

## Feature über die Spitzencluster-Projekte OPTISTRUCT und Ti-Bond

# Die Zukunft des Fliegens formen

**In zwei Spitzencluster-Projekten von Hamburg Aviation untersucht die Firma FormTech, wie Titan-Bauteile ressourcenschonender hergestellt werden können. Durch die Methoden Hot Forming und Diffusion Bonding können 80 Prozent des teuren Werkstoffs eingespart werden. Das Diffusionsschweißen verschafft zudem bei der Herstellung der Vorderkanten von Triebwerksschaufeln einen zusätzlichen Vorteil: Durch eine Extra-Schicht eines noch härteren Werkstoffs kann die Gesamtfunktionalität verbessert werden.**

Während in der Werkstatt zwei Männer in Schutzanzügen aus dem 900 Grad heißen Ofen Titan-Bauteile für die Ariane-Rakete herausholen, rauchen bei den Projektingenieuren in den Büros nebenan die Köpfe. Denn es gilt neue Umformtechniken zu entwickeln und sich somit einen Wettbewerbsvorteil zu sichern. Dank der zwei neuen Spitzencluster-Projekte, die aufgrund ihres Innovationspotentials von der Bundesregierung gefördert werden, hat die Firma FormTech in Weyhe bei Bremen möglicherweise die Nase vorn.

FormTech ist spezialisiert auf das Umformen von Aluminium-, Stahl- und Titanbauteilen. Das Augenmerk der GmbH, die über den Luftfahrtzulieferer-Verband Hanse-Aerospace Mitglied bei Hamburg Aviation ist, liegt vor allem auf Titan. „Das Material der Zukunft“, sagt Geschäftsführer Werner Beck (57). Da die Lieferzeiten sehr lang sind, hat FormTech einen ausreichenden Vorrat angelegt. Manchmal müsse man bis zu 18 Monaten auf den wertvollen Werkstoff warten. Denn es gebe nur eine Hand voll zugelassener Titan-Lieferanten für Luftfahrtanwendungen auf der Welt.

Die Vorteile des Leichtmetalls: Titan ist genauso fest wie Stahl aber nur halb so schwer. Es ist zwar doppelt so schwer wie Aluminium, hat aber eine doppelt so hohe Festigkeit. Zudem hält es extremen Temperaturschwankungen stand, und es korrodiert nicht. Also ideal für die Luft- und Raumfahrt und den Triebwerksbau. Je leichter die Bauteile sind, desto ökonomischer und damit auch ökologischer ist das Fliegen, denn dadurch wird Kerosin eingespart. Zwei wichtige Aspekte der prämierten Spitzenclusterstrategie des Hamburger Luftfahrtclusters.

Neue Verkehrsflugzeuge wie der Airbus A350 oder die Boeing 787 bestehen zu über 50 Prozent aus den leichten Kohlefaserverbundwerkstoffen (CFK) und bis zu 20 Prozent aus Titan. Der Titan-Anteil habe sich in diesen Flugzeugen fast verdreifacht, so Beck. CFK und Titan, das sind zwei Werkstoffe, die sich gut verstehen. Denn im Vergleich zu CFK und Aluminium gibt es im Verbund CFK und Titan keinerlei Korrosionsprobleme.

Die optimale Verbindungstechnik zwischen CFK und Titan ist ein wichtiger Aspekt des ersten Spitzencluster-Projektes OPTISTRUCT. Hier arbeitet FormTech eng mit dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) zusammen. Das Zentrum für Material- und Küstenforschung erforscht, wie die so genannte Hybrid-Joint-Zone (Verbindungszone zwischen CFK und Titan) neu gestaltet und somit die Lastübertragung und Lebensdauer verbessert werden kann. Zum Beispiel durch eine optimierte Gestaltung der Fügeelemente und den zusätzlichen Einsatz geeigneter Klebverfahren.



FormTech hingegen untersucht, wie Titan-Bauteile werkstoff- und kostensparend hergestellt werden können. Titan ist teuer. Derzeit kostet ein Kilogramm Blechwerkstoff je nach Dicke zwischen 60 bis 120 Euro. Umso ressourcenschonender sollte man mit dem Rohstoff umgehen. Beim herkömmlichen Herstellungsverfahren, nämlich dem Zerspanen aus einem Block, fällt allerdings bis zu 90 Prozent Abfall an. Schrott, der nur zu einem Bruchteil weiterverkauft werden kann, vorausgesetzt die Späne sind absolut artenrein sortiert.

Hot Forming und Diffusion Bonding lautet FormTechs Rezept. „Beim Warm-Umformen wird ein Bauteil, zum Beispiel für eine Türumgebung, nicht mehr aus dem Vollen gefräst“, erklärt Werner Beck und zeichnet zur Veranschaulichung einen Klotz und ein U-förmiges Bauteil aufs Papier. „Wir formen hier bei uns das gleiche Bauteil aus einem Blech. Es wird heiß gemacht und in eine Form gelegt. Dadurch sind signifikante Kosteneinsparungen möglich.“ FormTech ist mit der Herstellung dieses Bauteils durch Warm-Umformen eine Fertigungsinnovation gelungen, die enorme Potentiale zur Produktion von Strukturbauteilen im Flugzeug bietet. FormTechs komplexe Umformverfahren haben sich neben der Luftfahrt sogar schon im All bewährt. Zum Beispiel die extrem dünnwandigen SCA-Tanks für die Ariane-Rakete (SCA=Systeme contrôle d’attitude= Attitude control system). Dafür werden Titanbleche in der Heißpresse auf 900 Grad erhitzt und bei geringem Gasdruck millimetergenau in Form gebracht. Das Verfahren nennt sich SPF-Verfahren (Super Plastic Forming).

Diffusion Bonding ist eine Alternative zum herkömmlichen Schweißen. Auf Deutsch heißt es Diffusionsschweißen. Diese Übersetzung sei aber eigentlich falsch, meint Werner Beck, da man bei der Methode gar nicht schweißt, sondern die Bauteile mit Druck, Temperatur und Zeit im festen Zustand verbindet. Beim herkömmlichen Schweißen wird der Werkstoff in der Schweißnaht flüssig. „Schweißen schwächt das Material. Denn beim Abkühlen entsteht aus der schmelzflüssigen Phase ein Werkstoffgefüge, das nicht ganz so belastbar ist wie das Grundwerkstoffgefüge. Beim Diffusion Bonding umgehen wir die schmelzflüssige Phase. Die Verbindungszone ist ebenso fest wie der Grundwerkstoff.“

Durch das Diffusion Bonding hat sich FormTech eine ganz neue Sphäre eröffnet. Und zwar die Entwicklung der Vorderkanten zukünftiger Triebwerksschaufeln aus dem leichten CFK. „Partikel in der Luft wie etwa Wüstenstaub führen auf Dauer zu einem Materialabtrag an den Schaufelvorderkanten, den so genannten Leading Edges. Die Kanten werden immer runder und stumpfer, der aerodynamische Wirkungsgrad schlechter. Eine Vorderkante aus Metall vermindert den Abrasionsverschleiß erheblich“, erklärt Stefan Schöps. Der 29-Jährige Produktionstechniker wurde direkt nach dem Spitzencluster-Gewinn im September 2008 eingestellt und fühlt sich bei FormTech pudelwohl. „Mit acht Mitarbeitern ist der Betrieb zwar klein, aber die Entwicklungspalette riesengroß. Zudem bin ich hier ganz nah an der Technik.“ Schöps kümmert sich bei FormTech vornehmlich um die Spitzencluster-Projekte OPTISTRUCT und Ti-Bond. Letzteres wurde im zweiten Call eingereicht und ist eine Weiterentwicklung des ersten Projekts.

Triebwerksschaufelvorderkanten aus Titan sind generell keine gänzlich neue Entwicklung. FormTech will hier mit dem Diffusionsschweißverfahren und der materialschonenden Bauweise punkten. „Zum einen können wir dank unserer Forschung im Projekt OPTISTRUCT die Verbindungstechnik verbessern und die Vorderkante ressourcenschonend herstellen. Zum anderen können wir in unserem weiterführenden Projekt Ti-Bond die Abrasionsbeständigkeit der Vorderkante noch verbessern“, erklärt Werner Beck.

Der Geschäftsführer greift zu den Prototypen und zeigt wie es geht. „Auch hier fräsen wir nicht aus einem Block, sondern stellen mit einfachen Schneidverfahren zwei Einzelteile her. Damit sparen wir über 80 Prozent Werkstoff ein. Die Vorderkante wird aus den Einzelteilen mittels Diffusion Bonding zusammengesetzt.“ Beck zufolge besteht die Vorderkante aus Titan



TiAl6V4. Durch eine eingelagerte Zwischenschicht aus einem noch härteren Werkstoff könnte die Gesamtfunktionalität aber noch einmal verbessert werden. Das gilt es nun zu untersuchen.

„Bislang ist aus den Spitzenclusterprojekten mehr herausgekommen, als ich mir erträumt habe“, berichtet Beck. „Wir können hier dank der Förderung nicht nur Grundlagenentwicklung betreiben und belastbare Prüfwerte schaffen. Wir haben auch hervorragende Kontakte knüpfen können. Allein schon die Zusammenarbeit mit Rolls-Royce ist hervorragend.“ Neben dem Triebwerkhersteller Rolls Royce sind der Flugzeugbauer Airbus, das Composite Technology Center Stade (CTC) und der weltgrößte Hersteller für hydraulische Heißpressen Schuler im Beirat. „Wenn wir mit den rund 90 Zentimeter langen Serienvorderkanten in Fertigung gehen“, so Beck, „benötigen wir eine größere Heißpresse.“ Als Partner ist neben dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht der Zerspanungsbetrieb Hein&Oetting mit im Boot. Im Ti-Bond Projekt konnte das auf das Diffusionsschweißen von Stahlbauteilen spezialisierte Unternehmen KE-Technologie als Partner gewonnen werden. Auch hier ist Rolls Royce im Beirat vertreten und an der Optimierung der Leading-Edge interessiert.

Werner Beck, der 20 Jahre lang bei Airbus als Maschinenbauingenieur in der Werkstoff- und Verfahrensentwicklung tätig war, hat FormTech 1999 gegründet. Die Luftfahrt macht heute ein Drittel seines Geschäftes aus, ein weiteres wichtiges Standbein ist die Medizintechnik. Noch in diesem Jahr muss er seinen Betrieb erweitern. In dem 140 Quadratmeter großen Entwicklungsbereich wird es langsam eng.

Der Spitzencluster-Gewinn habe FormTech noch einmal kräftig Rückenwind gegeben, die Mitgliedschaft bei Hanse-Aerospace hätte sich mehr als ausgezahlt. Doch von dem Gewinn und speziell von den hochwertigen Applikationen in der Luft- und Raumfahrt profitiere nicht nur FormTech, sondern die gesamte Region Norddeutschland und wenn man so will auch Europa, meint der Geschäftsführer. Ein Paradebeispiel für die Hightech-Strategie des Bundes, die zum Ziel hat Stärken zu stärken. Die Vorderkanten der Triebwerksschaufeln tragen im Englischen übrigens den denselben Namen wie Spitzencluster: Leading Edge!

September 2012

### **ber die Spitzenclusterstrategie von Hamburg Aviation:**

Hamburg Aviation ist ein partnerschaftliches Netzwerk aus Luftfahrtunternehmen, Vereinen, Hochschulen und Behörden. Mit mehr als 40.000 Beschäftigten gehört es zu den weltweit führenden Standorten der zivilen Luftfahrtindustrie. Neben den drei Ankerunternehmen Airbus, Lufthansa Technik und Flughafen Hamburg tragen 300 Zulieferer sowie verschiedene technologisch-wissenschaftliche Institutionen zum Know-how bei.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat das Luftfahrtcluster im Jahr 2008 als Spitzencluster ausgezeichnet. Mit der Innovationsstrategie „Neues Fliegen“ soll die Luftfahrt zukünftig noch ökonomischer, ökologischer, komfortabler, zuverlässiger und flexibler werden. Dazu investiert Hamburg Aviation 80 Millionen Euro in Forschungsprojekte und baut dadurch seine vier Produktwelten weiter aus. Diese sind: Flugzeuge und Flugzeugsysteme, Kabinen und Kabinensysteme, Aviation Services und Lufttransportsysteme. Die Projekte werden von der Bundesregierung zu 50 Prozent gefördert.



## Bilder von FormTech

© FormTech



Prototyp einer Triebwerksschaufel-Vorderkante



Vorher: Halbzeug-Einzelbleche für die Triebwerksschaufel-Vorderkante



Nach dem Diffusion Bonding: Links ein diffusionsgeschweißtes Halbzeug und rechts eine daraus zu fertigende Triebwerksschaufel-Vorderkante



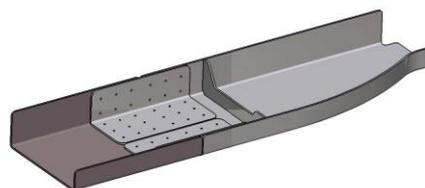
Bild links: Titan-Bauteile werden aus der 900 Grad warmen Heißpresse bei FormTech geholt



Bauteil Optistruct



Werner Beck  
(Geschäftsführer von  
FormTech)



CAD-Ansicht eines Bauteils aus  
CFK und Titan