

Hai-Angriff auf Aschepartikel

Werkstoffforscher arbeiten an Materialoberflächen, die wie lebende Haut auf ihre Umgebung reagieren.

Von Frank Essegern
ESSEGERN.FRANK@DD-V.DE

Wie ein Flugzeug gleitet der Hai durchs Wasser, elegant und schnell. Ideal glatt muss seine Haut dafür wohl sein – könnte man annehmen. Doch das Gegenteil ist der Fall: „Wenn man sich die Haifischhaut genauer ansieht, stellt man fest, dass sie eine genau definierte Rauigkeit besitzt“, sagt Christoph Leyens von der Technischen Universität Dresden. „Dadurch können die Haie mit sehr wenig Energieaufwand schwimmen“, erklärt der Wissenschaftler, der vor wenigen Monaten aus Cottbus nach Dresden gekommen ist und hier die Professur Werkstofftechnik übernommen hat.

Dieses Prinzip der Natur haben Forscher in den vergangenen Jahren schon für eine Reihe von technologischen Neuerungen genutzt: Schwimmanzüge etwa, die Rekorde purzeln ließen. Boots- und Flugzeugbeschichtungen, die Treibstoff sparen helfen.

Auch Christoph Leyens hat sich den Hai für seine Forschung zum Vorbild genommen. Doch die Objekte, denen er eine neue Haut verpassen möchte, scheinen dafür alles andere als geeignet: Turbinenschaufeln – die natürlich nicht bei Raumtemperatur, sondern bei ungefähr 1100 Grad Celsius funktionieren müssen.

Erinnerung an die Struktur

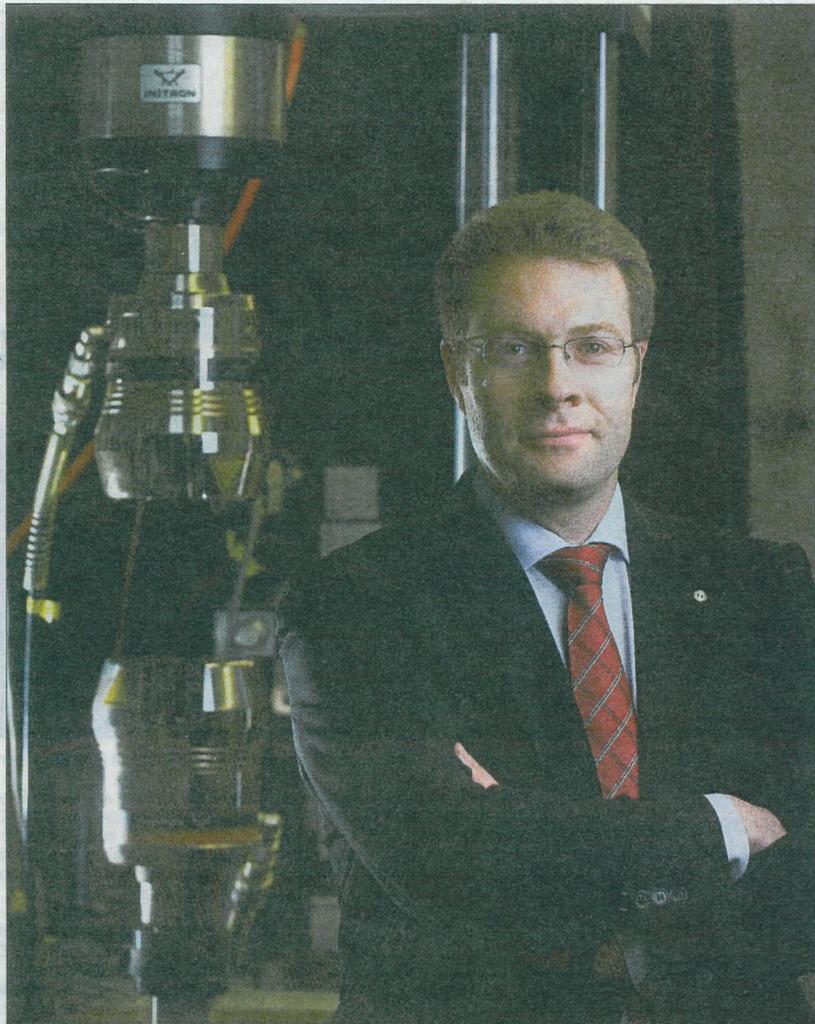
Leyens' Ziel ist es, die Schaufeloberflächen so zu gestalten, dass sie wie die Haifischhaut der Strömung in Triebwerken weniger Widerstand entgegensetzen. So würden die Triebwerke, etwa von Flugzeugen, weniger Treibstoff verbrauchen.

Im Gegensatz zu einer sehr glatten Oberfläche verhindert die Haifischhaut, dass im Randbereich der Strömung starke Verwirbelungen entstehen. „Es bildet sich ein mehr oder weniger geschlossener Strömungsfilm an der Oberfläche“, erläutert der Professor. „Dieser Film hat – etwa im Wasser oder in der Luft – eine deutlich niedrigere Reibung als selbst eine glatte metallische Oberfläche.“

Bewirkt wird das durch wellenförmige Strukturen mit definierten Abständen, die eine ganz bestimmte Ausrichtung haben. Mit dem bloßen Auge sind diese gar nicht zu erkennen, die Abstände liegen im Bereich von Hundertstelmillimetern.

Das Problem: Hohe Temperaturen und Beschädigungen können die feinen Strukturen über die Zeit verändern. Und die sind dann eigentlich nicht in der Lage, sich zu erneuern. „Unser Ansatz ist es nun, durch geschickte Werkstoffmanipulation eine Oberfläche zu schaffen, die genau das kann: nämlich bei Beschädigung die für die Strömung ideale Struktur aus dem Werkstoff heraus wieder zu regenerieren“, sagt Christoph Leyens.

Das klingt nach Zauberei, ist es aber nicht. „Wir verwenden zum Beispiel Technologien wie Druckverfahren und Fotolithografie, die der Oberfläche eine Grundstruktur



Christoph Leyens ist von Cottbus nach Dresden gekommen, um hier an Werkstoffoberflächen zu forschen, die wie lebende Hautsysteme reagieren – auch bei extremen Temperaturen.

Foto: Robert Michael

geben. Wird dann eine spezielle Beschichtung aufgebracht und einer Hochtemperaturaktivierung ausgesetzt – wie etwa beim Betrieb der Turbine –, entstehen darüber von selbst diese geordneten Strukturen“, sagt der Professor. „Das liegt daran, dass die auf der Oberfläche einmal vorgegebene Struktur sich quasi in den Werkstoff einbrennt.“

Was so einfach klingt, ist allerdings sehr viel komplizierter und hat unter anderem mit solch speziellen Vorgängen wie Diffusion und Phasenbildung zu tun.

Der Werkstoffoberfläche gewissermaßen ein Erinnerungsvermögen zu verleihen, stellt die Forscher auch materialtechnisch vor Heraus-

forderungen: „Wir arbeiten mit sogenannten Nickel-Superlegierungen. Die heißen tatsächlich so, weil sie einfach super sind“, sagt Leyens. „Nickel-Superlegierungen gehören zu den wenigen metallischen Werkstoffen, die bis sehr nahe an ihren Schmelzpunkt noch mechanisch belastet werden können.“ Selbst bei Erwärmung auf 85 bis 90 Prozent des Schmelzpunktes hält die Legierung noch hohen Beanspruchungen stand. Mit einem Schmelzpunkt von ungefähr 1300 Grad Celsius liegt sie also genau im Bereich der maximalen Einsatztemperatur der Turbine.

Das eigentlich Spannende ist den Worten des Professors zufolge aber, dass noch ein weiterer Effekt auftritt. „Wir haben festgestellt, dass solche strukturierten Oberflächen auf Turbinenschaufeln auch Selbstreinigungskräfte entwickeln können.“

Das sei insbesondere interessant im Zusammenhang mit der aktuellen Diskussion um die Vulkanasche. Aschepartikel, die im Flugzeugtriebwerk aufgeschmolzen werden, schlagen sich als glasartiger Film auf den Turbinen-

schaufeln nieder und setzen so Kühlluftbohrungen zu Folge: Das Triebwerk überhitzt und schaltet sich ab. „Wenn es uns jetzt gelingt, die Oberfläche so zu gestalten, dass dort die schmelzflüssigen Glaspartikel abperlen, dann lässt sich die Verschmutzung der Turbinenschaufeln deutlich reduzieren.“

Das „Haut-Konzept“

Bis zum tatsächlichen Einsatz im Flugzeugtriebwerk dürften allerdings noch zehn, fünfzehn Jahre vergehen, meint Leyens. Sein Team erforscht erst einmal Grundlagen in mehreren Projekten, die in ein von ihm koordiniertes Schwerpunktprogramm, das „Haut-Konzept“, einfließen. Dafür gab es jetzt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft den Bescheid für weitere drei Jahre Förderung. „Die Haut ist ja gewissermaßen ein multifunktionales Organ. Durch sie kann man fühlen, sie kann Schweiß durchlassen, sie schützt das darunterliegende Gewebe, und sie passt sich ihrer Umgebung an“, sagt der Professor. „Wir wollen nun auch Werkstoffe dazu bringen, dass sie sich Umgebungsbedingungen anpassen können.“

www.spp-haut.de

Vorbild Haifischhaut: Ihre Struktur verringert den Strömungswiderstand. Foto: Archiv

