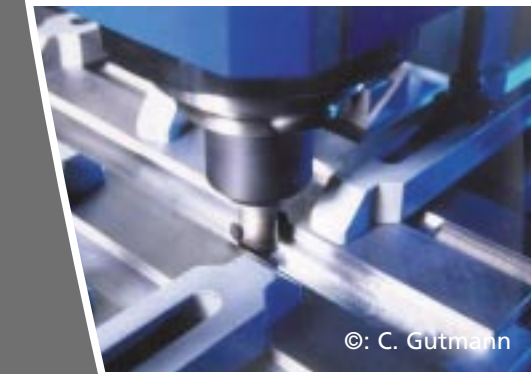
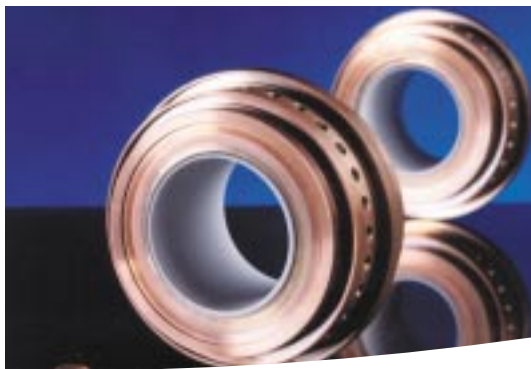
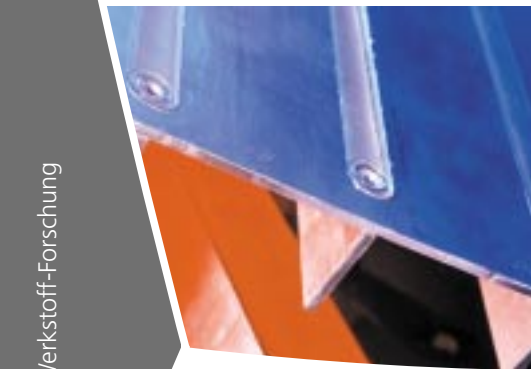
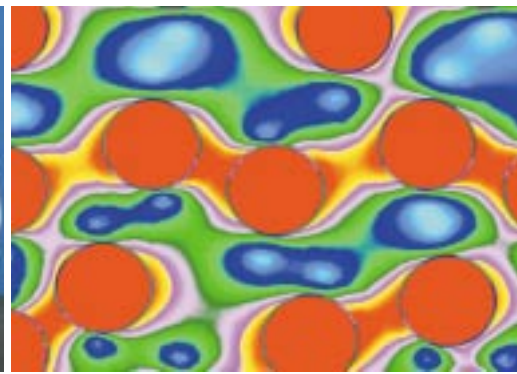
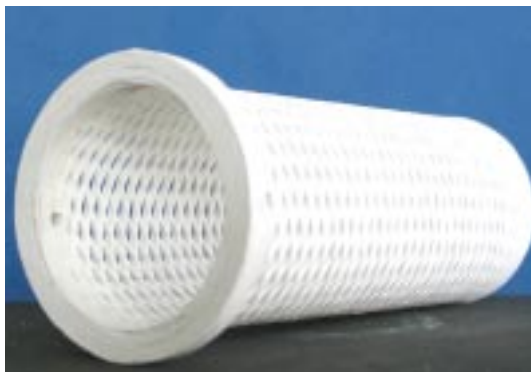


©: C. Gutmann



©: C. Gutmann



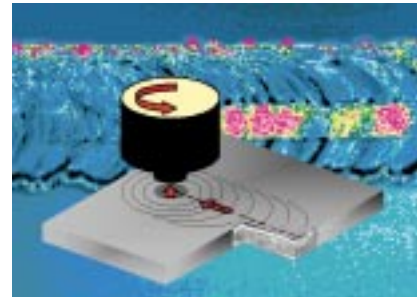
©: Von Ardenne Anlagentechnik

Werkstofftechnik – Wegbereiter für komplexe Bauteil- anwendungen



Technische Systeme haben heute ein so hohes Maß an Komplexität erreicht, dass Verbesserungen nur durch multidisziplinäre Systemansätze verwirklicht werden können. Den Werkstoffen kommt hierbei eine zentrale Rolle zu, da ihre Verfügbarkeit häufig erst die Realisierung eines Gesamtsystems ermöglicht. Die Erforschung und Entwicklung von neuen Werkstoffen allein reichen hierbei nicht mehr aus. So entscheiden gleichermaßen Herstellbarkeit, Verfügbarkeit und nicht zuletzt die Kosten über die Marktfähigkeit und damit auch die technische Verwendbarkeit eines Werkstoffs.

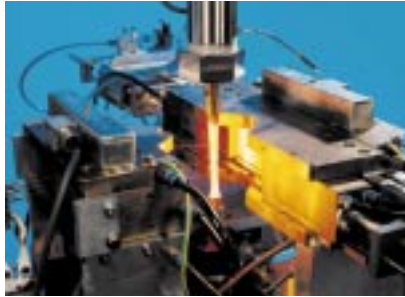
Interdisziplinäre Teams entwickeln im Institut für Werkstoff-Forschung daher nicht nur neue Hochleistungswerkstoffe, sondern erarbeiten gleichzeitig auch Technologien zu deren Herstellung und Integration in Bauteile. Dies geschieht gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern aus Industrie, Universitäten und Forschungseinrichtungen. Der Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Instituts liegt bei Anwendungen für die Luftfahrt mit Transfer in Raumfahrt, Energietechnik und Verkehr.



Zerstörungsfreie Prüfung einer Schweißnaht mit Ultraschall.

Das Reibrührschweißen ist ein einfaches, sauberes und kostengünstiges Fügeverfahren für metallische Werkstoffe. Da auch die allgemein als „schwer oder bedingt schmelz-schweißbar“ klassifizierten höherfesten Aluminiumlegierungen der Luft- und Raumfahrt ohne Zusatzwerkstoff und ohne große Festigkeitsverluste verschweißt werden können, sind in metallischen Flugzeugstrukturen sowohl Kosten- als auch Gewichtseinsparungen möglich. Neben der technologischen Weiterentwicklung steht die Charakterisierung der Reibrührschweißverbindungen hinsichtlich der mechanischen und Korrosionseigenschaften sowie die zerstörungsfreie Prüfung im Vordergrund. Ziel ist es, die Möglichkeiten des Reibrührschweißens optimal auszunutzen, um leichte, kostengünstige und sichere integrale metallische Flugzeugstrukturen herzustellen. Daher ist auch der experimentelle und rechnerische Nachweis der Schadenstoleranz integraler Strukturen ein wichtiger Bestandteil der Untersuchungen.

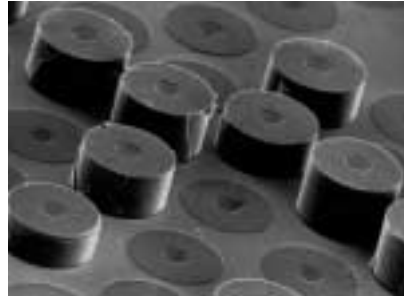
Werkstoffmechanik



Anwendungsnaher Prüfung von Wärmeschichten.

Die werkstoffmechanischen Untersuchungen dienen der Erhöhung der strukturellen Sicherheit von Luft- und Raumfahrzeugen sowie zur Qualifizierung neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren. Hierbei spielt das Rissausbreitungs- und Bruchverhalten von metallischen Leichtbaustrukturen und Hochtemperaturwerkstoffen bei einaxialer und biaxialer Belastung eine besondere Rolle. Unter anderem wird der Einfluss von Temperatur und Umgebungsmedium auf die Rissausbreitung untersucht und modelliert.

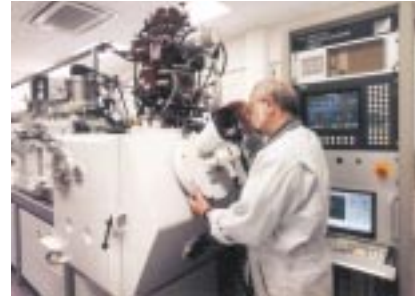
Leichtmetall- Verbundwerkstoffe



Push-out-Test am Titan-Faserverbundwerkstoff.

Durch die Verstärkung von Titanlegierungen mit Keramikfasern entstehen Leichtbauwerkstoffe mit herausragenden mechanischen Eigenschaften wie hohe Festigkeit und Steifigkeit, die das Potential besitzen, den Wirkungsgrad in Triebwerksverdichtern drastisch zu erhöhen. Ein DLR-eigenes Verfahren erlaubt die Herstellung sowohl einfacher Proben für Grundlagenuntersuchungen als auch prototypischer Bauteile aus Titanmatrix-Verbundwerkstoffen. Die Arbeiten werden in enger Kooperation mit nationalen und internationalen Kunden und Partnern durchgeführt. Numerische Methoden unterstützen die experimentellen Arbeiten. Werkstoffmodellierung und Bauteilsimulation beschleunigen die Überführung der neuen Leichtbauverbundwerkstoffe in die Anwendung.

Hochtemperatur- Schutzschichten

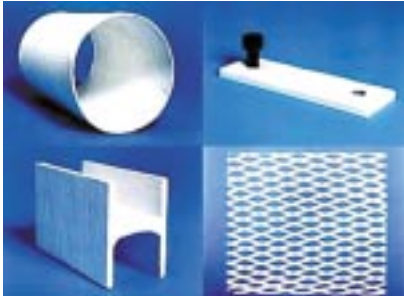


Die 150 kW EB-PVD-Anlage erlaubt die Herstellung von Wärmeschichten im Pilotmaßstab.

Hochtemperaturbeständige metallische und keramische Beschichtungen mindern den Einfluss schädigender Umgebungsbedingungen auf Werkstoffe und Bauteile. So lassen sich durch wärmedämmende Beschichtungen auf Turbinenschaufeln die Betriebstemperaturen deutlich erhöhen. Dadurch wird in Flugtriebwerken der Treibstoffverbrauch und so auch der Schadstoffausstoß gemindert. Durch Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) lassen sich äußerst glatte und schadenstolerante Wärmeschichten erzeugen. Gemeinsam mit Anwendern und Forschungspartnern werden neuartige komplexe Schichtsysteme entwickelt. Zur Beurteilung der Schichten stehen neben analytischen und mikrostrukturellen Charakterisierungsmethoden auch anwendungsnaher Schichtenprüfverfahren zur Verfügung, die von standardisierten Temperaturwechselfersuchen bis hin zu komplexen thermomechanischen Prüfungen mit Temperaturgradienten reichen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse zum Versagensverhalten dienen der weiteren Verbesserung der Schichtsysteme sowie der Entwicklung von Lebensdauer- und Vorhersagemodellen.

Oxidationsschutzschichten werden sowohl für Nickellegierungen als auch für Titanwerkstoffe entwickelt. Speziell für Titanlegierungen und Titanaluminide ist ein wirkungsvoller Schutz vor Oxidations- und Korrosionsvorgängen notwendig, um den sicheren Betrieb der Bauteile zu gewährleisten. Spezielle Magnetron-Sputterschichten könnten die Einsatztemperaturen von Titanaluminiden bis auf 900 °C anheben.

Keramische Hochtemperatur-Verbundwerkstoffe

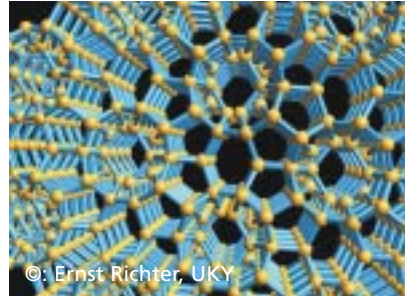


WHIPOX® Bauteile mit oxidischen Fasern in oxidischer Matrix.

Durch die Auskleidung von Brennkammern mit hochtemperaturbeständigen Schindeln aus oxidkeramischen Faser-verbundwerkstoffen lässt sich in Gasturbinen der Schadstoffausstoß bei verbessertem thermischem Wirkungsgrad deutlich reduzieren.

Bei der Weiterentwicklung der Hochtemperaturwerkstoffe spielt der im DLR entwickelte hochporöse keramische Faserverbundwerkstoff WHIPOX (**w**ound **h**ighly **p**orous **o**xide composite) eine besondere Rolle. Bauteile aus WHIPOX sind preisgünstig herzustellen und zeichnen sich durch herausragende Hochtemperaturbeständigkeit in oxidierender Atmosphäre sowie hohe Bruchzähigkeit und Thermoschockbeständigkeit aus. Der Entwicklungsstand der oxidkeramischen Verbundwerkstoffe hat Bauteilreife erlangt. Neben der Weiterentwicklung des Verbundwerkstoffs selbst liegt ein wesentlicher Schwerpunkt der Arbeiten auf der Fertigung von Komponenten für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt.

Funktionsmaterialien



Clathrate – neuartige nanostrukturierte thermoelektrische Materialien.

Für Anwendungen in der Luftfahrt, Verkehrstechnik und Labormesstechnik werden Materialien, Kontaktierungstechniken und Systementwürfe für thermoelektrische Sensoren und Energiewandler für den Hochtemperatureinsatz (300-1000 °C) entwickelt. Die Arbeiten reichen von der Grundlagenforschung bis hin zur Prototypenfertigung für industrielle Auftraggeber. In internationaler Kooperation werden nanostrukturierte thermoelektrische Hochtemperaturmaterialien neuartiger Substanzklassen mit verbesserten Einseigenschaften präpariert und charakterisiert.

Mikroanalytik



Versagen eines Schichtsystems.

Die Charakterisierung von Werkstoffen hinsichtlich des Gefüges, der chemischen Zusammensetzung im Mikrobereich und der Phasenanalyse liefert einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Korrelationen zwischen Materialsynthese und resultierenden Eigenschaften. Hierzu werden neben der Lichtmikroskopie, Raster- und Durchstrahlungselektronenmikroskopie auch röntgenografische sowie thermoanalytische Verfahren eingesetzt.



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Werkstoff-Forschung

Prof. Dr. Heinz Voggenreiter
Institutsleiter
Porz-Wahnheide
Linder Höhe
51147 Köln

Telefon: 02203 601-3570
Telefax: 02203 68936
E-Mail: heinz.voggenreiter@dlr.de
Internet: <http://www.dlr.de/wf>