

EISABnet

Beiträge

Technologie- und Wissenstransfer:

Ergebnisse des EISABnet- Partnerforums 2018

Sabine Apelt, Ute Bergmann, Sylvia Franke-Jordan, Susanne Heinze, Julia Tondera, Projekt EISAB, Technische Universität Dresden | Susanne Höhne, Carolin Böhm, Claudia Hoch, Petra Uhlmann, Projekt EISAB, Leibniz IPF Dresden

Unternehmen im Netzwerk EISABnet:

Das P.A.S.S. System – ein Piezo elektrisches System zur Enteisung und Eisverhinderung von Flugzeugen mit Komposittragflächen

Thomas Daue, Smart Material GmbH, Dresden



Impression vom Partnerforum EISABnet 2018,
Quelle: TU Dresden

Ergebnisse des EISABnet- Partnerforums 2018

Sabine Apelt, Ute Bergmann, Sylvia Franke-Jordan, Susanne Heinze, Julia Tondera, Projekt EISAB, Technische Universität Dresden | Susanne Höhne, Carolin Böhm, Claudia Hoch, Petra Uhlmann, Projekt EISAB, Leibniz IPF Dresden

Das Partnerforum EISABnet, das am 15. März dieses Jahres als Transferveranstaltung des EISAB-Projektes im Leibniz IPF Dresden stattfand, führte Wissenschaftler und Unternehmen zusammen, die gemeinsam Forschungsergebnisse und Anwendungsszenarien von eisabweisenden Oberflächenbeschichtungen diskutierten.

Ein essentieller Bestandteil der Veranstaltung war die aktive Teilnahme der Vertreter aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen in den angebotenen Projektentwicklungs-Workshops. In zwei Workshops entstanden erste Ansätze und Ideen für weiterführende Kooperationsprojekte, die der Überführung der erreichten Forschungsergebnisse des EISAB-Projektes aus dem Labormaßstab in verschiedene industrielle Anwendungen dienen. Während im Workshop 1 die EISAB-Beschichtung von Großbauteilen aus Kompositwerkstoffen für den Außeneinsatz, beispielsweise für Windenergieanlagen oder Luftfahrt, im Fokus stand, wurde im Workshop 2 die Anwendung der EISAB-Beschichtung für metallische Bauteile im Inneneinsatz, und somit die Weiterführung der Forschungen für die Anwendung in der Kältetechnik oder Umwelttechnik diskutiert.

Die Zusammenfassungen der Diskussionen und die daraus abgeleiteten Implikationen werden im Folgenden vorgestellt:

Workshop 1: EISAB-Beschichtung von Großbauteilen aus Kompositwerkstoffen für den Außeneinsatz beispielsweise für Windenergieanlagen oder Luftfahrt

Am Workshop zur Beschichtung von Großbauteilen nahmen Vertreter der Industrie, wie der ENERCON Konzernforschung und der Volkswagen Konzernforschung teil sowie eine Reihe von Forschungseinrichtungen (TH Nürnberg, FILK Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen, TU Bergakademie Freiberg, IPF Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden e.V. und TU Dresden), deren Arbeitsgruppen sich in Zukunft noch intensiver mit dem Thema eisabweisende Oberflächen auseinandersetzen werden.

Ein Vertreter der Firma ENERCON, Konzernforschung in Aurich, initiierte mit einem Inputvortrag zur aktuellen Problemlage beim Umgang mit vereisten Rotorblättern eine rege Debatte. Als besondere wirtschaftliche und technische Herausforderung bei den Anti-Eis-Strategien der Branche gilt die hohe geforderte Haltbarkeitsdauer. Es zeigte sich, dass die Erwartung an die Haltbarkeit von Rotorblattbeschichtungen von bisher 20 Jahren aktuell sogar auf nunmehr 30 Jahre angestiegen ist. Die Beschichtungen adressieren dabei durchaus unterschiedliche Verwendungsziele. Vereisungsminimierung ist ein regional angeordnetes Entwicklungsziel. Abriebfestigkeit, Witterungsbeständigkeit, Farbbeständigkeit spielen dabei gleichermaßen eine Rolle. Allen Beschichtungen ist gemein, dass sie aus Kostengründen nur einmalig vor dem Aufbau der Windanlage appliziert werden können. Bisherige Enteisungsmaßnahmen sind zwar Energieverbraucher, bleiben aber trotz wiederholtem Einsatz auf Abruf so kostengünstig, dass eine Zweitbeschichtung der Windräder während ihrer Einsatzzeit einfach nicht in Frage kommt.

Eine weitere Einschränkung der Branche, so stellte sich heraus, ist die Vermeidung aktiver, also mit stromführenden Teilen versehener Oberflächen auf Rotorblättern, wie etwa elektrischer Heizmatten. Es besteht ein sehr präsent Risiko von Blitzeinschlägen und kostenaufwendigen Folgen.

Die Gesprächspartner trugen im Rahmen dieses Workshops eine Anforderungsmatrix für

zukünftige Windenergieprojekte zusammen. In aller Kürze sind das:

- robuste, vereisungsreduzierende Oberflächen für den Außeneinsatz,
- ihre gewünschte Einsatzdauer entspricht der Langlebigkeit der anderen Bauteile, 30 Jahre,
- Keine stromführenden, sogenannten aktiven Beschichtungen aus Gründen der Vermeidung von Blitzeinschlag,
- Denkbar ist ein Funktionsmapping mit der Fragestellung: was wird wo am Rotorblatt gebraucht?
- Denkbar ist auch eine Strategie eines multifunktionalen Lacksystems, in dem örtlich unterschiedliche funktionale Füllstoffe angewendet werden.

Im weiteren Gespräch schilderten Vertreter der Klimabranche und des Bereiches E-Mobilität mit Schwerpunkt Wärmetauscherentwicklung ihre Entwicklungsconstraints, die bei der Vermeidung von Vereisung eine Rolle spielen:

- Erwartete Betriebstemperaturen liegen im Bereich: $-20 - +120^{\circ}\text{C}$,
- Hauptsächlich befinden sich Aluminiumoberflächen im Eingriff mit Luftfeuchte,
- Die Oberflächen sind Beanspruchungen wie Stäuben, Abrieb und verschiedenen Salzen ausgesetzt.
- Ausrüstung textiler Flächen mit eisabweisenden Oberflächen.

Vertreter aus dem Bereich Industrietextilien erkundigten sich nach prinzipiellen Möglichkeiten des Vereisungsschutzes, der in ihrem Anwendungsfall auch auf hochflexiblen Oberflächen sicher und langlebig eingebracht werden muss.

Die Diskussion auf diesem Forum zeigte in jedem Fall, dass die komplexe Problemlage der verschiedensten Betriebsbereiche und Anforderungsprofile nicht geeignet ist, Einzelfragestellungen isoliert zu betrachten, sondern dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Werkstoffwissenschaft, Produktionstechnik und Konstruktion erforderlich ist, um praxis-

gängige innovative Lösungen zu entwickeln. Die Zusammenarbeit der Entwickler soll im Netzwerk EISABnet unterstützt werden.

Workshop 2: Beschichtung von mittleren metallischen Bauteilen im Inneneinsatz beispielsweise in der Kältetechnik oder Umwelttechnik

Der Workshop 2 – „Beschichtung von mittleren metallischen Bauteilen im Inneneinsatz beispielsweise in der Kältetechnik oder Umwelttechnik“ hatte zum Ziel, sich im kleinen Kreis über den aktuellen Stand der Forschung, Anforderungen aus der Industrie und Ideen für Folgeprojekte, insbesondere für kleine bis mittlere Bauteile, auszutauschen.

nicht verschmutzt, einen geringen Preis und eine hohe Wärmeleitfähigkeit hat, wäre zwar die Lösung aller Probleme der Kälte- und Wärmepumpenindustrie, ist aber physikalisch so nicht möglich. Wenn sich eine kalte Oberfläche in einer Umgebung mit endlicher Luftfeuchtigkeit befindet, wird an dieser immer Wasser kondensieren aus dem sich bei Oberflächentemperaturen unterhalb von 0°C früher oder später Eis bildet. Die Forschung zu eisfreien Oberflächen verfolgt deshalb hier drei unterschiedliche Strategien: entweder kann die Vereisung zeitlich herausgezögert werden, indem möglichst glatte Oberflächen wenig Keimstellen für die Eisbildung anbieten, um Abtauzyklen von Wärmetauschern zu verlängern. Ein zweiter Weg besteht darin, die Adhäsion von Eis zur Bauteiloberfläche bis zu einem bestimmten Grad zu minimieren, damit

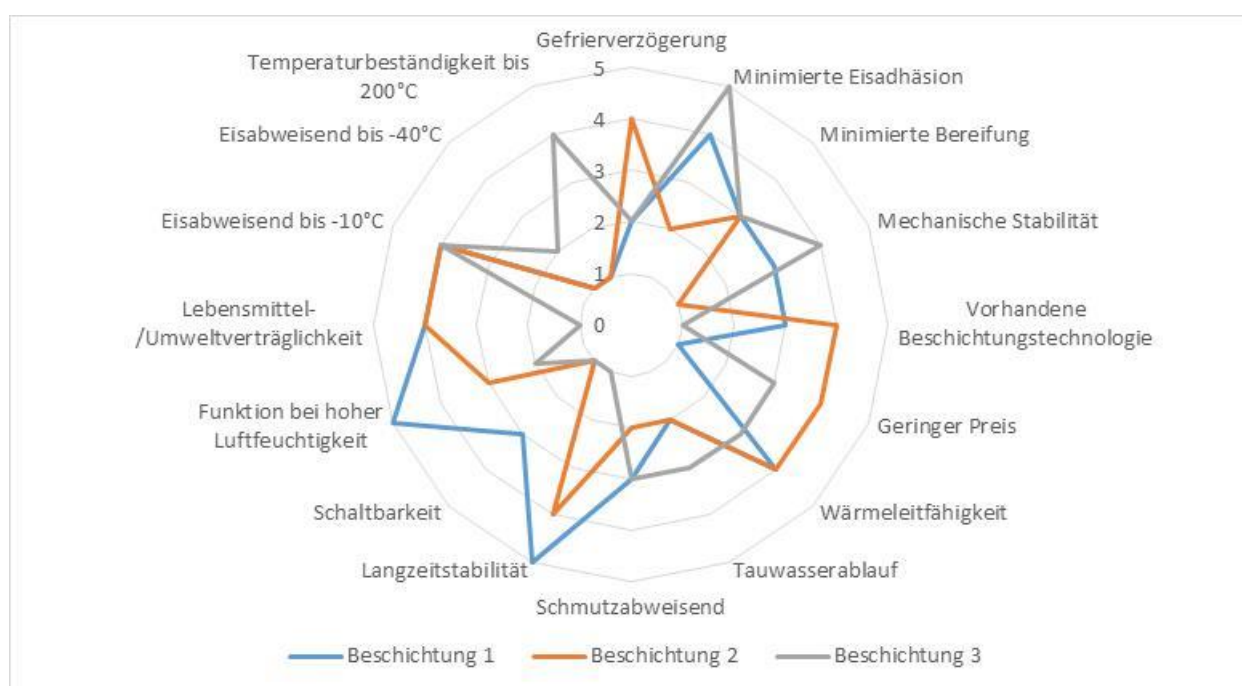


Abbildung 1: Anforderungen an Anti-Eis Beschichtungen, von 1 – „kaum erfüllt“ bis 5 – „sehr gut erfüllt“

Nach einem sehr anschaulichen Input-Vortrag von Herrn Markus Müller, dem Hauptbereichsleiter für Kälte- und Wärmepumpentechnik des ILK Institut für Luft- und Kältetechnik Gemeinnützige Gesellschaft mbH Dresden, wurde schnell klar, dass die Anforderungen für eine eisabweisende Beschichtung von Wärmetauschern vielzählig und sehr anwendungsspezifisch sind. Eine mechanisch stabile Beschichtung, die bis -30°C keinerlei Vereisung zeigt,

einmal entstandene Eisschichten sich leicht lösen lassen. Ein dritter Weg zielt auf das beschleunigte Abfließen von Wasser beim Abtauen, um die Abtauzeit zu senken und damit die Effizienz der Anlagen zu erhöhen. Das kann durch Oberflächen mit geringer Wasseradhäsion realisiert werden.

Zu den denkbaren eisminimierenden Eigenschaften gesellen sich je nach Anwendungsfall

Kontakt

sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de

Projektpartner



Gefördert durch das



weitere technologische Anforderungen, wie Lebensmittelverträglichkeit, Wartungsfreiheit für mehrere Jahre, Stabilität bis +200°C, UV-Stabilität und andere. Je nach Beschichtungskonzept werden die einzelnen Kriterien unterschiedlich gut erfüllt, wie die Abbildung 1 zeigt. Je nach Anwendungsfall muss ein Kompromiss gefunden werden, welches Beschichtungskonzept das Optimum darstellt.

Die Zusammenarbeit im Workshop 2 wurde zudem genutzt, um konkrete Forschungsfragen zu formulieren, die in einem realistischen Zeitraum gelöst werden könnten, um einer optimalen eisfreien Oberfläche für eine Vielzahl von Praxisanwendungen in der Kältetechnik näher zu kommen:

- 1) Optimierung der Langlebigkeit und Beschichtungstechnologie bestehender Anti-Eis-Wirkprinzipien für Wärmetauscher in verschiedenen Temperaturbereichen (0 bis -30°C)
- 2) Haltbarkeit von Anti-Eis-Beschichtungen bei verschiedenen Belastungszuständen: UV-Einstrahlung, Temperaturen bis 200°C, mechanische Belastungen, Reinigungsmitteln und Kontaminationen.
- 3) Physik der heterogenen Eiskeimbildung auf hydrophoben Oberflächen (Eisbildungskinetik bei verschiedenen Temperaturen, Bildung von Reif oder Eis, Kondensationspunkt).
- 4) Kosten- Nutzen-Rechnung vorhandener Systeme: Skalierbarkeit, Integrierbarkeit in den Fertigungsprozess, und Wirtschaftlichkeit hinsichtlich Euro/m².
- 5) Hydrophil oder Hydrophob? Bewertung von Oberflächeneigenschaften für verschiedene Anwendungen, besonders hinsichtlich eines optimierten Wärmeübergangs für Wärmetauscher

Für alle Themen finden sich interessierte Kooperationspartner im EISABnet. Die Möglichkeiten zur Beschichtungscharakterisierung hinsichtlich der Gefrierverzögerung, minimierten Eisadhäsion, Wasseradhäsion und mechanischer Eigenschaften sind sowohl im Leibniz-Institut für Polymerforschung e.V. Dresden (IPF) als auch im Institut für Werkstoffwissenschaft der TU Dresden (IfWW) vorhanden.

Das P.A.S.S. System – ein Piezo elektrisches System zur Enteisung und Eisverhinderung von Flugzeugen mit Kompositrtragflächen

Thomas Daue, Smart Material GmbH, Dresden

Das P.A.S.S. System (kurz für Piezo Anti Ice Smart Skin) wird seit 2012 bei der Smart Material GmbH in Zusammenarbeit mit dem Mutterunternehmen, der Smart Material Corp. in den USA und einem namhaften Drohnenhersteller entwickelt. Es hat derzeit einen Technologiereifegrad (TRL) von 7 erreicht.

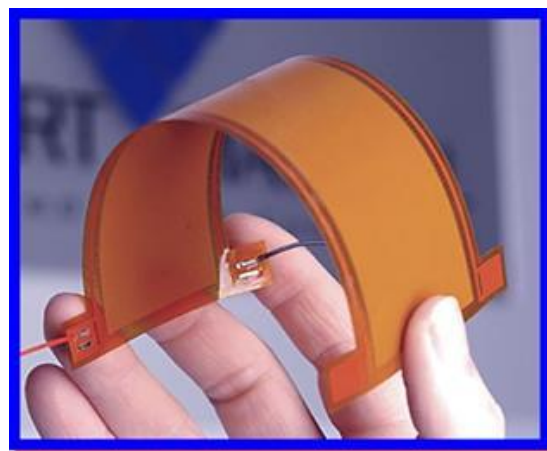


Abbildung 2: Macro Fiber Composite (MFC), Quelle: Smart Material GmbH Dresden

Das P.A.S.S. System basiert auf dem flachen MFC Piezofaser Aktuator der Smart Material GmbH. Das MFC (kurz für Macro Fiber Composite) ist in vielen Bauformen erhältlich und ist ein flexibler, robuster, gekapselter Piezoaktuator der auch in Sensor-, Energy Harvesting- und haptischen Anwendungen zum Einsatz kommt. Das Unternehmen stellt diesen Aktuator seit 2003 im Rahmen eines weltweiten, exklusiven Lizenzvertrages mit der US NASA in Dresden her.

Im Gegensatz zu anderen, folienartigen Aktuatoren ist das MFC mit piezokeramischen Fasern aufgebaut, die dem Aktuator eine hohe Flexibilität verleihen. Das MFC ist erhältlich als Dehnungsversion (P1 Typ, d33 Mode) mit bis zu 1500 ppm Dehnung und 900 N Blockierkraft, sowie als Kontraktionsversion (P2 Typ, d31 Mode) mit bis zu 800 ppm Dehnung und 600 N Blockierkraft.

Das P.A.S.S. System basiert auf einer kundenspezifischen Dehnungsversion des MFCs. Ziel der Entwicklung ist es, ein nachrüstbares Sys-

tem mit deutlich geringerer elektrischen Leistungsaufnahme und Gewicht zu entwickeln, das speziell auf die besonderen Einsatzbedingungen von Drohnen mit Komposittragflächen zugeschnitten ist.

Bestehende Enteisungssysteme sind in der Mehrzahl auf Erhitzen der Tragflächenvorderkanten (Air Bleed Systeme, elektrisches Erhitzen) oder auf das Einleiten von starken mechanischen Stößen (Electromagnetic Expulsive Systems) angewiesen, was oft zu Delaminationen führt. Im Gegensatz dazu braucht das P.A.S.S. System keine Wärmeinleitung und gefährdet auch nicht die Integrität der Tragflächen durch starke mechanische Stöße. Das P.A.S.S. System arbeitet mit 1 m breiten Kompositsegmenten, dem Smart Skin, die an der Flügelvorderseite angebracht werden. Jedes Segment ist mit vier speziellen MFC Baugruppen versehen.

Die einzelnen Segmente werden dann in einem speziellen Algorithmus abwechselnd angesteuert. Zuerst wird ein 280 – 400 Hz Burstsinal eingeleitet, um die Eis-Adhäsion zu verringern, gefolgt von einem 1-4 Hz Signal, mit dem das Eis durch Verformen (Morphing) des Smart Skins abgesprengt wird.

Die MFCs können aber außerdem auch für eine akustische Spektroskopie herangezogen werden, um Eisablagerungen zu detektieren.

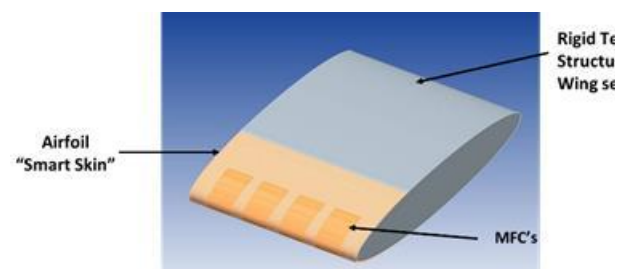


Abbildung 3: P.A.S.S. Smart Skin (Patented), Quelle: Smart Material GmbH Dresden

Das P.A.S.S. System wurden in den letzten Jahren mehrfach in speziellen Eistunnelanlagen bei Temperaturen von $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, verschiedenen Eis-Dropletgrößen und Flugeschwindigkeiten von bis zu 300 km/h erfolgreich getestet. Das jetzige TRL7 System hat eine mittlere Leistungsaufnahme von etwa 600 W.

Die geringe Leistungsaufnahme erlaubt, dass das System auch dauerhaft eingeschaltet und

so auch als Eisverhinderungssystem zuverlässig betrieben werden kann. Die bislang getestete MTBF (Mean Time Between Failures) des aktiven Systems liegt bei etwa 2.000 Flugstunden.

Smart Material plant bis spätestens 2019 zusammen mit den OEM Partnern einen TRL von 9 zu erreichen.

Mai 2018, <https://www.smart-material.com>

Kontakt

sylvia.franke-jordan@tu-dresden.de

Projektpartner



Gefördert durch das

