Fraunhofer IGB

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Tragfläche mit Eisschicht

Anti-Eis-Beschichtungen

Maßgeschneiderte Plasma-Oberflä hen-beschichtungen für passiven Eisschutz

Herausforderung Vereisung

Vereiste Oberflächen stellen in vielen Bereichen ein erhebliches Problem dar. In der Luftfahrt müssen Flugzeugtragflächen oder Rotorblätter und Sensoren mit großem Aufwand an Chemikalien oder Energie enteist werden. Auch auf den Rotorblättern von Windkraftanlagen kann sich unerwünschtes Eis bilden, welches die Energieeffizienz der Anlage herabsetzt. Die Anlage wird dann mitunter abgeschaltet oder aktiv beheizt. Anstatt Energie zu erzeugen, wird so Energie verbraucht. Ungleichmäßige Eisablagerungen können hier sogar zu Unwuchten führen, die das Getriebe gefährden.

Neuartige Oberflächenbeschichtungen und Materialverbünde können in Zukunft helfen, diesen Problemen zu begegnen. Zusammen mit Industrie- und Forschungspartnern hat das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB eine Anti-Eis-Ausrüstung für Oberflächen entwickelt, mit deren Hilfe die großflächige Vereisung von Oberflächen reduziert werden kann.

Anti-Eis-Oberflächenausrüstungen

Passive Anti-Eis-Beschichtung mittels Plasma

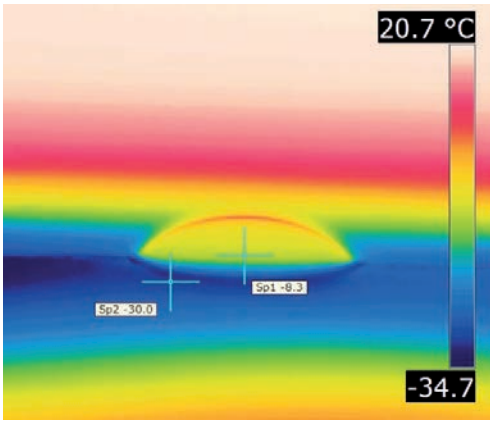
Mittels Plasmatechnologien werden eisabweisende mikro- und nanostrukturierte Schichten beispielsweise auf Polyurethan (PU) oder anderen Materialoberflächen abgeschieden. Die zu modifizierende Oberfläche wird hierzu in eine Vakuumkammer geführt, in der ein Plasma die Oberfläche modifiziert. Wird nach der Behandlung Wasser auf die modifizierte Oberfläche aufgebracht, zieht es sich zu einem kugelförmigen Tropfen zusammen, der dann aufgrund der minimierten Wechselwirkung mit der Oberfläche abperlt. Auch bei Temperaturen unter Null Grad gefriert das Wasser auf den beschichteten Oberflächen nicht, da es in einem »stark unterkühlten« (engl. supercooled) Zustand verbleibt. Selbst wenn das Wasser gefriert, vermindert die Anti-Eis-Beschichtung die Eishaftung, z. B. auf PU-Folien, um mehr als 90 Prozent im Vergleich zu einer unbeschichteten PU-Oberfl che.

Windkraftanlage im Winter

Projektpartner

- Universität Bremen, BCCMS
- Cerobear, Herzogenrath
- ROWO Coating, Herbolzheim
- PINK Thermosysteme, Wertheim-Bestenheid
- EADS, Munich

Prägeverfahren
Zur Einbringung einer optionalen Mikrostruktur, die die Eishaftung nochmals vermindert, in die Folienoberflächen werden diese mit Prägeverfahren modifiziert. Durch das Prägen ist es möglich, Topographien mit großem Aspektverhältnis (Verhältnis der Höhe einer Struktur zu ihrer lateralen Ausdehnung) flächig zu erzeugen. Diese Strukturen werden in nachfolgenden Prozessen zusätzlich mit der passiven Anti-Eis-Ausrüstung versehen.



Thermographisches Bild eines stark unterkühlten, noch flüssigen Wassertropfens auf einer plasmafunktionalisierten, nanostrukturierten Folie

Kombinationen mit aktiven heizbaren Schichten
Um eine noch effektivere Anti-Eis-Ausrüstung zu erzielen, kann die passive Beschichtung auch mit einer heizbaren Oberflächenlackierung kombiniert werden. Eine gleichzeitig aktive und passive Anti-Eis-Oberflächenfunktionalisierung kann intelligent auf die sich verändernden Umgebungsbedingungen reagieren.

Anwendungen

Die Anti-Eis-Ausrüstung wurde bereits erfolgreich auf einer selbstklebenden schlag- und stoßfesten PU-Folie erprobt. Die Folie kann einfach auf die zu schützenden Objekte aufgeklebt werden, ohne das Bauteil direkt beschichten zu müssen. Bei der Beklebung kann, im Gegensatz zu einer Lackierung, sauber und lösemittelfrei gearbeitet werden. Für einen zeitlich und örtlich flexiblen Einsatz kann die Anti-Eis-Folie auf Lager vorrätig gehalten werden. Zudem lässt sie sich einfach ersetzen oder entfernen. Die Folien sind wetterbeständig und halten Regen und Hagel problemlos stand.

Die Einsatzgebiete der Anti-Eis-Schichten sind vielfältig: Außer auf Flugzeugtragflächen können funktionalisierte Folien auf Rotorblätter von Windkraftanlagen, auf Solarpaneele, auf Strom-Freileitungen, auf Gebäudeteile und -fassaden, sogar auf Sportgeräte aufgebracht werden. Auch auf Kühlaggregaten oder in Kühlschränken ist eine Anti-Eis-Folie einfach zu applizieren und jederzeit austauschbar. Flächige Materialien wie Textilien, aber auch Formteile bis zu einer gewissen Größe, können auch direkt in einer Plasmakammer ausgerüstet werden. Für großtechnische Anwendungen steht uns ein Netzwerk mit Firmenpartnern zur Seite.

Methoden und Testsysteme

Zwei Vereisungskammern für kundenspezifische Prüfungen der Anti-Eis-Beschichtungen stehen am Fraunhofer IGB zur Verfügung:

Klima- und Prüfkammern:
- Relative Luftfeuchte: < 1 % bis 80 %
- Hochgeschwindigkeitskamera: 1000 Bilder pro Sekunde
- Untersuchung der Eisbildung (Icing-Verhalten von Oberflächen)
- Messung der Eis-Adhäsionskraft auf Oberfl chen (De-Icing)
- Messung der Oberflächenenergie und Benetzungseigenschaften (Kontaktwinkel)
- Luft- und Substrattemperatur bis –30 °C
- automatisches Abfahren von Temperatur- und Luftfeuchtezyklen
- kundenspezifische Anpassung der Testkammer (z. B. Regen- und Windsimulation)
- hochauflösende Thermographie (kontaktlose, ortsaufgelöste Messung der Oberflächentemperaturen mittels Infrarot-Thermographie (System der Fa. FLIR), thermographische Videoaufnahmen)

Oben:
Vereiste Sesselbahnseile

Unten:
Kleinwindkraftanlage für urbane Gebiete

Kontakt

Dr. Jakob Barz
Tel. +49 711 970-4114
jakob.barz@
igb.fraunhofer.de

Fraunhofer IGB
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
www.igb.fraunhofer.de