

## Aktive & eisabweisende Beschichtungen auf Rotorblättern

Eisminimierende Beschichtungen sind für zahlreiche Industriezweige, wie die Windenergie- und Kältetechnik sowie die Luftfahrt technisch relevant, da eine Bereifung dieser Anlagen nicht nur einen erhöhten Materialverschleiß und Energieverbrauch bedeuten, sondern auch mit einer Beeinträchtigung der Sicherheit verbunden sind. Bisher wird eine Enteisung vorrangig durch thermische oder elektrische Energie (z. B. Heißluft, beheizte Flächen, Widerstandsschichten oder -drähte), mechanische Enteisung (z. B. aufblasbare boots, cleaning Systeme für Solaranlagen) oder Aufbringen eines Enteisungsmittels (Glykol) erreicht. Diese Verfahren sind mit einem hohen Energieaufwand und/oder einer Umweltbelastung verbunden.

## Vorteile nachhaltiger Oberflächenbeschichtungen

Nachhaltige Oberflächenbeschichtungen, die durch ihre Funktionalität und Struktur eine Vereisung verhindern oder minimieren, stehen seit einiger Zeit im Fokus der Forschung. Ihr Einsatz allein, oder in Verbindung mit herkömmlichen Systemen, birgt Vorteile in folgenden Bereichen:

- **Erhöhung der Anlagensicherheit** u.a. bei Windrädern, Stromleitungen, Straßenspiegeln, Flugzeugen
- **Vermeidung von Standzeiten** bei Windrädern, Flugzeugen, Wärmetauschern...
- **Minimierung des Energieeinsatzes** durch Reduktion nötiger Enteisungen
- **platzsparendere Konstruktionen und Verbesserung der Funktionalität** durch geringere Abstände der Wärmetauscherplatten oder Rohre, Absicherung der Funktionalität von Stromleitungen
- **Verringerung der Umweltbelastungen** durch Einsparen von Chemikalien zur Enteisung von Flugzeugen oder Fahrzeugen
- **Kosteneinsparung** in allen genannten Bereichen durch Material- und Energieersparnis

## Konzept

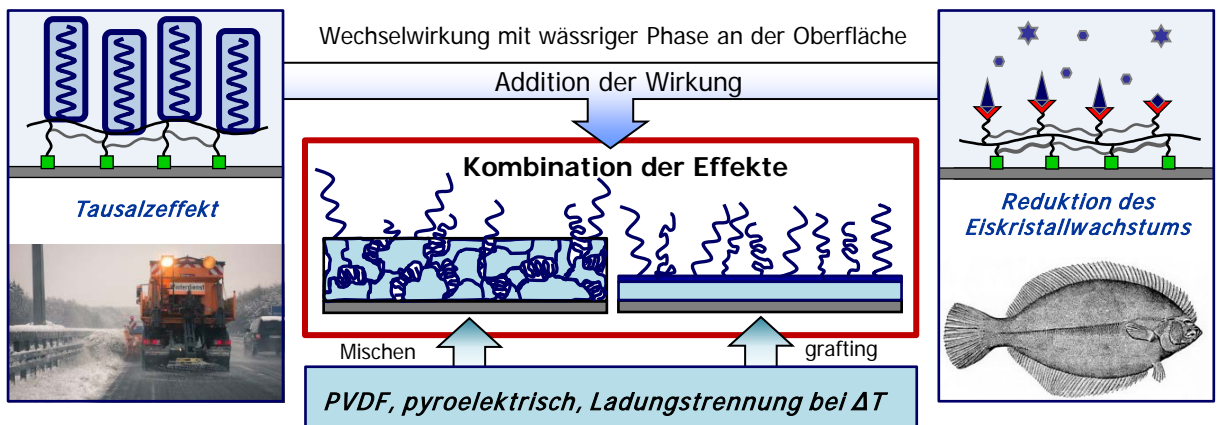


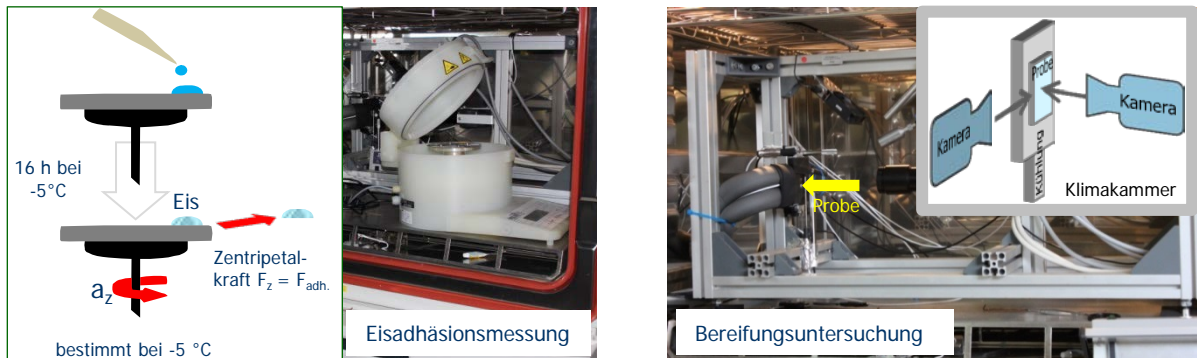
Bild: Winterdienst von Dirk veröffentlicht auf flickr (<https://www.flickr.com/photos/gepixelt/albums/72157625803147990>) unter CC-BY-ND

Das angewandte Konzept basiert auf dünnen Polymerschichten, deren Funktion sich auf bekannte Effekte aus der Natur zurückführen lässt:

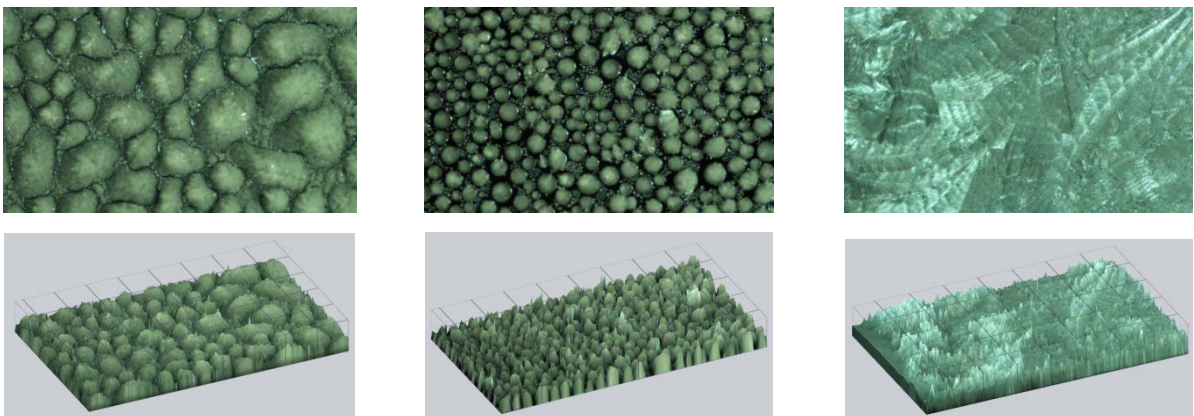
- **gefrierpunktssenkende Wirkung** von hydrophilen Polymeren (**Tausalzeffekt**)
- **kristallisationsreduzierende Wirkung** amphiphiler Polymere in Anlehnung an **Anti-Eis-Proteine** arktischer Insekten und Fische
- Verstärkung der eisabweisenden Wirkung durch **pyroelektrische PVDF-TrFE-Schichten**

## Angewandte Prozesse und Messmethoden

Die Schichten werden durch Oberflächenbeschichtungsmethoden, wie **Tauchen** oder **Aufspritzen**, in Verbindung mit einer **Temperaturbehandlung** aufgebracht.



Die Wirkung der Beschichtungen wird durch **Bestimmung der Eisadhäsion** und **Bereifung** der Oberflächen in einer Klimakammer untersucht.



Charakteristische Eisbildung unterschiedlicher Oberflächen, aufgenommen in 2D und 3D: Referenz (links), hydrophobe Polymerschicht (Mitte), Polyelektrolytschicht (rechts) .