spitzner@tu-dresden.de),  
Telefon: 0351 463 34504  
Technische Universität Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft

## Technologietransfer im Projekt EISAB

*Sylvia Franke-Jordan, Technische Universität Dresden CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und Organisation*

Eis- und Raureifbildung an Windkraftanlagen, Flugzeugen oder Zügen, Kälteanlagen oder Wärmetauschern erhöht deren Wartungsaufwand, verursacht ungeplante Stillstandzeiten und stellt außerdem ein hohes Sicherheitsproblem dar. Die ungewünschte Vereisung führt zur Senkung des Wirkungsgrades bis hin zur Funktionsunfähigkeit von technischen Anlagen.

Ziel des für drei Jahre vom BMBF geförderten Kooperationsprojektes "EISAB" ist die Entwicklung einer aktiven, polymeren Beschichtung zur Vermeidung von Eisbildung und dauerhafter Eisanhaftung an Oberflächen für die Anwendung auf Rotorblättern.

Das Schichtkonzept kombiniert bekannte biomimetische Prinzipien der Oberflächenmodifikation im Nano-Bereich, den mit Polymeren nachgestellten Tausalzeffekt und den relativ neuen Effekt der pyroelektrischen Interaktion.

Mittels eingebetteter pyroelektrischer Nanopartikel lassen sich sowohl die Keimbildung und Kristallisation verzögern als auch die Adhäsion bereits anhaftender Eispartikel in starkem Maß stören. Aktiv wird die Oberfläche durch ihre Schaltbarkeit, d.h. jede Temperaturänderung, egal in welche Richtung, führt zum erneuten Auslösen des Effektes und verstärkt damit die Wirksamkeit.

Die drei verschiedenen Wirkprinzipien sollen von den Projektpartnern zu einer neuen Qualität von Anti-Eis-Beschichtungen entwickelt werden und die Wirkungsweise soll für die Beschichtung von Rotorblättern und Gehäuse-

teilen im Außenbereich der Windenergiegewinnung demonstriert werden, für die sie aufgrund der dort vorkommenden natürlichen Temperaturschwankungen besonders geeignet erscheint. Ebenfalls vielversprechend ist die Verwendung in häufig frequentierten Klimakammern z. B. in der Biotechnologie oder der Lebensmittelindustrie.

Den Transfer der Forschungsergebnisse aus dem Projekt in die Praxis unterstützen verschiedene Transferaktivitäten:

### **Besuchsprogramm zwischen Forschern und Industrievertretern**

Das Besuchsprogramm umfasst moderierte Besuche von Unternehmern bei Forschergruppen in deren Laboren und Unternehmensbesuche von Forschern in Fertigungs- und Entwicklungsbereichen bei Unternehmen mit dem Ziel, die laufenden Forschungsarbeiten am gemeinsamen Thema oder die praktische Arbeit am Produkt vorzustellen, ins Gespräch zu kommen über aktuelle Herausforderungen und so eine gemeinsame Sprache zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu finden, belastbare persönliche Kontakte herzustellen und zu pflegen und durch diese Vernetzung Innovationen auf beiden Seiten anzuregen.

### **Technologiedossiers und Youtube-Kanal**

Technologiedossiers präsentieren Forschungsergebnisse aus der Perspektive der Wirtschaft; in Kurzform, übersichtlich und allgemeinverständlich. Sie sind im Internet auf der Projektwebsite und als Printversion verfügbar und informieren interessierte Firmen über innovative Lösungen, die aus den Forschungsergebnissen des Projektes denkbar sind.

Während des Projektes EISAB entsteht ein Kurzfilm über Aufbau und Wirkungsweise aktiver eisabweisender Oberflächen. Über den Youtube-Kanal der TU Dresden können die Forschungsergebnisse aus dem Projekt damit auch in aufbereiteter Form als Video in die interessierte Fachöffentlichkeit transferiert werden.

### **Innovationsbörse**

Innovationsbörsen sind kleine, thematisch ausgerichtete Ausstellungen von neuen Produkten und Verfahren aus Wissenschaft und Wirtschaft, die von den Teilnehmern als Kontaktbörsen und als Inspirationsquelle für Innovationen genutzt werden. Das CIMTT führt vergleichbare Veranstaltungen seit 5 Jahren zu verschiedenen Themen durch und konnte gute Erfahrungen damit sammeln.

Im September 2016 wird eine solche Börse unter dem Titel „Eisabweisende Oberflächen“ vorbereitet und durchgeführt. Dort besteht die Möglichkeit, angrenzende Themen in das Programm einzubeziehen und so eine attraktive Veranstaltung für potenzielle Anwender aus der Wirtschaft und interessierte Wissenschaftler anzubieten, die auch als Plattform für weiterführende Vorhaben dient.

### **Unternehmens- und Forschungsnetzwerk Eisabweisende Oberflächen - EISAB<sub>net</sub>**

Eine weitere Transferaktivität im Projekt ist die Entwicklung eines Unternehmens- und Forschungsnetzwerkes, das den Themenkreis eisabweisende Oberflächen nicht nur in der Windkraftbranche, sondern auch in anderen potenziellen Anwenderbranchen bekannt macht und den Informationsaustausch innerhalb der Netzwerkpartner anregt. Der Vorteil einer solchen Vernetzung von Forschern und Anwendern schon in der laufenden Projektzeit liegt vor allem in der frühzeitigen Ausrichtung der Forschung auf unterschiedliche Praxisanforderungen und umgekehrt auch in der schnelleren Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse durch innovative Anwender.

Teilnehmer im Netzwerk EISAB<sub>net</sub> sind neben den Forschungspartnern TU Dresden (IfWW und CIMTT) und dem Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden e.V. bisher folgende Unternehmen:

- Boreas Energie GmbH
- ENERCON Rothenseer Rotorblattfertigung GmbH
- Eno energy systems GmbH

Kontakt

[sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de](mailto:sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de)

Projektpartner



Gefördert durch das



- Güntner AG & Co. KG
- IfU GmbH Privates Institut für Analytik
- Rhenotherm Kunststoffbeschichtungs GmbH
- Weiss Umwelttechnik GmbH

Weitere Partner sind zur Teilnahme im Netzwerk EISAB*net* willkommen und können sich bei Interesse an die unten genannte Ansprechperson wenden.

**EISAB***net*

**Ansprechpartnerin:**

Dipl.-Ing. Sylvia Franke-Jordan,  
[sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de](mailto:sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de)

Telefon: 0351 463 33556  
Technischen Universität Dresden  
CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und  
Organisation

**Weitere Informationen zum Projekt EISAB:**

[http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_maschinenwesen/cimtt/projekte/eisab/eisab](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_maschinenwesen/cimtt/projekte/eisab/eisab)