

3.04

Herausgeber:

TU Dresden  
Forschungsförderung/Transfer

TechnologieZentrumDresden

BTI Technologieagentur Dresden  
GmbH

GWT Gesellschaft für Wissens-  
und Technologietransfer der  
TU Dresden mbH

## Thema dieser Ausgabe: Werkstoffe und Werkstofftechnik

Keramik –  
von Nano bis Supra

> 5 | 7

Pulvermetallurgie  
Verbundwerkstoffe

> 6 | 10 | 11 |  
16 | 18

Fügen, Walzen  
Beschichten

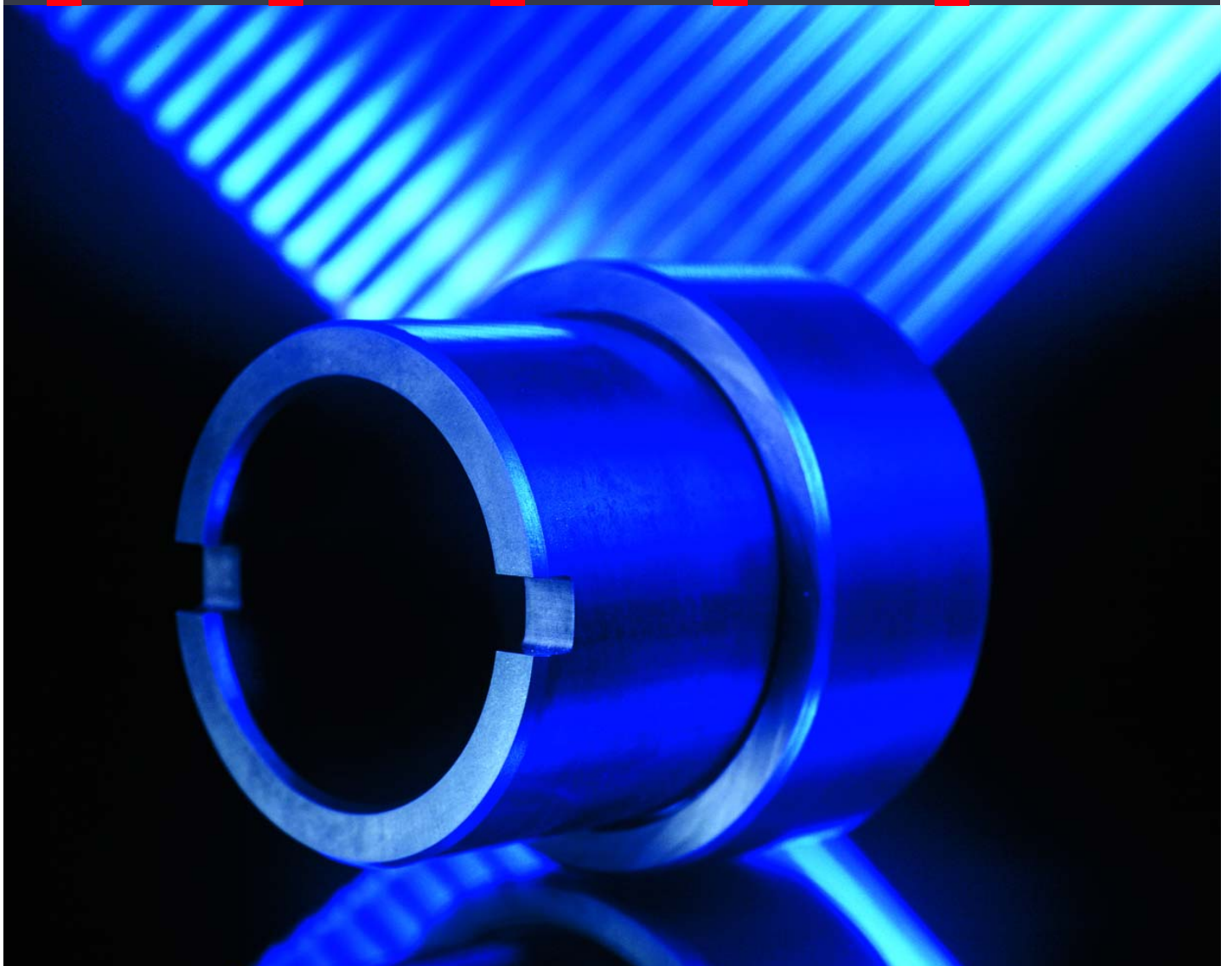
> 4 | 12 | 15

Kein Widerspruch:  
Holz und Innovation

> 14 | 17 | 20

Prozesse –  
überwachen und managen

> 8 | 9 | 13 |  
19 | 21 | 22





PKW-Antriebswellen, rissfrei mit CO<sub>2</sub>-Laser verschweißt (Foto: Institut für Werkstoff- und Strahltechnik)



Material-Forschungsverbund Dresden e.V.

**Kontakt:**  
 Materialforschungsverbund Dresden  
 c/o IFW,  
 Postfach 27 01 16,  
 01062 Dresden  
 Dr. Kerstin Dittes  
 Tel.: +49-351 4659 283  
 Fax: +49-351 4659 500  
 E-Mail: [info@mfd-dresden.de](mailto:info@mfd-dresden.de)  
[www.mfd-dresden.de/](http://www.mfd-dresden.de/)

## Editorial: Im Anfang war der Stoff – Materialforschung ist eine Schlüsselwissenschaft

Vom Faustkeil zum Roboter, vom Feuer zum Laserstrahl – die Meilensteine in der Technikgeschichte haben immer mit neuen Erkenntnissen über Materialien und ihren Eigenschaften zu tun. Das wird auch in Zukunft so bleiben. Dabei sind es häufig ganz konträre Charakteristika, die für die Anwendung vereint werden sollen: Leichter und härter, kleiner aber leistungsfähiger, beständiger und durchsichtiger und natürlich möglichst billig! Schon dieses Beispiel zeigt, vor welchen hohen Anforderungen die moderne Werkstoffwissenschaft steht.

Um solchen Ansprüchen zu genügen, benötigt sie neben der praktischen Orientierung auch einen guten Vorsprung in der Grundlagenforschung. Nur so können Lösungen gefunden werden, die wirklich innovativ sind. Diese Innovationen wiederum wirken sich häufig auf ganz unterschiedliche Technologiefelder aus, weil z. B. ein neuer Werkstoff in einer Vielzahl unterschiedlichster Komponenten verarbeitet werden kann. Ein solches Potenzial lässt sich allerdings am besten nutzen, wo es eine enge Verflechtung von Forschung und Industrie gibt. Dann entwickeln sich marktfähige Produkte und Verfahren, die essentiell für die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft, für Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit sind.

Nicht zuletzt deshalb ist das Wort 'Cluster' heute in aller Munde. Aus dem Englischen kommend heißt es soviel wie Haufen oder Menge. Aber hier bedeutet es mehr. Nicht die einfache Ansammlung von 'Einheiten' ähnlicher Interessen oder Strukturen, sondern die aktiven Wechselwirkungen untereinander, die konzertierte Gestaltung der Außenbeziehungen sowie die Nutzung gemeinsamer Ressourcen und Ideen machen den Cluster aus, der zur Intensivierung von Forschung und Entwicklung beitragen soll.

In Dresden wird unter dem Dach der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten der Technischen Universität intensiv Materialforschung betrieben. Weiterhin gibt es in ihrem Umfeld ein Netz von werkstoffwissenschaftlichen Einrichtungen der Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaften sowie der Leibniz-Gemeinschaft. Damit gehört die Stadt zu den bedeutendsten Forschungszentren auf diesem Gebiet – eine Kompetenz, die sich wesentlich im Materialforschungsverbund Dresden (MFD) bündelt. Gegründet 1993, ist er inzwischen ein eingetragener, gemeinnütziger Verein, dem zehn Institute der TU Dresden sowie zehn außeruniversitäre und Industrie-Forschungseinrichtungen angehören. Im vorliegenden Heft stellen u. a. elf Mitgliedsinstitute des MFD Beispiele ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit vor. Schon an diesem kleinen Ausschnitt lässt sich die große Vielfalt der hiesigen Werkstoffkompetenz erahnen – ein Cluster, das keinen Vergleich zu scheuen braucht.



Metallische Faserkomponenten für Wärmetauscher (Foto: Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung)

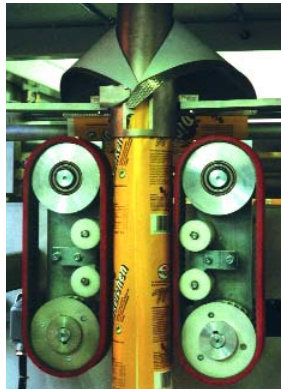
Die MFD-Mitgliedsinstitute





**Fraunhofer** Institut  
Werkstoff- und  
Strahltechnik

**Kontakt:**  
Fraunhofer-Institut für Werkstoff-  
und Strahltechnik IWS  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Prof. Dr. Bernd Schultrich  
Tel.: +49-351-25 83 - 403  
Fax: +49-351-25 83 - 300  
E-Mail: [bernd.schultrich@iws.fraunhofer.de](mailto:bernd.schultrich@iws.fraunhofer.de)  
[www.iws.fraunhofer.de](http://www.iws.fraunhofer.de)



**📷**  
Diamor®-beschichtete  
Bohrer und Fräser zur Hoch-  
geschwindigkeitsbearbeitung  
von Al 6061

**📷**  
Diamor®-beschichtete Formschulter  
aus Edelstahlriffblech



Entwickelt im Fraunhofer IWS Dresden:

## Gleiten ohne Schmierer durch superharte Diamor®-Schichten



**📷**  
Diamor®-beschichtete Führungsrolle  
zur Al-Rohrfertigung

Um beanspruchte Oberflächen vor Verschleiß zu schützen, wären Diamant-Schichten die ideale Lösung, wenn sie hinreichend glatt, mit genügender Rate und vor allem bei nicht zu hohen Temperaturen abgeschieden werden könnten. Tetraedrisch vernetzte amorphe Kohlenstoffschichten (ta-C), die auf Härten zwischen 40 und 75 % der Diamanthärte (= 4000 - 7500 HV) eingestellt werden können, erfüllen diese Bedingungen. Diese extreme Härte ist kombiniert mit den für Kohlenstoffschichten typischen Eigenschaften, einem sehr niedrigen Reibungskoeffizienten (nahe 0,1; trocken, gegen Stahl) und der außerordentlichen chemischen Beständigkeit.

Mit den im Fraunhofer IWS Dresden entwickelten Diamor®-Schichten (= Diamant + amorph) wurden die ta-C-Schichten hinsichtlich ihrer mechanischen Stabilität (Schichthaftung!), der industriegerechten Beschichtungstechnologie und der professionellen Anlagentechnik zur industriellen Reife geführt. Mit den Diamor®-Schichten steht der Industrie damit erstmals eine für beliebige Grundmaterialien geeignete superharte Beschichtung zur Verfügung. Das in industriellen Tests erprobte Anwendungsspektrum reicht von ultradünnen Präzisionsschichten (z.B. für Festplatten) bis hin zu mehreren Mikrometer dicken Schutzschichten (z.B. für Werkzeuge).

Die extrem hohe Härte der Diamor®-Schichten garantiert einen nur von Diamant übertroffenen Widerstand gegen Abrasivverschleiß. Durch entsprechende Schichtmodifikation kann der Gegenkörperverschleiß an die Anforderungen des Tribosystems angepasst werden. Anwendungsfelder sind z.B. die Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe.

Ein weiterer Vorzug der Diamor®-Schichten ist ihre geringe Adhäsionsneigung zu den meisten Werk-

stoffen. Damit kann die Gefahr von Kaltaufschweißungen im tribologischen Kontakt auch bei fehlender Schmierung oder bei Mangelschmierung weitgehend ausgeschlossen werden. Anwendungsfelder sind z.B. die Trockenbearbeitung von Aluminium- oder Titanlegierungen, die Umformtechnik sowie verschiedenste Gleitkomponenten z.B. in der Automobil- und Textilindustrie.

Kohlenstoff ist biokompatibel und physiologisch unbedenklich. Die Diamor®-Schichten können deshalb auch in hygienekritischen Bereichen eingesetzt werden. Anwendungsfelder sind z.B. die Lebensmittel- und Pharmaindustrie sowie die Medizintechnik.

Eine spezielle Technik erlaubt die Abscheidung ultradünner Präzisions-Schutzschichten für Mikrosysteme. Anwendungsfelder sind z.B. Festplattensysteme und andere Nano-/Mikrosysteme mit beweglichen Komponenten.

Die Grenzen der Diamor®-Schichten liegen bei erhöhten Einsatztemperaturen oberhalb von 450 °C im Kontakt mit Eisenmetallen oder oxidierenden Medien. ■




**📷**  
Diamor®-beschichtete Tiefziehbuchsen  
für die Serienfertigung von Videolaufrädern  
(1,2 Mio. Teile / Jahr / Werkzeug)



Komponenten aus Technischer Keramik haben in den vergangenen Jahren meist im Verborgenen zu neuen Innovationen geführt. Durch die extreme Verschleißbeständigkeit und die hervorragenden Hochtemperatureigenschaften wächst die Zahl der Anwendungen in der Energie-, Chemie- oder Automobiltechnik ständig. Eine Voraussetzung hierfür sind fundierte werkstoffkundliche Grundlagen, der Einsatz neuester Fertigungstechnologien und keramikgerechtes Design. Durch eine interdisziplinäre Zusammensetzung der Forschungsgruppen trägt das Fraunhofer IKTS zu dieser Entwicklung wesentlich bei.



 Dampfbügelisen mit Sohle aus Siliciumnitrid



**Fraunhofer** Institut  
Keramische Technologien  
und Sinterwerkstoffe

**Kontakt:**  
Fraunhofer-Institut für Keramische  
Technologien und Sinterwerkstoffe  
IKTS Dresden  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Tel.: +49-351-25-53-7 20  
Fax: +49-351-25-53-6 00  
E-Mail: [info@ikts.fraunhofer.de](mailto:info@ikts.fraunhofer.de)  
[www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de)

## Innovation durch Kooperation Technische Keramik als Schlüsselkomponente für die Industrie

Das Fraunhofer IKTS entwickelt anwendungsorientiert moderne keramische Hochleistungswerkstoffe, industrierelevante pulvertechnologische Herstellungsverfahren, prototypische Bauteile und komplexe Systeme. Im Zentrum stehen Strukturkeramiken, Funktionskeramiken, Cermets und nano- bis makroporöse keramische Strukturen für innovative Lösungen vom Automobilbau bis zur Energietechnik.


In den Bereichen der Herstellung von Nano- und Submikrometer-Werkstoffen arbeitet das IKTS an vorderster wissenschaftlicher Front. Es entstehen beispielsweise reib- und verschleißarme Konstruktionswerkstoffe, miniaturisierte Bauteile mit Nano-Funktionsschichten, Aktor- und Sensorwerkstoffe für die Adaptronik, neue Energiespeicher und Energiewandler.

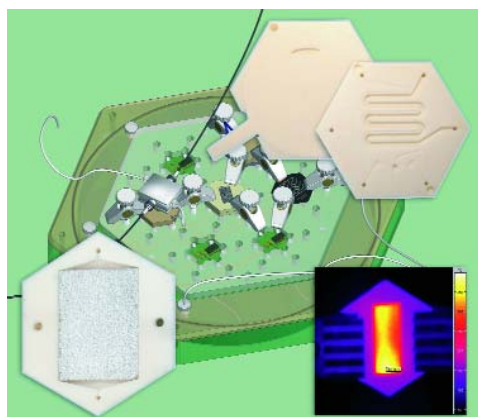
Mit mehr als 150 Mitarbeitern beschäftigt das Institut Experten für alle Aufgaben zwischen Pulveraufbereitung und Prototypenfertigung. Die Infra-


struktur erlaubt sowohl das Handling von einigen Gramm als auch von einigen Tonnen unterschiedlicher Rohstoffe, entsprechend werden Projekte vom Prototyp bis zur Serienfertigung begleitet. Den Auftraggebern bietet das IKTS Zugang zu modernsten Laboratorien, Geräten und Technikausrüstungen in Verbindung mit Schulungsprogrammen und Beteiligungen an nationalen und internationalen Netzwerken.

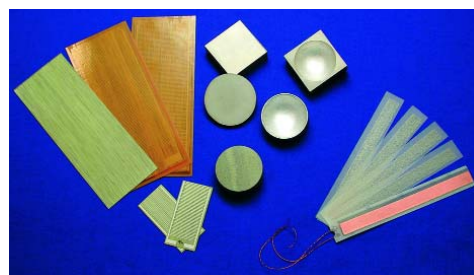
Neueste Präparationsverfahren erlauben Einblicke in die Werkstoffstrukturen von Nanopartikeln oder Verbundwerkstoffen, die bisher unmöglich waren. Häufig sind diese Analysen Grundlage für Technologieverbesserungen oder ganz neue Produkte.




 Integrierte Heizungen in Runddruck




 Mikroreaktionsplattform mit Einzelkomponenten (Keramischer Schaumreaktor, Hebelmischer)



 Piezokomposite verschiedener Kontur, hergestellt aus Faserkomposit Halbzeugen für Anwendungen als Sensoren, Aktoren oder Ultraschallwandler

Für die Vielzahl der potentiellen Anwender, die bisher noch keine Erfahrung mit der Technischen Keramik sammeln konnten, betreibt das IKTS in Kooperation mit dem Fraunhofer Demonstrationszentrum AdvanCer und der Technologie Agentur Struktur Keramik TASK den Treffpunkt Keramik. Durch die Präsentation von hunderten von existierenden Lösungen erhalten potentielle industrielle Anwender einen exklusiven Einblick in die Welt der Keramik. Von der Vollkeramikfeder für Temperaturen über 800 °C bis zum spritzgegossenen keramischen Nitelement und vom Piezoelement bis zu Komponenten für die Hochtemperatur-Brennstoffzelle stehen neueste Innovationen bereit.



 Treffpunkt Keramik Dresden



**Fraunhofer**  
Institut  
Fertigungstechnik  
Materialforschung

**Kontakt:**  
Fraunhofer-Institut  
für Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung - IFAM,  
Institutsteil Pulvermetallurgie  
und Verbundwerkstoffe Dresden  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

**Leitung:**  
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback  
Tel.: +49-351-25 37-300  
Fax: +49-351-25 37-399  
E-Mail: kieback@epw.ifam.fraunhofer.de  
www.epw.ifam.fraunhofer.de

**Abteilung Zellulare metallische Werkstoffe**  
Leiter: Dr.-Ing. Günter Stephani  
Tel.: +49-351-2537-301  
E-Mail: stephani@epw.ifam.fraunhofer.de

**Abteilung Sinter- und Verbundwerkstoffe**  
Leiter: Dr.-Ing. Thomas Weißgärber  
Tel.: +49-351-2537-305  
E-Mail: thweissg@epw.ifam.fraunhofer.de

Das IFAM bietet problemorientierte Werkstoff- und Technologieentwicklung für innovative metallische Sinter- und Verbundwerkstoffe, einschließlich der Fertigung prototypischer Bauteile. Die Entwicklungsschwerpunkte sind u.a. Hochtemperatur- und Funktionswerkstoffe, wie Silizide, Aluminide oder spezielle pulvermetallurgische Werkstoffe und zellulare metallische Werkstoffe (ZMW), wie metallische Faser- und Hohlkugelstrukturen oder metallische Schäume.



Bild 1:  
Metallische Hohlkugel-  
strukturen für die  
Schallabsorption

## Forschung am Fraunhofer-Institut IFAM für die Bedürfnisse der Industrie Werkstoffinnovationen durch Pulvermetallurgie

Auf dem Arbeitsgebiet der **Sinter- und Verbundwerkstoffe** werden sowohl traditionelle als auch neu entwickelte pulvermetallurgische Technologien für die anwendungsangepasste Entwicklung von Werkstoffen und Bauteilen eingesetzt. Schwerpunkt ist die Entwicklung von Werkstoffen auf Basis intermetallischer Phasen ( $\text{MoSi}_2$ ,  $\text{TiAl}$ ,  $\text{NiAl}$ ) für Anwendungen bei hohen Temperaturen (Bild 4), von Leichtmetallen sowie Verbundwerkstoffen mit metallischer und intermetallischer Matrix für Anwendungen in der Verkehrstechnik, Elektronik, Energietechnik und im Maschinenbau. Mit pulvermetallurgischen Verfahren werden Sputter-Targets für PVD-, Laser- oder Ionenstrahltechniken aus schmelztechnisch nicht herstellbaren Legierungszusammensetzungen in hoher Qualität bezüglich Gefüge, Homogenität und Reinheit hergestellt. Ebenso bieten PM-Technologien durch die Wahl der Legierungen als Matrixwerkstoff, aber auch durch die Möglichkeit des Einbaus von Hart- und/oder Schmierstoffen ein hervorragendes Potenzial zur Herstellung von maßgeschneiderten Werkstoffen für tribologische Anwendungen (Bild 2).

Mit diesem Fokus der Reduzierung des Materialeinsatzes in Fahrzeugen, Maschinen und Geräten sind in den letzten Jahren neuartige Leichtbauwerkstoffe entwickelt worden, die sich teilweise schon in der industriellen Erprobungsphase befinden. Eine viel versprechende Werkstoffklasse stellen die **zellularen metallischen Werkstoffe (ZMW)** dar, wobei die Masseinsparung durch den definierten Einbau von Poren erreicht wird. Neben der drastischen Materialeinsparung können durch ZMW weitere anwendungsspezifische Eigenschaften, die insbesondere durch den Werkstoff und die Zellstruktur bestimmt werden, wie Schallabsorption, Wärmeisolation, Energieabsorption, mechanische Dämpfung, Stoff- und Energietransport oder katalytische Effekte, realisiert werden (Bild 1 und 3). So vielfältig wie die Herstellungsverfahren sind die Strukturen und Formen.

Am IFAM Dresden werden metallische Faserwerkstoffe, Hohlkugelstrukturen, offenzellige metallische Schäume und Siebdruckstrukturen entwickelt. ■



Bild 4: Heißpressmatrize  
aus Molybdändisilizid



Bild 2:  
Synchronring mit neuartiger  
Reibschicht für PKW-Schaltgetriebe

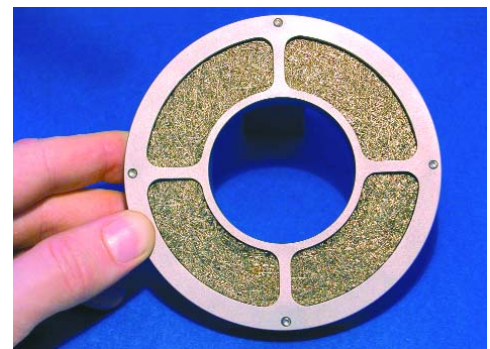


Bild 3:  
Flame-Stop-Element aus Metallfasern:  
Komponente im Explosionsschutz  
(Kooperation mit KEK GmbH)

Supraleitung ist eines der faszinierendsten Phänomene der Physik. Auf Grund einer quantenphysikalischen Situation im Material kann ungedämpft ein Strom fließen, ohne dass eine Spannung anliegt. Unter Hochtemperatur-Supraleitung versteht man das Verschwinden des elektrischen Widerstandes bei Temperaturen oberhalb des Siedepunkts von flüssigem Stickstoff von  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Die Betriebstemperaturen sind damit deutlich höher als bei konventionellen Supraleitern, was für die Anwendung neue Perspektiven eröffnet.



Der Hochtemperatur-Supraleiter YBaCuO als technischer Einkristall



Leibniz-Institut  
für Festkörper- und  
Werkstofforschung  
Dresden

**Kontakt:**  
Leibniz-Institut  
für Festkörperforschung Dresden  
PF 270016  
01171 Dresden  
Technologietransfer  
Wilfried Pfeiffer  
Tel.: +49-351-4659-424  
Fax: +49-351-4659-600  
E-Mail: w.pfeiffer@ifw-dresden.de  
www.ifw-dresden.de

Von der Physik zu neuen Werkstoffen:

## Supraleiter für starke Magnete und verlustfreien Stromtransport

Supraleitung ist ein wichtiger Forschungsschwerpunkt im Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstofforschung Dresden (IFW), wobei die Arbeiten von den festkörperphysikalischen Grundlagen bis zum Bau von Funktionsmodellen reichen.

### Supraleitende Drähte für die Energietechnik

Ein Bereich, in dem der verlustfreie Stromtransport eine besonders große Rolle spielt, ist die Energietechnik. Da Hochtemperatur-Supraleiter keramische Werkstoffe und damit sehr spröde sind, können sie nicht wie Metalldrähte gezogen und gewalzt werden. Deshalb müssen andere Methoden für die Herstellung flexibler supraleitender Drähte entwickelt werden. Eine Möglichkeit besteht darin, auf metallische Trägerbänder dünne Schichten der supraleitenden Phase Yttrium-Barium-Kupfer-Oxid (YBCO) aufzubringen. Um hohe Stromdichten der Bänder zu erreichen, muss die supraleitende Schicht quasi einkristallin sein, das heißt, die einzelnen Kristalle, die die Schicht bilden, müssen nahezu die gleiche Orientierung aufweisen. Hierzu wird am IFW eine ionenstrahlgestützte Beschichtungsmethode eingesetzt und weiterentwickelt.

### Supraleiter als Magnete

Eine andere interessante Anwendung der Hochtemperatur-Supraleiter ergibt sich aus der Eigenschaft dieser Materialien, äußere Magnetfelder aufzunehmen und einzufrieren. Supraleiter können somit zu extrem starken Permanentmagneten werden. Aber auch in diesem Fall ist zunächst die Optimierung des Materials und des Herstellungsprozesses erforderlich. Für den Einsatz als Permanentmagnete muss das supraleitende Material Yttrium-Barium-Kupfer-Oxid in Form möglichst großer technischer Einkristalle hergestellt werden.

Derzeit werden im IFW technische Einkristalle mit bis zu 3 Zoll Durchmesser gefertigt. Sorgfältige

Untersuchungen der Phasengleichgewichte lieferten die Grundlage für einen modifizierten Herstellungsprozess für ein Material, das im supraleitenden Zustand homogen magnetisierbar ist und dabei Magnetfelder von bis zu 16 Tesla permanent festhalten kann. Solche Materialien bilden die gegenwärtig stärksten existierenden Permanentmagnete. Die besondere Qualität wird bestimmt durch die erzielte Einzelkorngroße und das Gefüge, an welchem das Magnetfeld zum „Haften“ gebracht wird. Diese Untersuchungen waren grundlegend für die Entwicklung von Massivmaterialien, deren Anwendungsmöglichkeiten in selbststabilisierenden berührungsfreien Lagern und in neuartigen Elektromotoren mit supraleitenden Komponenten bereits erfolgreich nachgewiesen wurde.

Damit ist der Weg frei für die berührungslose magnetische Lagerung von Schwungrädern für die Energiespeicherung oder von Wellen in Motoren mit hoher Drehzahl. In gleicher Weise lässt sich eine berührungs- und abriebfreie magnetische Lagerung in linearen Transportsystemen realisieren. Erste supraleitend gelagerte Funktionsmodelle wie der Magnetschwebelift Cleanlift oder das Transportsystem SupraTrans wurden gemeinsam mit sächsischen Firmen und Forschungseinrichtungen entwickelt.



Der supraleitend gelagerte Cleanlift wurde 2001 als Weltneuheit auf der Hannover Messe vorgestellt



SupraTrans – Die Magnetbahn mit Supraleitern im Trag- und Führungssystem





**Kontakt:**  
Leibniz-Institut für Polymerforschung  
Dresden e. V.  
Hohe Str. 6  
01069 Dresden  
www.ipfdd.de

**Partikel-Monitoring:**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Stephan  
Tel.: +49-351-4658-314  
E-Mail: stephan@ipfdd.de

**TOPAS GmbH**  
Dr. Andreas Rudolph  
E-Mail: office@topas-gmbh.de  
www.topas-gmbh.de

**Technische Universität Dresden**  
Zentrum für Granulometrie  
Dr.-Ing. Michael Stintz  
michael.stintz@mailbox.tu-dresden.de

**Prozessanalytik mit spektroskopischen Methoden:**  
Dr. Dieter Fischer  
Tel.: +49-351-4658-268  
E-Mail: fisch@ipfdd.de

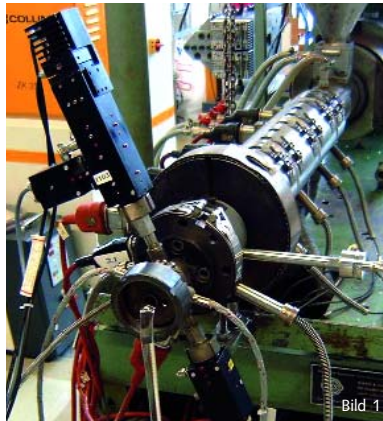
**SENTRONIC GmbH**  
U. Kirschner  
U.Kirschner@sentronic.de  
www.sentronic.de



**Bild 1:**  
Der Sensor PMP 691d wurde speziell für die Reinheitsmessung in transparenten Schmelzen entwickelt. Er kann in übliche Standardgewinde 1/2"-20UNF eingeschraubt werden, wie hier am Strangadapter eines Einschnckenextruders.



**BILD 2:**  
Ein Beispiel ist die Bestimmung der Anteile eines Flammenschutzmittels (MC) in Polyamid 12 (PA12) mit der NIR-Spektroskopie. Für die Kalibrierung dieses Systems wurden 24 PA12/MC Mischungen mit einem Gehalt von 5 bis 16 % MC extrudiert und mit einer NIR-Sonde vermessen. Die Messzeit betrug für ein Spektrum 50 Sekunden. Die Auswertung ergab einen Korrelationskoeffizienten von 0,999 und einen Standardfehler von 0,06 % für die Kalibrierung. Die Validierung dieser Kalibrierung mit drei nicht in der Kalibrierung enthaltenen Mischungen von 7,5 %, 10,5 % und 13,5 % MC-Gehalt ergab die in der Graphik enthaltenen Werte.



Moderne Analytik für die Praxis

## Sensoren für die Online- und Inline-Überwachung von Extrusionsprozessen

### Online-Partikelmonitoring

Partikel und Inhomogenitäten in Kunststoffschmelzen führen zu nachteiligen optischen bzw. mechanischen Eigenschaften des späteren Endproduktes. Bei Getränkeflaschen, optischen Bauteilen oder Speichermedien stören kleinste Partikel; in hoch beanspruchten Bauteilen aus dünnen Schichten können Fremdpartikel zum Versagen führen (Kraftstoffleitungen, etc.). Solche unerwünschten Partikel, wie unaufgeschmolzene Granulatkörner, Gasblasen, schlecht dispergierte Additive oder Stippen können mittels optischer Messverfahren detektiert werden. In Zusammenarbeit mit der Topas GmbH Dresden wurde eine Reihe von Sensoren entwickelt, die Online und in Echtzeit ein Monitoring der Partikelsituation während des Extrusionsprozesses ermöglichen.

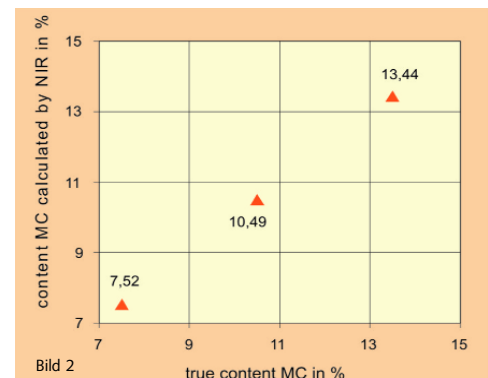
Für transparente Schmelzen wird für die Detektion von Verunreinigungen die Einzelpartikelzählung angewendet; in Schmelzen mit höheren Partikelkonzentrationen (Additive, Blends) kann eine repräsentative mittlere Partikelgröße bestimmt werden. Dazu dient neben der eigentlichen Sensorhardware eine eigenentwickelte PC-basierte Analysesoftware.

Praktisch angewendet wurden die Prozesssensoren bisher zum Monitoring von Anfahrvorgängen und Schäumprozessen, zur Optimierung von Prozessparametern, zur Unterscheidung von Chargenqualitäten und zur Bestimmung des Homogenitätszustandes. Die verfahrenstechnische Adaption erfolgte bislang hauptsächlich an Einschncken- und Doppelschnckenextrudern, wobei die Sensoren an Schlitzdüsen, Strangadaptern, Zwischenplatten und Bypassadaptern angebracht wurden. Als nächstes ist auch die Erprobung in Spritzgusswerkzeugen und die Erschließung weiterer Anwendungsfälle vorgesehen.

Am IPF erarbeiten Naturwissenschaftler und Ingenieure in enger Kooperation Grundlagen für neue Polymermaterialien und verbesserte Technologien von hoher praktischer Relevanz. Zur Optimierung von Prozessen und gezielter Einstellung und Sicherung von Materialeigenschaften in der Kunststoffindustrie haben Forscher des IPF gemeinsam mit Partnern neuartige Prozesssensoren entwickelt, die es erstmals erlauben, moderne Analysemethoden aus der Forschung im anspruchsvollen Umfeld der Kunststofftechnik zur on-line-Überwachung von Verarbeitungsprozessen einzusetzen.

### Spektroskopische Methoden zur Inline-Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und der Morphologie von Schmelzen

Zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung von Polymerblends und von Polymer/Additiv-Gemischen während der Extrusion werden spektroskopische Methoden eingesetzt. Diese Methoden sind die ATR-FTIR-Spektroskopie, die Nahinfrarot(NIR)-Spektroskopie, die Raman-Spektroskopie und Ultraschallmethoden. Für alle Methoden existieren spezielle Messsonden, die über optische Fasern mit den entsprechenden Spektrometern verbunden sind. Alle Sonden halten den hohen Belastungen in Kunststoffverarbeitungsprozessen stand, funktionieren zuverlässig bis 300 °C und 500 bar und sind unempfindlich gegenüber Vibrationen und Erschütterungen. Sie werden in am IPF entwickelten Adaptern in 1/2"-Gewinde eingeschraubt, die an das Ende der Extruder adaptiert werden können. Durch die Kombination von Ultraschallsensorik und Schwingungsspektroskopie können sowohl chemische Strukturinformationen als auch viskoelastische und Eigenschaften und Informationen zur Morphologie bei gleichen Schmelzeständen erfasst und miteinander korreliert werden. ■



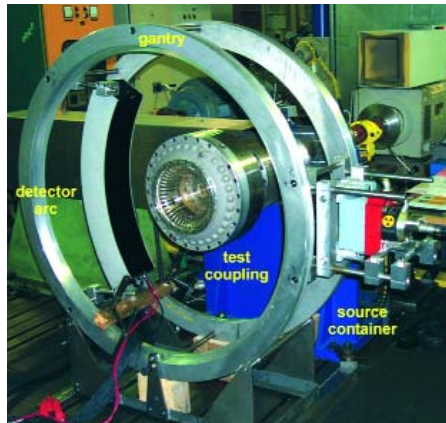


Abb 1:  
Schneller Gammatomograf,  
hier an einer Versuchskupplung  
von Voith-Turbo in Crailsheim.

**Kontakt:**  
Forschungszentrum Rossendorf (FZR)  
Institut für Sicherheitsforschung  
Abteilung Experimentelle  
Thermo- und Fluidmechanik  
Dr. Horst-Michael Prasser  
Dr. Uwe Hampel  
Postfach 510119  
01314 Dresden  
Tel.: +49-351-260 - 34 60 / - 27 72  
Fax: +49-351-260 - 28 18  
[www.fz-rossendorf.de](http://www.fz-rossendorf.de)

Technische Universität Dresden  
Fakultät für Maschinenwesen  
Institut für Energemaschinen und  
Maschinenlabor  
Prof. Dr. Gotthardt Will  
01062 Dresden  
Tel.: +49-351-463 - 3 36 29  
Fax: +49-351-463 - 3 71 82

Visualisierung schneller Prozessabläufe:

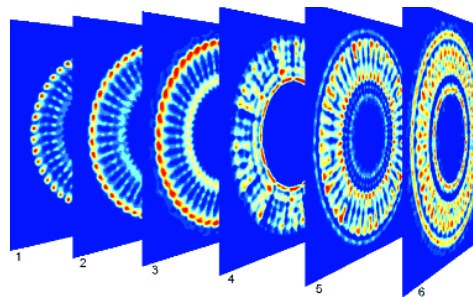
## Tomografie mit Röntgen- und Gammastrahlung

Auf dem Gebiet der Fluidmechanik von Zweiphasenströmungen, aber auch in anderen technischen Bereichen, besteht Bedarf an einer räumlich und zeitlich hochauflösenden Erfassung von Dichteverteilungen. In der Chemieindustrie und der Sicherheitsforschung für Kernkraftwerke etwa benötigt man möglichst umfassende Informationen über Ausdehnung, Topologie und Dynamik der Grenzfläche zwischen den verschiedenen Phasen, also z.B. zwischen der Wasser- und der Dampfphase. Über diese Phasengrenze laufen wichtige Massen-, Impuls- und Energieaustauschprozesse ab. Oft wird sogar eine schnelle Visualisierung benötigt, die komplexe Zweiphasenströmungen im Inneren undurchsichtiger Bauteile wie Pumpen, Ventile, Chemiereaktoren oder Rohrleitungen darstellen kann.

Für diesen Zweck wurden zwei neuartige tomografische Verfahren entwickelt, die zweidimensionale Schnittbilder eines zeitlich veränderlichen Objektes mit einer Zeitauflösung zwischen 1.000 und 10.000 Bildern pro Sekunde liefern. Dabei handelt es sich um Verfahren, die auf der Schwächung von Gamma- bzw. Röntgenstrahlung beruhen.

Mit einem Gamma-Tomografen können Schnittbilder mit einer Zeitauflösung von 0,1 ms erzeugt werden. Der Tomograf besteht aus einer Cäsium-Quelle ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $E_g = 662 \text{ keV}$ ) und einem Detektorbogen aus wahlweise 64 oder 320 Einzeldetektoren. Die Gewinnung von Durchstrahlungsprojektionen erfolgt durch drehwinkelsynchrone Integration der Detektorsignale, wobei die Phaseninformation durch einen Drehwinkelgeber am rotierenden Untersuchungsobjekt abgenommen wird. Aus den Durchstrahlungsdaten können durch tomografische Bildrekonstruktionsalgorithmen gemittelte Dichteverteilungen im Objektquerschnitt berechnet und bildlich dargestellt werden. Das Verfahren wurde

erstmals für die Visualisierung der Gasgehaltsverteilung im rotierenden Laufrad einer Axialpumpe bei Zweiphasenbetrieb (Förderung von Luft und Wasser) an der TU Dresden eingesetzt. Eine weitere Referenz ist die erfolgreiche Anwendung an einer Hydraulikkupplung bei der Voith Turbo GmbH. Mit dem Messeinsatz in den Labors von Voith in Crailsheim wurde demonstriert, dass auch ein mobiler Einsatz des Tomografen möglich ist.



Eine zweite Entwicklung besteht in der schnellen Röntgentomografie mit abgelenktem Elektronenstrahl. Durch die periodische Ablenkung des Elektronenstrahls wird ein räumlich veränderlicher Röntgen-Brennfleck auf einem Wolfram-Target erzeugt. Mit Hilfe eines feststehenden, schnellen Röntgendetektorarrays, welches synchron zur Strahlauslenkung ausgelesen wird, können so Durchstrahlungsprojektionen eines zwischen Target und Detektor befindlichen Objektes mit hoher Geschwindigkeit erzeugt und für eine tomografische Schnittbildberechnung verwendet werden. Das Verfahren wurde an dynamischen Phantomen erfolgreich erprobt und steht für die Tomografie kleinerer beweglicher Objekte (Abbildungsbereich ca. 50 mm) mit einer Bildfrequenz von 1.000 Aufnahmen pro Sekunde zur Verfügung. ■

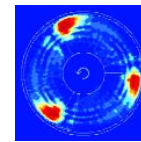


Abb 2:  
Gasgehaltsverteilung im Impeller der Axialpumpe der Professur für Pumpen, Verdichter und Apparate, aufgenommen bei Förderung eines Luft-Wasser-Gemischs mit einer Drehzahl von 1500 U/min.


Abb 3:  
Beispiel einer Gasgehaltsverteilung in verschiedenen Schnittebenen einer Hydraulikkupplung bei teilgefülltem Betrieb (blau: Gas, rot: Hydraulikflüssigkeit).

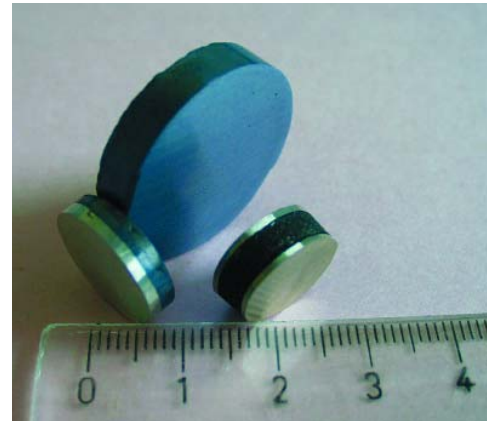




**Kontakt:**  
 Max-Planck-Institut für  
 Chemische Physik fester Stoffe  
 Prof. Dr. Juri Grin  
 Direktor  
 Nöthnitzer Str. 40  
 01187 Dresden  
 Tel: +49-351-46 46 40 00  
 Fax: +49-351-46 46 40 02  
 E-Mail: grin@cpfs.mpg.de  
 www.cpfs.mpg.de

Der thematische Schwerpunkt des Max-Planck-Instituts für Chemische Physik fester Stoffe liegt in der Herstellung und Untersuchung intermetallischer Verbindungen mit neuartigen chemischen und physikalischen Eigenschaften

 Magnesiumsilizid-Formkörper  
 ( $Mg_2Si$ , große blaue Scheibe),  
 $Mg-Mg_2Si$  (links) und  
 $Mg-MgB_2-Mg$ -Schichtwerkstoffe (rechts).



 Spark Plasma Sintering

## Formkörper und Schichtwerkstoffe aus Magnesiumsilizid und Magnesiumdiborid

Im Bereich der Hochleistungswerkstoffe werden pulvermetallurgische Verfahren eingesetzt, da sie eine Alternative zu gusstechnischen Herstellungsverfahren darstellen. Aber bei einigen Materialien wie z. B. den keramischen Stoffen  $Si_3N_4$ ,  $ZrO_2$  oder  $TiB_2$  stoßen diese Verfahren an technische oder wirtschaftliche Grenzen, da diese sehr hohe Schmelzpunkte besitzen und sich deshalb nur mit Hilfe von Additiven, hohem technischen Aufwand oder mit langen Sinterzeiten verdichten lassen. Das Spark Plasma Sinterverfahren (SPS) hat sich in den letzten 10 Jahren zu einer etablierten Sinter-technik entwickelt. Das Charakteristische an dieser Technik ist die Anwendung eines gepulsten Stromflusses zum bzw. durch das eingesetzte Pulver oder Reaktionsgut. Die Methode wird für die Herstellung von bindemittelfreien (Sonder)Keramiken, kompakten Schichtwerkstoffen und nanokristallinen Pulvern eingesetzt. Im Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe (MPI-CPFS) wird das Spark Plasma Sinterverfahren zur Synthese von intermetallischen Verbindungen genutzt.


Im Rahmen der Forschungsarbeiten zur grundsätzlichen Anwendung des SPS-Verfahrens für intermetallische Verbindungen und der Aufklärung der

Reaktionsprozesse wurde eine Kooperation mit der Arbeitsgruppe Prof. B. Kieback vom Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) angeregt. Als Thema war die Darstellung von Magnesiumsilizid-Formkörpern gewählt worden, da von  $Mg_2Si$ , einem Material mit geringer Dichte und guten thermischen Eigenschaften, interessante Einsatzmöglichkeiten erwartet wurden. Zu Beginn der Kooperation konnte  $Mg_2Si$  aus den Elementen nur in Form von Pulver hergestellt werden, das sich durch Heißpressen nicht weiter verdichten ließ. Als Alternative wurde die Darstellung mit der SPS-Methode getestet, bei der zeitgleich die Ausgangsstoffe geheizt, zur Reaktion gebracht und gepresst werden können.

Bei den Untersuchungen des Zersetzungsprozesses von Magnesiumdihydrid wurde erstmals eine aktivierende Wirkung des SPS-Verfahrens beobachtet. Mit dem konsequenten Einsatz von  $MgH_2$  als Magnesiumquelle wird der Eintrag von Sauerstoff durch anhaftende Oxidschichten des Magnesiums vermieden und führt bei der Reaktion mit Silizium schließlich zu Magnesiumsilizidformkörpern, an denen weitere Untersuchungen im Fraunhofer-Institut (IFAM) vorgenommen werden. Ein gemeinsames Patent (W02/083561) für das Herstellungsverfahren von  $Mg_2Si$ -Formkörpern resultiert bislang aus dieser Kooperation, die weiter fortgeführt wird und auf weitere Materialsysteme ausgeweitet wird.

Im Institut wird weiter an der Verbesserung der Magnesiumsilizid-Formkörper und an der Herstellung von Schichtwerkstoffen aus Magnesiumsilizid und Magnesiumdiborid gearbeitet. Auch für  $MgB_2$ , das durch seine supraleitenden Eigenschaften (Sprungtemperatur  $-234^\circ C = 39 K$ ) an Anwendungsmöglichkeiten denken lässt, hält das Max-Planck-Institut auf die Herstellung von Formkörpern mit dem SPS-Verfahren ein Patent (W02/083562). ■




 Eingangsbereich des Max-Planck-Instituts für Chemische Physik fester Stoffe

Für die Marktbehauptung von verarbeitenden Unternehmen auf dem Sektor Faserverstärkte Kunststoffe (FVK) im Freistaat Sachsen sind der kostengünstige Zugang zu aktuellem Know-how (FuE-Ergebnisse) und die Umsetzung desselben in der industriellen Praxis (neue



Technologien, neue Erzeugnisse) von entscheidender Bedeutung. Mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu verbessern, wurde in den letzten drei Jahren im Rahmen eines Verbundprojektes auf dem Gebiet des Technologietransfers gearbeitet.

 Vakuuminjektion eines GFK-Großbauteils für Schienenfahrzeuge



**Kontakt:**  
**IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH**  
 Wilhelmine-Reichert-Ring 4  
 01109 Dresden  
 Dr.-Ing. Henrik Höninger  
 Dipl.-Ing. Jens Ridzewski  
 Tel.: +49-351-8837 404  
 Fax: +49-351-8837 530  
 E-Mail: TDZ@IMA-Dresden.de  
 www.ima-dresden.de

**Kooperationspartner:**  
 Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH  
 www.kuz-leipzig.de

**Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.**  
 Chemnitz  
 www.stfi.de

Technologietransfer:

## Moderne Hochleistungsverbundwerkstoffe für Industrie- und Luftfahrtanwendungen

Transferinhalte waren Themenstellungen wie: Harzinjektionstechniken, Faserpreforms, Hochtemperaturharze, Sonderwerkstoffe und Qualitätssicherung. Im Rahmen des Netzwerkes „Arbeitskreis Sächsischer FVK-Verarbeiter“, dem ca. 50 sächsische KMU angehören, konnten über 35 komplexe Transferleistungen und eine Vielzahl von Beratungsleistungen erbracht werden. Ein Instrument für den Wissenstransfer bilden die turnusmäßig durchgeführten Seminare in der Transferstelle IMA GmbH Dresden (TDZ). Mit 11 sächsischen Unternehmen wurden projektorientierte Kooperationsvereinbarungen abgeschlossen.


Bei den konkreten Transferaktivitäten sei beispielhaft auf die Kooperation mit der Fa. RCS GmbH Rail Components and Systems Königsbrück verwiesen. Hauptgegenstand dieser Kooperation war die Einführung der Vakuum-Injektionstechnologie in die Serienfertigung speziell für die Fertigung von Großbauteilen. Als besondere Herausforderung an das Vakuum-Injektionsverfahren stehen für Schienenfahrzeugbauteile strenge Brandschutzanforderungen an die verwendeten Harzsysteme. Diese lassen sich nur durch hohe Beigaben an Brand hemmenden Füllstoffen realisieren, wodurch die Verarbeitung erschwert wird. Erfolgreich konnte die Injektion an einem Großbauteil mit Dach und Frontstruktur eines Hochgeschwindigkeitszuges mit vertretbaren Fertigungszeiten (20 min) umgesetzt werden. Die Anwendung von Faserpreforms ist als weiteres Transferbeispiel zu nennen. Mit einem neuartigen Glasfaser-Mehrlagen-Gestrick konnten die Anforderungen des Durchschlagschutzes im Frontbereich an Hochgeschwindigkeitszügen in einem GFK-Serienbauteil realisiert werden. Die textilen Flächegebilde wurden am Institut für Textil- und Bekleidungstechnik der TU Dresden entwickelt und hergestellt. Ein drittes Transferobjekt beinhaltete eine kostengünstige Herstellungstechnologie hoch-

wertiger kohlefaserverstärkter Bauteile für Anwendungen im Flugzeug-Innenausbau. Diese Technologieumsetzung wurde gemeinsam mit der Fa. Lätzsch Kunststoffverarbeitung Kohren-Sahlis erarbeitet und in die Serienfertigung überführt. Das Leistungsspektrum reichte von der technologischen und werkstofflichen Beratung über die Gestaltung und Dimensionierung eines Referenzbauteils bis hin zum Aufbau und zur Demonstration der Fertigungsabläufe.

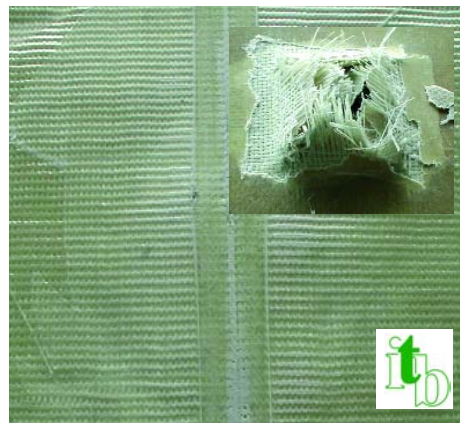
Die getroffene Auswahl der Themenstellungen für dieses Transferprojekt im Bereich der FVK-Technik entspricht dem konkreten Bedarf der sächsischen FVK-Verarbeiter. Für die einbezogenen Unternehmen (Transfernehmer) konnten mit dem vorgenommenen Technologie- und Know-how-Transfer Verbesserungen hinsichtlich Produktivität, Verringerung der Ausschussrate, Erfüllung höherer Produktanforderungen und Zugang zu teilweise völlig neuen Marktsegmenten erreicht werden. Durch Erzeugnisweiterentwicklung, neue Produkte und den schrittweisen Übergang von einer Einzelteilfertigung zum Systemanbieter wird längerfristig ein Beitrag zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und zum Erhalt von Arbeitsplätzen geleistet.

Das Vorhaben wurde im Rahmen der Technologieförderung (P 7235/1161) mit Mitteln des europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2000-2006 und mit Mitteln des Freistaates Sachsen (SMWA) gefördert.



 CFK-Innenaussteil in der dynamischen Bauteilprüfung

 Impactbeanspruchtes GFK Laminat mit und ohne Glasfaser-Mehrlagen-Gestrick





TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

**Kontakt:**  
TU Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Energietechnik  
Professur für Kernenergietechnik  
Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Knorr  
Dr.-Ing. habil. Wolfgang Lippmann  
Dr.-Ing. Anne-Maria Reinecke  
George Bähr Straße 1  
01062 Dresden  
Tel.: +49-351-4633-4472 / 4793  
Fax: +49-351-4633-7161  
E-Mail: knorr@metrs1.mw.tu-dresden.de

Seit circa fünf Jahren beschäftigen sich Mitarbeiter des Instituts für Energietechnik unter anderem mit dem Fügen von Keramik für deren Einsatz unter extremen Bedingungen. Nach erfolgreicher Entwicklung einer Technologie zum Hochtemperaturfügen von SiC-Keramik\* ist es nun gelungen, das Verfahren auch auf Siliziumnitridkeramik zu übertragen.

\* Die Forschungsarbeiten wurden im Rahmen eines Verbundprojektes zwischen dem Institut für Energietechnik der TU Dresden, der Hochschule Mittweida (FH) und der Firma Technische Keramik Coswig GmbH durchgeführt.

Laserstrahllöten einer SiC-Kapsel



## Für den Einsatz unter extremen Bedingungen: Laserstrahlfügen von SiC und Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

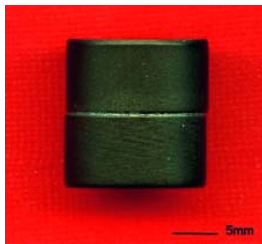


Abb.1

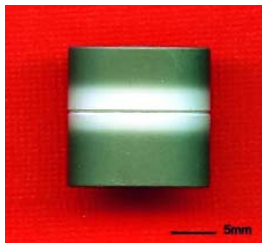


Abb.2



Abb.3

Abb.1: Lasergefügte  
SiC-Keramikkapsel

Abb.2: Lasergefügte  
Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Keramikkapsel

Abb.3: Lasergefügte  
SiC-Sensorkappe

Zum Thema liegen die Schutzrechte der TU Dresden DE 103 27 708 und PCT/DE 03/02056 vor.

Interessenten für die Schutzrechtsnutzung wenden sich an die Sächsische Patentverwertungsagentur der GWT-TUD mbH.

E-Mail: spva@gwtonline.de  
www.spva.de

Hochleistungswerkstoffe wie Siliziumkarbid- und Siliziumnitridkeramik finden aufgrund ihrer exzellenten thermischen, chemischen und radiologischen Eigenschaften speziell im nuklearen Sektor, als auch beispielsweise im Pumpen- und Armaturenbau, im Anlagenbau und im Motoren- und Turbinenbau breite Anwendung. Trotzdem war es bisher nicht möglich, deren großes Potential in vollem Umfang zu nutzen, da die Verfahren zum Fügen der keramischen Materialien, die für den Einsatz bei hohen Temperaturen oder chemisch aggressiven Bedingungen bestimmt sind, unbefriedigend sind.

Das neue Verfahren basiert auf einem speziell entwickelten oxidischen Lot, welches mit Hilfe eines Lasers lokal in der Fügezone aufgeschmolzen wird. Die mechanische Festigkeit der Verbindung beträgt >70 Prozent des Ausgangsmaterials.

Die neue Technologie zeichnet sich, verglichen mit den bisher bekannten Verfahren, durch eine Vielzahl von Vorteilen aus. Es wurde ein Lot mit folgenden Eigenschaften entwickelt:

- exakt einstellbare Schmelztemperatur zwischen 800 ... 1850°C
- ideale Benetzbarkeit der Keramik
- hohe Korrosionsbeständigkeit
- Rissfreiheit
- Porenfreiheit
- Gasdichtheit.

Gegenüber herkömmlichen Fügeverfahren ergeben sich folgende Vorteile:

- Die Einsatztemperatur gefügter Keramikbauteile kann drastisch erhöht werden.
- Es bedarf keiner Vorbehandlung der keramischen Fügeflächen (keine Metallisierung).
- Der Fügeprozess kann an freier Atmosphäre durchgeführt werden (kein Vakuum, kein Schutzgas).

- Der Einfluss des Lotes auf die Gesamteigenschaften des Verbundes ist minimal.

Die Technologie des Fügens mittels Laser zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Der Energieeintrag der Laserstrahlung ist lokal begrenzt.
- Es können hohe Aufheizgeschwindigkeiten (=Prozesszeiten) realisiert werden.

Folgende Vorteile bietet diese Technologie gegenüber herkömmlichen Verfahren:

- Die Qualität der Lötverbindungen ist höher, als die der im Ofen erzeugten Verbindungen.
- Die maximalen geometrischen Abmessungen der Keramikteile sind nahezu unbegrenzt.
- Aufgrund des lokal begrenzten Energieeintrages durch den Laserstrahl werden thermisch empfindliche Materialien (ggf. bei zusätzlicher Kühlung) in Nahtnähe nicht geschädigt.
- Die Prozesszeiten liegen in Abhängigkeit der Nahtgeometrie und -länge im Sekundenbereich.

Die hier dargestellten Beispiele wurden mit einem 400 W CO<sub>2</sub>-Laser gelötet. Derzeit wird am Institut für Energietechnik ein neues Laserlabor eingerichtet, das mit zwei Hochleistungslasern (3,1 kW Diodenlaser, 2 kW CO<sub>2</sub>-Laser) und umfangreicher Peripherie ausgestattet sein wird.

Dies eröffnet neue und weiterreichende Untersuchungen zum Einsatz von Lasern in der Energietechnik.

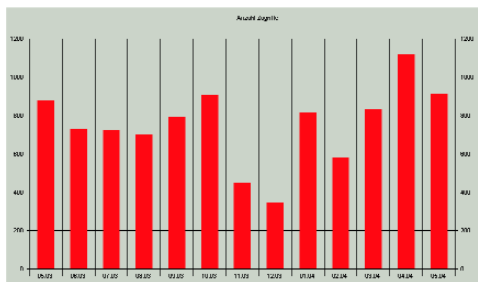
Für Anwendungen oder Fragen zu den beschriebenen Verfahren stehen Ihnen die im Kontakt genannten Mitarbeiter jederzeit zur Verfügung. ■



In enger Zusammenarbeit der TU Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft, mit dem Ingenieurbüro für Werkstoffvermittlung Uwe Gutsche wurde seit Anfang 2001 das Programm „Werkstoffauswahl nach Belastung“ entwickelt. Es steht seit Mitte 2002 zur öffentlichen Nutzung im Internet. Die monatlich über 800 Zugriffe zeigen, dass von den Konstrukteuren und Bautechnikern die Software bereits als unentbehrliches Arbeitsmittel betrachtet wird.



**Kontakt:**  
 Technische Universität Dresden  
 Fakultät Maschinenwesen  
 Institut für Werkstoffwissenschaft  
 Prof. Dr.-Ing. habil. Gustav Zouhar  
 01062 Dresden  
 Tel.: +49-351-463-37009  
 E-Mail: zouhar@rcs.urz.tu-dresden.de  
 PD Dr.-Ing. habil. Helmut Zieger  
 Tel.: +49-351-463-34754  
 E-Mail: zieger@rcs.urz.tu-dresden.de



Auswertung der Programmmzugriffe durch die Nutzer von Mai 2003 bis Mai 2004



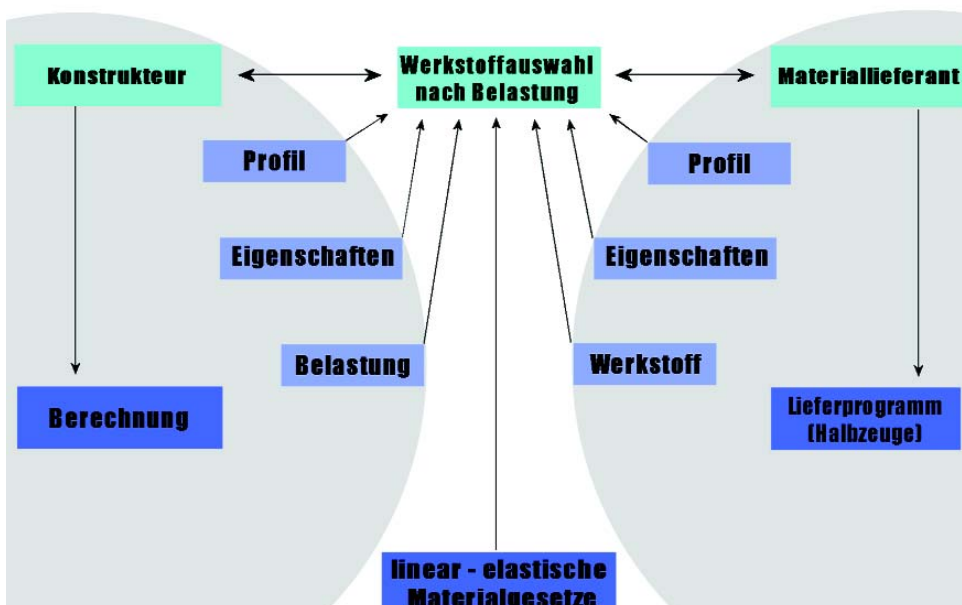
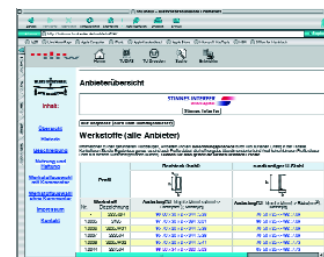
Ingenieurbüro für Werkstoffvermittlung  
 Dipl.-Ing. Uwe Gutsche  
 Tel.: +49-351-801-52-91  
 E-Mail: uwe.gutsche@mailbox.tu-dresden.de

Seit zwei Jahren erfolgreich im Internet:  
**Software „Werkstoffauswahl nach Belastung“**

Die Software „Werkstoffauswahl nach Belastung“ hat sich zum Ziel gesetzt, der Internetrecherche nach Werkstoffen und Halbzeugen eine neue und bessere Qualität zu verleihen. Bemerkenswert an diesem Produkt ist die Kombination aus Datenbankrecherche und anschließender Lieferantenauswahl in Bezug auf den erforderlichen Werkstoff und das gewünschte Halbzeug. Das Programm stellt ein Bindeglied zwischen Konstruktionsebene und Produktionsebene dar. Dabei bleibt dem Konstrukteur die herkömmliche zeitaufwendige Rechercharbeit erspart. Das Programm ermöglicht dem Nutzer einen schnellen Variantenvergleich zwischen verschiedenen Werkstoffen und Halbzeugen. Da das Programm nur solche Profile und Halbzeugen anbietet, die tatsächlich lieferbar sind, geht das Konzept der Software „Werkstoffauswahl nach Belastung“ deutlich über die gegenwärtig üblichen

Datenbanken und Nachschlagwerke hinaus. Dem Nutzer entsteht ein Zeitgewinn, den er zur kreativen Gestaltung der Bauteile und Baugruppen nutzen kann. Er gewinnt dadurch einen Vorsprung gegenüber anderen Konkurrenten und somit einen Vorteil im Wettbewerb. Da bei einer ausreichenden Zahl von Materiallieferanten, die an der Software beteiligt sind, dem Benutzer für ein Ergebnis (Werkstoff und Profil mit Abmessungen) mehrere Lieferanten, die das gewünschte Halbzeug in ihrem Lieferprogramm haben, angezeigt werden, können die Nutzer durch Vergleich den kostengünstigeren Lieferanten (niedriger Preis des Halbzeugs, kurze Lieferwege) auswählen. Außerdem ist die „Werkstoffauswahl nach Belastung“ die ideale Werbeplattform für Halbzeughersteller und Anbieter.

Gegenwärtig ist das Programm unter folgender Adresse erreichbar:  
<http://mlu.mw.tu-dresden.de/module/m014/>



Die „Werkstoffauswahl nach Belastung“ ermittelt für ein Bauteil nicht nur das optimale Profil und den geeigneten Werkstoff, sondern bietet auch eine direkte Verbindung zwischen Konstrukteuren und Materiallieferanten über das Internet



**Kontakt:**  
Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Holz- und Papiertechnik  
Prof. Dr.- Ing. André Wagenführ  
Dipl.-Ing. Beate Buchelt  
01062 Dresden  
Tel.: +49-351-463-38100  
Fax: +49-351-463-38288  
E-Mail: wagenfuhr@mhp.mw.tu-dresden.de



Abb. 3:  
umgeformtes Furnierlaminat,  
(0,6 mm dick),  
Form: Durchmesser 80 mm,  
Kantenradius 10 mm



Abb. 1:  
umgeformtes Rotbuchenfurnier  
(0,6 mm dick),  
Form: Durchmesser 80 mm,  
Kantenradius 10 mm

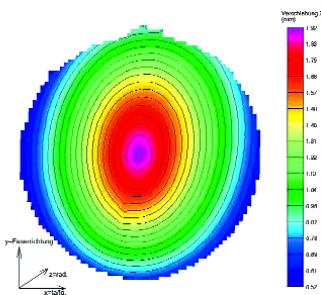


Abb. 2:  
Verschiebung eines runden,  
3D-verformten Furnierzuschnittes  
senkrecht zur Bildebene

Zum Thema liegen die Schutzrechte der TU Dresden DE 10 2004 036 591 vor.

Interessenten für die Schutzrechtsnutzung wenden sich an die Sächsische Patentverwertungsgesellschaft der GWT-TUD mbH.

E-Mail: spva@gwtonline.de

## Entwickelt am Institut für Holz- und Papiertechnik der TU Dresden: Hochwertige Oberflächen aus Holz – Furniere in 3D-Form

Holz ist ein natürlicher Werkstoff und in vielen seiner Eigenschaften einmalig. Sowohl sein Äußeres als auch seine Struktur passen nicht in ein immer wiederkehrendes Muster. Holz gehört zu den ökologischen Materialien, deren Bestand durch das Nachwachsen gewährleistet ist. Das sind nur einige Eigenschaften, die Holz so interessant machen.

Furniere sind dünne Blätter aus Holz und daher eine besonders effiziente Art der Holznutzung. Sie werden in der Regel zur Beschichtung von Oberflächen eingesetzt, wodurch die Oberflächen deutlich aufgewertet werden. Durch das Beschichten mehrdimensional geformter Oberflächen können moderne, praktische Formen mit hochwertigen Oberflächen aus Holz kombiniert werden. Jedoch sind die Gestaltungsmöglichkeiten bei der Verwendung gewöhnlicher Furniere begrenzt. Bei der Herstellung bzw. Beschichtung von stärker gewölbten 3D-Flächen entstehen schon nach geringer Verformung Risse oder Falten. Am Institut für Holz- und Papiertechnik der TU Dresden werden Möglichkeiten zur Verbesserung der dreidimensionalen Formbarkeit von Furnier untersucht.

Sowohl verfahrensseitige als auch materialeitige Veränderungen können zu einer verbesserten dreidimensionalen Formbarkeit von Furnier beitragen. Verfahrensseitig sollten bei der Herstellung von 3D-Formteilen bzw. bei der Beschichtung gewölbter Oberflächen mit Furnier bestimmte Beanspruchungen vermieden bzw. minimiert werden. Wegen der stark anisotropen Eigenschaften des Werkstoffes sind ungünstige Belastungen meist richtungsabhängig.

Solche ungünstigen Belastungen sind z. B.:

- Zugbeanspruchung senkrecht zur Faserrichtung (durch Beschichtung und Verringerung der Reibung minimierbar)

- Druckbeanspruchung in der Ebene des Furniers (durch die Art der Krafteinleitung günstig beeinflussbar)
- starke Dehnungen parallel und senkrecht zur Faser.

Materialeitig ist eine Lösung gefunden worden, die wesentlich stärkere Verformungen als gewöhnliches Furnier zulässt (Abb. 3). Das in Abb. 3 dargestellte Formteil besteht aus einem speziellen Sperrholz, das aus sehr dünnen Furnierschichten hergestellt wurde. Diese Furnierschichten sind mit thermoplastischen Klebstofffolien verklebt. Bei der Formteilherstellung wird das Sperrholz, das als Halbzeug vorgefertigt wird, erneut bis zum Schmelzpunkt des Klebstoffes erwärmt. Der Klebstofffilm erweicht wieder, wodurch ein Gleiten der dünnen Furnierschichten während der Umformung ermöglicht wird. Durch die geringere Dicke der verwendeten Furniere sind engere Radien bei der Verformung möglich. In der gewünschten Form wird das Formteil bis unter den Schmelzpunkt des Klebstoffes abgekühlt.

An anderen materialeitigen Lösungen zur Verbesserung der Formbarkeit wird derzeit noch gearbeitet.

Derartige Formteile können als Beschichtungsmaterial im mobilen und immobilen Innenausbau als auch selbsttragend im Formleichtbau eingesetzt werden. ■

Der Einsatz von Verbundwerkstücken in industriellen Applikationen hat viele Vorteile. Insbesondere können in Verbundwerkstücken die spezifischen Eigenschaften verschiedener Werkstoffe, wie z. B. Stahl und Aluminium, miteinander kombiniert werden. Infolgedessen weisen derart zusammengesetzte ringförmige Werkstücke, insbesondere Wälzlager- und Getrieberinge, qualitativ wesentlich verbesserte Gebrauchseigenschaften auf. Das speziell zu lösende Problem bei der Herstellung ringförmiger Verbundwerkstücke stellt die Verbindung der Ausgangskörper (vorzugsweise Ringe oder Rohre) aus mindestens zwei verschiedenen oder gleichen Werkstoffen unterschiedlicher Festigkeit dar.



Abb. 1 (li.): Ausgangsrohr (zwei unterschiedliche Werkstoffe)  
Abb. 3: Wälzlagerinnenring (Verbundring) nach dem APRW/WE



**Kontakt:**  
Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Produktionstechnik  
Prof. Dr.-Ing. Volker Thoms  
01062 Dresden  
Arbeitsgruppe Walzen  
Dr.-Ing. Thomas Ficker  
Tel. +49-351-463 34030  
E-Mail: ficker@mciron.mw.tu-dresden.de  
www.ringwalzen.de

Zum Thema liegen die Schutzrechte der TU Dresden DE 103 31 061 und PCT/DE 2004/001539 vor.

Interessenten für die Schutzrechtsnutzung wenden sich an die Sächsische Patentverwertungsagentur der GWT- TUD mbH.

E-Mail: spva@gwtonline.de  
www.spva.de

Harte Schale – weicher Kern: Verbundwerkstücke

## Fertigung ringförmiger Verbundwerkstücke durch Kaltwalzen

Vereinzelnd sind in der Literatur Verfahren zur Herstellung von ringförmigen Verbundwerkstücken beschrieben, die sich jedoch aufgrund verschiedener Restriktionen wie mangelhafter Werkstoffverbund, komplizierte Werkzeuganordnung, mehrere Arbeitsgänge zur Vor- und Nachbearbeitung der gefertigten Werkstücke in der industriellen Praxis nicht durchgesetzt haben.

Ein zur Fertigung ringförmiger Verbundwerkstücke förmlich prädestiniertes Kaltwalzverfahren stellt das an der Professur für Umform- und Urformtechnik entwickelte Axialprofilrohrwalzen/Walzeinstecken (APRW/WE) in Kombination mit spanender Bearbeitung ausgehend von Rohrmaterial in einer Aufspannung dar. Basis hierfür bilden die Patentschriften zur Fertigung von außenprofilierten (DD 225 358 A1) und/oder innenprofilierten Wälzlagerinnenringen (DE 195 26 900 A1) aus konventionellem Wälzlagerrohr der Stahlmarke 100Cr6.

Der betrachtete Anwendungsfall – Herstellung eines ringförmigen Verbundwerkstückes – wird dadurch gelöst, dass ein Rohr auf ein zweites Rohr gleichen oder verschiedenen Werkstoffs zunächst aufgeschoben wird, so dass ein loser (nicht form- oder reibschlüssiger) Werkstoffverbund entsteht (Abb. 1). Danach wird durch APRW/WE der Werkstoffverbund durch Form- und/oder Reibschluss hergestellt, wobei die Schaffung eines festen untrennbaren Werkstoffverbundes – aus wenigstens zwei bzw. mehreren unterschiedlichen Werkstoffen bzw. gleichen Werkstoffen unterschiedlicher Festigkeit – unmittelbare Folge des Walzprinzips ist. Das ist auf die beim APRW/WE zum Einsatz kommende Werkzeugkonfiguration zurückzuführen, die aus radial zustellbaren Außen-Profilwalzwerkzeugen und Walzdorn (bzw. radial zustellbaren Innen-Profilwalzwerkzeug) besteht, welche das Ausgangsrohr mit hohem Druck – vergleichbar mit dem Prinzip

des Kaltpressschweißens – förmlich zusammen- bzw. gegeneinanderpressen.

Die vorgeschlagene – gleichfalls zum Patent angemeldete – Verfahrenslösung zur Fertigung von ringförmigen Verbundwerkstücken wird in Abb. 2 am Beispiel des Fertigungsablaufes für einen Wälzlagerinnenring dargestellt. Abb. 2a zeigt das Außen-Überdrehen und/oder Innen-Ausdrehen des Ausgangsrohres aus zwei unterschiedlichen Werkstoffen. In Abb. 2b wird das (Außen-) Axialprofilrohrwalzen/Walzeinstecken mit Außen-Profilwalzwerkzeug und Walzdorn zur Profilierung der Außenkontur des Wälzlagerinnenringes dargestellt. Daran schließt sich die spanende Fertigbearbeitung der restlichen Form- und Flächenelemente des Ringes (Abb. 2c) mit dem Abtrennen des komplett schleifertig profilierten Wälzlagerinnenringes vom Rohr als letzter Arbeitsstufe (Abb. 2d) an.

Gut zu erkennen ist in Abb. 3 der durch APRW/WE geschaffene – feste untrennbare – Werkstoffverbund aus zwei unterschiedlichen Werkstoffen. Weitere Vorteile der vorgestellten Verfahrenslösung sind einfache Werkzeugkonfiguration, großes bearbeitbares Teilespektrum durch kombiniertes Walzen/Drehen, hohe Lebensdauer und Korrosionsbeständigkeit der Verbundringe durch angepasste Werkstoffauswahl sowie Werkstoffverfestigung und nicht unterbrochener Faserverlauf. Hinzu kommt, dass durch Verwendung eines kostengünstigen (zweiten) Werkstoffes speziell für Flächen, die nicht für die Funktion des Werkstückes relevant sind, die Fertigungskosten wesentlich gesenkt werden können.

Mit dem Einsatz derart hergestellter Verbundringe wird insbesondere dem Trend zur Leichtbauweise vornehmlich zur Fertigung von Speziallagern (z. B. für die Luftfahrt) Rechnung getragen.

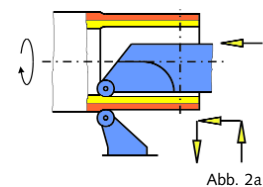


Abb. 2a

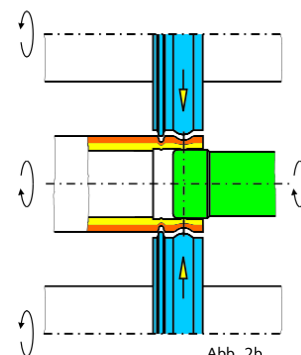


Abb. 2b

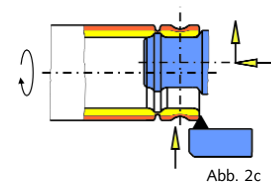


Abb. 2c

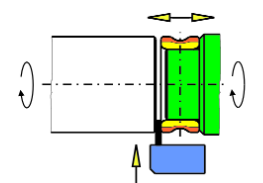


Abb. 2d

Abb. 2: Fertigungsablauf





TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN



**Kontakt:**  
Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Textil- und Bekleidungstechnik  
Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut Rödel  
Dr.-Ing. Claudia Herzberg  
01062 Dresden  
Tel.: +49-351-463-39327  
Fax: +49-351-463-39301  
E-Mail: [herzberg@itbh6.mw.tu-dresden.de](mailto:herzberg@itbh6.mw.tu-dresden.de)  
[www.tu-dresden.de/mw/itb/itb.html](http://www.tu-dresden.de/mw/itb/itb.html)

**Kooperationspartner:**  
Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V.,  
Chemnitz  
[www.stfi.de](http://www.stfi.de)

**HIGHTEX**  
Verstärkungsstrukturen GmbH Dresden  
[www.hightex-dresden.de](http://www.hightex-dresden.de)

Komplexe Materialanforderungen bei Hochtechnologieanwendungen verlangen zunehmend den Einsatz hybrider Werkstoffstrukturen mit kraftflussgerechten Eigenschaften. Textilverstärkte Mehrschichtverbundstrukturen sind für die Fertigung leichtbauoptimierter Bauteilstrukturen besonders geeignet. Die entsprechenden Verfahren und Maschinen der Konfektionstechnik gestatten ein gezieltes Vernähen differentialer textiler Preforms. Das Nähen ist ein bewährtes textiles Verbindungsverfahren, um mehrlagige Verstärkungstextilflächen, z. B. aus Glasfasern (GF) und Kohlenstofffasern (CF), zu positionieren und zu montieren.

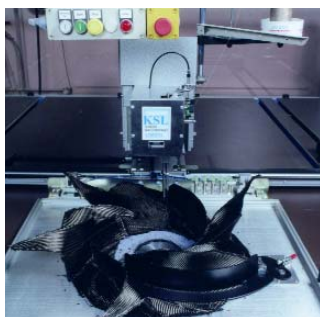


Mit den Nähgarnen für Composites vernähte textile Rotor-Preform

## Aus den Laboren Dresdner Textiltechniker: Neue Hybridnähfäden für die Konfektionierung von Verstärkungstextilien



Nähtechnische Erprobung der Composite-Nähfäden auf TFP-Technik (Tailored-Fiber-Placement), Hightex Verstärkungsstrukturen GmbH, Dresden



CNC-Nähanlage KL 102 zur textilen Montage der Rotorschaukeln auf den Rotorböden

Zur Herstellung textiler Preforms ist es erforderlich, Verstärkungstextilpakete bis zu 20 mm Dicke zu vernähen. Hierbei wirkt das Nähgarn in z-Richtung verstärkend und wirkt damit der Delamination der einzelnen Schichten entgegen. Beim Sticken mit dem TFP (Tailored-Fiber-Placement)-Verfahren werden Kohlenstofffaserstränge belastungsgerecht auf ein textiles Flächengebilde aufgenäht. Als Näh- und Stickfäden eignen sich dafür Materialien aus Glas- oder Kohlenstofffasern, die auch thermoplastische Komponenten enthalten können. Die Belastungen dieser Nähfäden sind auf Grund ihrer Sprödigkeit und Dicke sowie der großen Lagenanzahl des zu verarbeitenden Verstärkungstextilstacks hoch.

Das Angebot an speziellen, für das Nähen von Verstärkungstextilien geeigneten Nähfäden ist sehr gering. Die für Hochleistungsanwendungen mit thermoplastischer Matrix interessanten CF-Thermoplast-Nähfäden fehlen besonders.

Das Ziel bestand darin, für den Näh- und Stickprozess ausreichend beständige Näh- und Stickfäden aus Kohlenstofffasern, besonders in Verbindung mit thermoplastischem Material herzustellen.

Es wurden 20 verschiedene Garnvarianten entwickelt, hergestellt und getestet. Die Herstellung dieser Garnvarianten erfolgte am Sächsischen Textilforschungsinstitut e. V., Chemnitz. Der Nachweis der störungs- und schädigungsarmen Verarbeitung dieser Fäden wurde am Institut für Textil- und Bekleidungstechnik auf Nähmaschinen und bei Hightex Verstärkungsstrukturen GmbH auf TFP-Maschinen durchgeführt. Anschließend erfolgte die Beurteilung der Qualität im Endprodukt Composite. Zur Herstellung der Nähfäden wurden verschiedene Garnbildungstechnologien angewendet.

Mit den Umwindgarnen wurden besonders oberflächenglatte Näh- und Stickgarne entwickelt. Das Optimum der Garnfestigkeit ist hier bei 600 bis 750 U/min. Eine Auswahl von Garnen erhielt eine

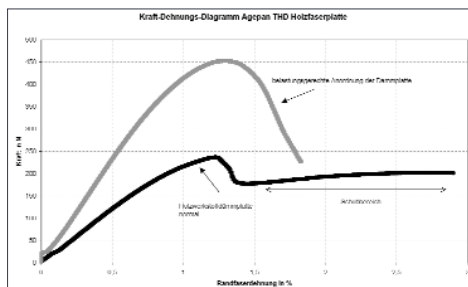
Imprägnierung, um das Abspleißen von Garnfilamenten zu minimieren und damit die Verarbeitungseigenschaften zu verbessern. Die Erprobung und Bewertung dieser Nähgarne erfolgte hinsichtlich der Fadenbruchhäufigkeit, der Degradation des Nähgarnes durch die Belastung im Nähprozess, der Messung der Gleichmäßigkeit und die optische Beurteilung des Nähgarnes nach dem Nähprozess und durch Bestimmung der Scheuerbeständigkeit und des Abriebs. Durch die vielfältige Nähparametervariation von Stichtyp, Nähadelgeometrie, Nähfadenart, Nähfadenfeinheit, Stichlänge, Nahtabstand und Nahtichtung kann wesentlich Einfluss auf die Beanspruchung der Nähgarne genommen werden.

Zur Bewertung der Nähgarne im konsolidierten Kunststoffbauteilverbund wurden zuerst an Garnvarianten Zugversuche an mit Epoxidharz getränkten Fäden vorgenommen. Im Ergebnis dieser Versuche wurde anschließend die interlaminaire Energiefreisetzungsrate Mode I von vernähten und unvernähten Probekörpern mittels des Double-Cantilever-Beam-Test (DCB-Test) ermittelt. Die Vernähung bewirkte, wie erwartet, eine deutliche Verbesserung der GIC-Werte. Im Rahmen des AiF-Forschungsprojektes wurde eine Vielzahl neuartiger Nähgarne entwickelt, die in Abhängigkeit der Näh Aufgabe entsprechend zum Einsatz kommen können. Besonders die Umspinnunggarne sind für die Verarbeitung textiler Preforms geeignet.

Wir danken dem Forschungskuratorium Textil e. V. für die finanzielle Förderung des Vorhabens 12545/BR 1, die aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto-von-Guericke“ e. V. (AiF) erfolgte. ■

Die Agepan THD-Platte der Glunz AG ist eine im Trockenverfahren hergestellte Holzfaser-Dämmplatte mit umlaufendem Nut- und Federprofil. Sie ist feuchterobuster als vergleichbare im Nassverfahren hergestellte Holzfaser-Dämmplatten, wasserabweisend, diffusionsoffen, wärmedämmend und durch höherverdichtete Deck-schichten gleichzeitig sehr gut als Beplankungs-material geeignet. In einem Kooperationsprojekt der Glunz AG, Meppen, mit dem GWT-Geschäftsbereich „Holz- und Faserwerkstofftechnik“ werden Bauteile, wie Wand- und Deckenelemente, aus diesen Holzwerkstoffen entwickelt und geprüft.

Abb. 3: Kraft-Dehnungs-Diagramm einer normalen Dämmplatte und bei belastungsgerechter Anordnung der Dämmplatte (Bild: Pfriem)



**Kontakt:**  
GWT – Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH  
Geschäftsbereich Holz- und Faserwerkstofftechnik  
Projektleiter  
Prof. Dr.-Ing. André Wagenführ  
Dipl.-Ing. Alexander Pfriem  
Chemnitzener Straße 48b  
01187 Dresden  
Tel.: +49-351-46338100  
Fax.: +49-351-46338288  
E-Mail: wagenfuhr@mhp.tu-dresden.de  
www.GWTonline.de

**Projektpartner:**  
Glunz AG Meppen  
Forschung und Entwicklung  
Dr.-Ing. Michael Müller  
Grecostraße 1  
49716 Meppen  
Tel.: +49-5931-405420  
Fax: +49-5931-405209  
E-Mail: michael.mueller@glunz.de



## Kooperation in Forschung und Entwicklung Agepan THD Holzfaserplatten als Dämm- und Leichtbauwerkstoff

Im Dämmstoffbereich ist vor allem der hohe Preis Haupthindernisgrund für eine weitere Verbreitung von plattenförmigen Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Möglichkeiten der Kostenreduzierung liegen in einer verbesserten Rohstoffaufbereitung und Verarbeitung sowie der optimalen Ausnutzung der Rohstoffe. Zunehmende Bedeutung erlangt daher die zielgerichtete Herstellung neuartiger Holzwerkstoffe unter anwendungsorientierten Gesichtspunkten. Diese so genannten engineered wood products, also auf den jeweiligen Anwendungsfall maßgeschneiderte konstruktive Holzwerkstoffe, verfügen über ein hohes Rohstoffeffizienzpotential. Weiterhin wird die Bereitstellung von möglichst einfachen vorfertigbaren Bauteilen, die mehrere Funktionen, z.B. eine Kombination aus Wärmeisolierung, Schalldämmung, Feuchteschutz und mechanischem Verhalten übernehmen sollen, möglich. Problematisch ist jedoch, dass sich üblicherweise gute Festigkeitseigenschaften von Holzwerkstoffen und gute Wärmeisoliereigenschaften gegenseitig ausschließen. Mit zunehmender Rohdichte der Platten verbessern sich zwar die mechanischen Festigkeitseigenschaften, jedoch nehmen die Wärmedämmeigenschaften ab. Diesem Problem lässt sich nur durch die konsequente Umsetzung des Leichtbauprinzips begegnen. Die Firma Glunz AG konnte durch den Einsatz neuer Klebstoffe und der Anwendung einer veränderten Verfahrenstechnik während des Herstellungsprozesses die Umsetzung dieses Leichtbauprinzips bei leichten Holzwerkstoffplatten ermöglichen.

Die im Rahmen des gemeinsamen Forschungsprojektes entwickelten und geprüften Bauteile weisen ein hervorragendes Wärmedämmverhalten auf. Gleichzeitig konnte durch Prüfungen unter extremem Differenzklima in einem Doppelkammerklimaschrank eine hohe Feuchte-Pufferwirkung nachgewiesen werden. Die Bauteile sind somit geeignet,

Feuchtespitzen, z.B. durch Schlagregen, abzufuffern, kapillar zu verteilen und anschließend zeitversetzt wieder an die Umgebung abzugeben. Es konnte nachgewiesen werden, dass gefährliche Holzfeuchten, bei denen die Gefahr von Schimmelpilzbildung besteht, auch bei extremem Differenzklima nicht erreicht werden können, da Feuchtigkeitsträger im gesamten Bauteil kapillar verteilt werden. Durch die Verwendung der Agepan THD Holzfaserplatten in den entwickelten Bauteilen oder als kapillaraktive Innendämmung lässt sich das Raumklima in Gebäuden positiv beeinflussen.

Neben den sehr guten wärme- und feuchtetechnischen Eigenschaften weisen die Bauteile auch hervorragende Festigkeitseigenschaften auf. Zurückzuführen ist dies auf die Anwendung des Leichtbauprinzips. Die Platten sind aus einem Mittelbereich mit niedriger Dichte und höherverdichteten Decklagen mit hervorragenden Druckfestigkeitseigenschaften aufgebaut. Werden diese Platten beanspruchungsgerecht in einem Bauteil angeordnet, können diese Festigkeitseigenschaften weiter gesteigert werden, wie in Abbildung 3 anhand eines Kraft-Dehnungs-Diagramms unter Biegebeanspruchung dargestellt ist.

Durch die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse kann ein wesentlicher Beitrag zur belastungsgerechten Konstruktion von leicht vorfertigbaren Bauteilen aus Holzwerkstoffen erreicht werden. Die so entwickelten Bauelemente vereinen mit geringerem Materialeinsatz gleichzeitig tragende, dämmende und feuchteregulierende Funktionen. Die Komplexität der Bauteile nimmt damit ab, die Fehlerquote sinkt und die Gefahr von Bauschäden auf Grund von Einbaufehlern kann reduziert werden.

**AGEPAN®**



Abb. 1:  
Agepan THD  
Holzfaserplatten der  
Firma Glunz AG  
(Bild: Glunz AG)



Abb. 2: Prüfung von Bauteilen im  
Doppelkammerklimaschrank (Bild: Pfriem)

# ADFORM



**Kontakt:**  
**ADFORM AG**  
 Advanced Forming of Metals and Ceramics  
 Am Werk 2  
 01259 Dresden  
 Dr. Karsten Pischang  
 Tel: +49-351-2 13 56 50  
 Fax: +49-351-2 13 56 55  
 E-Mail: [info@adform-ag.com](mailto:info@adform-ag.com)  
[www.adform-ag.com](http://www.adform-ag.com)


## Präzision hat einen Namen

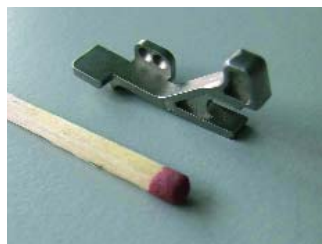
Die ADFORM AG produziert nach einem der fortschrittlichsten Fertigungsverfahren dem Pulverspritzgießen, metallische und keramische Bauteile, Strukturen und Halbzeuge.


Die ADFORM AG liefert höchste Präzision und engste Toleranzen. Möglich wird dies durch die Verwendung der derzeit besten Ausgangsprodukte auf dem internationalen Markt.

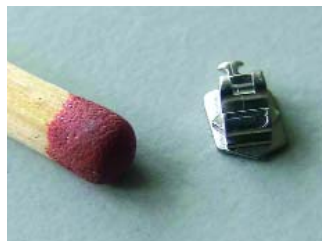
Die ADFORM AG garantiert höchste Flexibilität und die breiteste Werkstoffpalette von allen vergleichbaren Unternehmen.





 Spritzgießmaschine, Arburg Allrounder 320C Formgebung der Bauteile

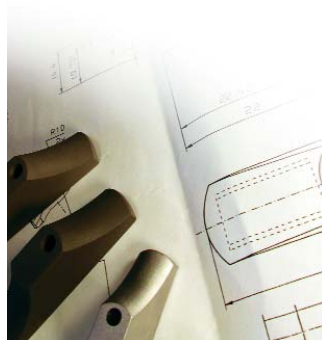


 Bauteil, als Fertigprodukt Anwendung im Jagdaffenbau



 Zahnmedizinisches Bauteil Fertigbauteil nach dem Prozess

 Vergleich der unterschiedlichen Prozessstufen: Grünteil und Fertigteil



advanced forming of metals and ceramics

## ADFORM AG: Ein innovatives Unternehmen

Die ADFORM AG ist eine Neugründung von Mitarbeitern der IMETA GmbH, ausgegründet aus der Technischen Universität Dresden und lange Zeit ansässig im TechnologieZentrumDresden.

Die Geschäftstätigkeit wurde 2002 aufgenommen. Das Stammteam besitzt umfangreiche Erfahrungen in der Forschung zur Pulvertechnologie und Sinter-technik seit 20 bzw. 10 Jahren. Die Ergebnisse sind heute mit der technologischen Umsetzung in neue Werkstoffkompositionen mit hervorragenden, den Anforderungen angepassten Eigenschaften sowie Produkten, höchster Präzision und bester Oberflächengüte sichtbar.

Die ADFORM AG, nunmehr auf einem neuen Standort produktiv, besitzt Anlagen, die dem neuesten Stand der Technik entsprechen und ihrem Profil spezifisch angepasst sind.

Wir stellen den Kundenwunsch in den Mittelpunkt der Arbeit. Unsere erfahrenen Mitarbeiter unterstützen Sie bei:

- der Werkstoffauswahl
- der technologiegerechten Konstruktion der Bauteile
- der Werkzeuggestaltung
- der Nachbehandlung der gesinterten Bauteile.

### Unsere Angebote:

- **Pulverspritzgießen (PIM):** das Fertigungsverfahren für (nahezu) grenzenlose Freiheit in Form und Material! – bevorzugt Metal Injection Moulding, jedoch auch Ceramic Injection Moulding. Die freie Formgebung komplex geformter Bauteile aus Metall und Keramik durch das Pulverspritzgießen (PIM) ist ein besonderes Merkmal des Fertigungsverfahrens. ADFORM verwendet ausschließlich Ausgangsstoffe höchster Qualität und erreicht dadurch eine hervorragende Ab-

bildegengenauigkeit, und extrem dünne Wandstärken (bis 0,2 mm).

- **Höchste Präzision** bei Toleranzen in bislang nicht erreichten Größenordnungen. Bei Nennmaßen bis 10 mm garantiert ADFORM Genauigkeiten von besser als 0,15% des Sollmaßes.
- **Beste Materialeigenschaften** hängen vom Werkstoff ab, nicht vom Verfahren. Bei erreichbaren Dichten von 96 - 100% der theoretischen Materialdichte sind die Eigenschaften mit konventionellen Werkstoffen vergleichbar.
- **Exzellente Oberflächengüte** von PIM-Teilen ohne nachträgliches Polieren. Je nach Feinheit der verwendeten Ausgangspulver sind Rauhtiefen von Ra 2.5 erreichbar.
- **Breite Werkstoffpalette:** Die ADFORM AG verfügt über eine umfassende Werkstoffpalette. Dazu gehören Stähle ebenso wie Buntmetalllegierungen, Hard- und Schwermetalle und Titan. Bei Keramiken stehen dem Kunden zahlreiche Oxid und Nichtoxidkeramiken zur Auswahl. Kundenwünsche nach Sonderlegierungen werden bei technischer Machbarkeit grundsätzlich erfüllt.
- **Rapid Prototyping:** RP von Bauteilen aus Metall oder Keramik ohne Formenbau aus dem Originalmaterial (innerhalb 14 Tagen) ist ein besonderes Angebot der ADFORM AG. Die Angabe des gewünschten Materials (Metall, Hartmetall, Keramik) und 3D Datensatz oder Zeichnung reichen für den Prozeß aus.
- **Ultraleichte Strukturen und Halbzeuge:** Hochporöse Formteile, Folien, Prägestrukturen über thermoplastische Formgebung werden über spezielle thermoplastische Formgebungsverfahren hergestellt. Hochporöse Formteile, Folien und Prägestrukturen sind Ergebnis dieser Formgebung und anschließender pulvermetallurgischer bzw. sintertechnischer Verarbeitung. ■





Die BTI Technologieagentur Dresden begann im Jahre 1994 die ersten Aktivitäten zur Entwicklung eines Beratungsangebotes zur Implementierung von Qualitätsmanagementsystemen (QMS) in kleinen und mittleren Unternehmen.

Voraussetzung dafür war, dass wir im Unternehmen über Mitarbeiter mit langjähriger praktischer Erfahrung auf diesem Gebiet verfügten. Zunächst wurden spezifische Beratungsinstrumente entwickelt und eine externe Qualifizierung zum aktuellsten Stand der QM-Anforderungen organisiert.



**Kontakt:**  
 BTI Technologieagentur Dresden GmbH  
 Gostritzer Str. 61-63  
 01217 Dresden  
 Dr. Jürgen Voigtländer  
 Ute Kedziarski  
 Tel.: +49-351-871-7564  
 Fax: +49-351-871-7556  
 E-Mail: voigtlaender@bti-dresden.de  
 www.bti-dresden.de

Wer aufhört, besser zu werden, hat aufgehört, gut zu sein. (Philip Rosenthal 1916 - 2001 Unternehmer)

## 10 Jahre QM-Beratung in der BTI GmbH

Im Jahre 1995 wurden die ersten Beratungsprojekte bearbeitet. Unsere ersten Kunden waren kleine und mittlere Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe in Dresden, Delitzsch, Görlitz und Lommatzsch. Inzwischen haben wir über 100 Beratungsprojekte mit insgesamt über 1000 Beratungstagen erfolgreich bearbeitet.

Mit zahlreichen Kunden arbeiten wir schon seit vielen Jahren bei der ständigen Weiterentwicklung ihres QMS zusammen. Das Leistungsangebot reicht von der Einführung von Qualitätsmanagementsystemen nach unterschiedlichen normativen Anforderungen wie DIN EN ISO 9001, VDA, QS 9000 und ISO/TS 16949 bis hin zur Implementierung verschiedenster QM-Techniken und -Methoden (z.B. Fertigungs- und Prüfplanung, Produkt- und Prozessfreigabeverfahren, Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalyse, Ursache-Wirkungs-Analyse) und der Integration von Umwelt- und Arbeitssicherheitsbelangen in das Managementsystem. Zu unseren Kunden zählen inzwischen auch viele Dienstleistungsunternehmen verschiedenster Branchen.

Unser Beratungsansatz orientiert sich an den acht grundlegenden Anforderungen an ein gut funktionierendes QMS:

**Kundenorientierung:** Organisationen hängen von ihren Kunden ab und sollten daher die jetzigen und künftigen Erfordernisse der Kunden verstehen, Kundenforderungen erfüllen und danach streben, die Erwartungen ihrer Kunden zu übertreffen.

**Führung:** Führungskräfte legen die Einheit der Zielsetzung, der Ausrichtung und das interne Umfeld der Organisation fest. Sie schaffen das Umfeld, in dem Menschen sich voll und ganz für die Erreichung der Ziele der Organisation einsetzen.

**Einbeziehung der Menschen:** Menschen sind auf allen Ebenen das Wesentliche einer Organisation, und ihre vollständige Einbeziehung gestattet die Nutzung ihrer Fähigkeiten zum größtmöglichen Nutzen der Organisation.

**Prozessorientierter Ansatz:** Ein gewünschtes Ergebnis lässt sich auf effizientere Weise erreichen, wenn zusammengehörige Mittel und Tätigkeiten als ein Prozess geleitet und gelenkt werden.

**Systemorientierter Managementansatz:** Das Erkennen, Verstehen, Leiten und Lenken eines Systems miteinander in Wechselbeziehung stehender Prozesse für ein gegebenes Ziel trägt zur Wirksamkeit und Effizienz der Organisation bei.

**Ständige Verbesserung:** Ein permanentes Ziel der Organisation ist ständige Verbesserung.

**Sachlicher Ansatz zur Entscheidungsfindung:** Wirksame Entscheidungen beruhen auf der logischen oder intuitiven Analyse von Daten und Informationen.

**Lieferantenbeziehungen zum gegenseitigen Nutzen:** Die Fähigkeit der Organisation und ihrer Lieferanten, Werte zu schaffen, werden durch Beziehungen zum gegenseitigen Nutzen gesteigert.

Gern sind wir bereit, mit Ihnen ein wirksames QMS in Ihrem Unternehmen aufzubauen oder weiter zu entwickeln.



Tätigkeiten bei der Abnahme von Reinraumanlagen (Quelle: Sempa Systems GmbH, Dresden; www.sempa.de)

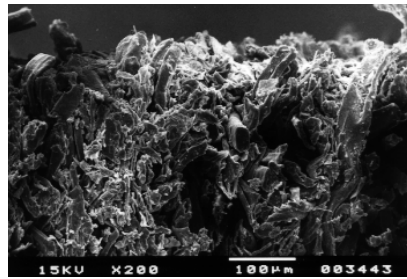


Abb 1a: Gefräste MDF-Oberfläche (REM-Aufnahme: Bäucker, TU Dresden)

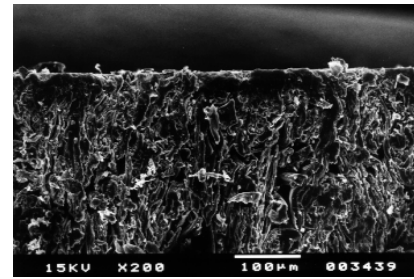


Abb. 1b: Geglättete MDF-Oberfläche

## Neues Verfahren zur Feinbearbeitung von Holzwerkstoffen Thermoglätten von MDF

An die Oberfläche von Möbeln und Innenausbauelementen werden immer höhere Anforderungen gestellt. Insbesondere 3D-Teile aus mitteldichter Faserplatte (MDF), z.B. Möbelfronten, müssen hinsichtlich Gestaltung und Oberflächenbeschichtung höchsten Anforderungen genügen. Aber die Beschichtung von profilierten MDF-Bauteilen mit Nasslack, Pulverlack oder Kunststoffolie setzt eine exzellent vorbereitete Holzwerkstoffoberfläche voraus. Im allgemeinen erfolgt diese Feinbearbeitung mittels Schleifen. Das hat den wesentlichen Nachteil,

- dass Partikel angeschnitten werden, die bei der nachfolgenden Beschichtung quellen,
- und damit einen Zwischenschliff sowie dickere Lackschichten erfordern Schleifstaub entsteht, der abgesaugt werden muss,
- die Oberfläche nicht verdichtet wird und damit mehrere Lackschichten notwendig sind.

Dieses als Thermoglätten bezeichnete Verfahren folgt nach der formgebenden Fräsbearbeitung und wird in der Regel auf der gleichen Maschine durchgeführt. Zum Glätten werden elektrisch beheizte Werkzeuge verwendet, die in der Profilkontur den Fräswerkzeugen ähneln. Die Werkzeugtemperaturen betragen ca. 350 °C. Der erforderliche Druck wird über die Zustellung der Werkzeuge erzeugt, die Zustellung beträgt ca. 0,2 mm. Unterschieden wird in **Fixglätten** und **Rollglätten**.

**Fixglätten** ist für CNC-Oberfräsmaschinen geeignet. Das Glättwerkzeug befindet sich in einem Adapter, der den Anschluss der Heizung und des Temperaturfühlers gewährleistet. Der Adapter kann entweder wie ein Fräswerkzeug in die Spindel gewechselt werden, oder er wird an einem gesonderten Träger am Support der Maschine befestigt. Beim Fixglätten konnten bisher Vorschubgeschwindigkeiten bis 8 m/min erreicht werden, in Abhängigkeit von den Anforderungen an die Profilloberfläche.

**Rollglätten** eignet sich für Durchlaufmaschinen wie Formatbearbeitungsmaschinen oder Vier-Seiten-Hobel. Zum Glätten werden elektrisch beheizte profilierte Rollen eingesetzt. In Abhängigkeit von der Anzahl der Rollen kann die Vorschubgeschwindigkeit gestaltet werden. In einer Laboranlage mit 6 Glättrollen wurden bei einer Werkzeugtemperatur von 350 °C Vorschubgeschwindigkeiten von 20 m/min erzielt. Zur industriellen Umsetzung des Verfahrens wird derzeit ein gemeinsames Projekt des ihd mit dem Institut für Holz und Papiertechnik der TU Dresden bearbeitet, in dem als Industriepartner die Firmen MAKa GmbH (Maschinenbau), AKE Knebel GmbH (Werkzeuge) sowie potenzielle Anwender und Hersteller von Beschichtungsmaterialien beteiligt sind. ■



Abb. 2: CNC-Oberfräsmaschine SC20T der Firma MAKa mit Glättadapter

Im Institut für Holztechnologie Dresden gGmbH wurde ein Feinbearbeitungsverfahren für profilierte Oberflächen entwickelt, das mittels Druck und Temperatur ein Glätten und Verdichten der Profilloberflächen bewirkt und damit wesentlich bessere Voraussetzungen für nachfolgende Beschichtungen



**Kontakt:**  
 Battery-Lab Rahner GmbH  
 Steffen Rahner  
 Gostritzer Str. 61-63  
 01217 Dresden  
 Tel.: +49-351-871-8305  
 Fax: +49-351-871-8321  
 E-Mail: info@battery-lab.de  
 www.battery-lab.de

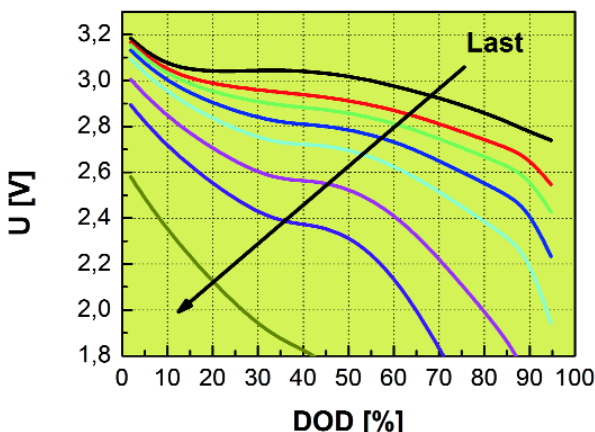


Abb. 1:  
 Spannung einer Lithiumbatterie  
 in Abhängigkeit vom Entladegrad  
 (DOD) und vom Laststrom

## Charakterisierung von Batterien und elektrochemischen Stromspeichern

Der Einsatz von Batterien und Akkumulatoren bestimmt zunehmend unser tägliches Umfeld. Häufig ist dabei der elektrochemische Energiespeicher schon ein entscheidender Kostenfaktor, insbesondere immer dann, wenn die in der jeweiligen Applikation eingesetzte Batterie langlebig (mindestens 6 - 10 Jahre) und zuverlässig sein soll. Kriterien hierfür sind das gewählte elektrochemische Speichersystem und damit die verfügbare Kapazität, die Selbstentladung und die Entwicklung des Innenwiderstandes während der Einsatzzeit.

Die Angaben des Batterieherstellers reichen oft nicht aus, um aus dem vorhandenen Batterieangebot das Optimum hinsichtlich Leistung und Preis für die jeweilige Applikation zu wählen. Battery-Lab bietet daher die Möglichkeit, Batterien fundiert zu prüfen und aus einem vorhandenen „Batterie-Pool“ die optimale Batterie auszuwählen. Die Basis bildet ein umfassendes Wissen der Mitarbeiter auf den Gebieten der elektrochemischen Energiespeicherung und Messtechnik.

Diese Herangehensweise soll am Beispiel von Lithiumbatterien erläutert werden. Zur Steuerung elektronischer Bauelemente (Mikroprozessoren etc.) benötigt man heute noch meistens eine Spannung über 2 bis 2,5 V, so dass häufig Lithiumsysteme in diesen Fällen gewählt werden. Mit zunehmendem Entladegrad (DOD) nimmt infolge elektrochemischer Prozesse im Inneren der Batterie der Innenwiderstand zu und damit die Lastspannung der Batterie ab (Abb. 1 und Abb. 2). Der effektive Innenwiderstand ist nicht nur temperaturabhängig, sondern hängt auch teilweise stark vom angelegten Laststrom ab. Die kritische Abschaltspannung von z.B. 2,5 V kann daher je nach Laststrom schon weit vor dem eigentlichen Ende der aus der Kapazität errechneten Lebensdauer erreicht werden.

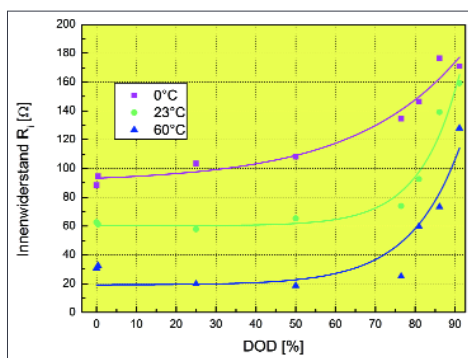


Abb. 2:  
 Innenwiderstand einer Lithiumbatterie  
 in Abhängigkeit vom Entladegrad und  
 der Temperatur bei konstantem Laststrom

Bei den häufig eingesetzten Lithium-Primärbatterien auf der Basis von Lithium-Braunstein ist man zudem nicht in der Lage, den aktuellen Entladegrad aus der Batteriespannung zu ermitteln. Battery-Lab hat ein Verfahren entwickelt, das mit einfachen Mitteln die Bestimmung des Entladegrades erlaubt. Die Transportprozesse und kinetischen Prozesse innerhalb der Aktivmaterialien sind in charakteristischer Weise vom Entladegrad abhängig und lassen sich so zu dessen Bestimmung heranziehen (Abb. 3).

Ziel solcher Untersuchungen ist es daher, ein gegebenes Batteriesystem applikationsnahe zu charakterisieren und Empfehlungen für seinen Einsatz abzuleiten.

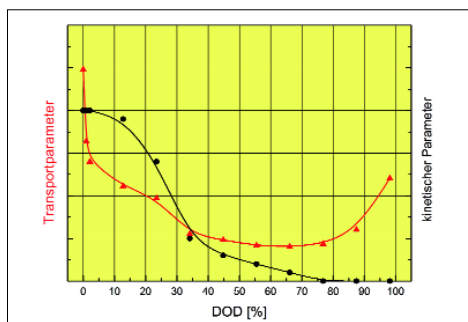


Abb. 3:  
 Ermittlung des Entladegrades  
 einer Lithium-Braunstein-Batterie  
 über systemspezifische Parameter





**Kontakt:**  
 Institut für Korrosionsschutz  
 Dresden GmbH  
 Gostritzer Straße 61-63  
 01217 Dresden  
 Ansprechpartner:  
 Geschäftsführer:  
 Dr.rer.nat. Wolf-Dieter Kaiser  
 Prokurist:  
 Dr.rer.nat. Andreas Schütz  
 Tel.: +49-351-871 7100  
 Fax: +49-351-871 7150  
 E-Mail: info@iks-dresden.de  
 www.iks-dresden.de

Das Institut für Korrosionsschutz Dresden ist der Partner für Forschung, Dienstleistung, Prüfung und Weiterbildung in den Bereichen Korrosion, Korrosionsschutz und Korrosionsanalytik mit praxisorientierter Ausrichtung. Die Werterhaltung von Bauwerken und Ausrüstungen durch einen wirksamen Schutz vor Korrosion ist eine wichtige Grundlage effektiven Wirtschaftens, wobei in zunehmendem Maße auch der Umweltschutz eine Rolle spielt. Das Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH ist seit über 35 Jahren als Transferzentrum Mittler zwischen Forschung und Praxis. Partner des Institutes sind sowohl kleine und mittelständischen Unternehmen der metallverarbeitenden Industrie, des Bauwesens, der Wasserversorgung, der Energiewirtschaft als auch Großunternehmen, Universitäten, Behörden und Verbände.



Gewährleistung der Trinkwasserqualität

## Neue Anlage für Untersuchungen von Korrosion und Wasserbeschaffenheit in Trinkwasserinstallationen

Institut im Verbund  
 der Technischen Akademie  
 Wuppertal e. V.

Neben vielfältigen Möglichkeiten der Korrosionsuntersuchungen an beschichteten/unbeschichteten und mit metallischen Überzügen versehenen Werkstoffen können am IKS auch spezielle Problemstellungen bearbeitet werden.

Mit den Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass Sulfat in annähernd kohlenstoffdioxidfreiem aufbereiteten Oberflächenwasser nicht zur Erhöhung der Kupferlöslichkeit führt, während Chlorid und Hydrogencarbonat die Kupferlöslichkeit senken können. Höhere Kupferwerte in Wässern mit vergleichbarer Anionenkonzentration stehen im Zusammenhang mit höheren Gehalten an Kohlenstoffdioxid.

Durch Dosierung von Orthophosphat kann die Kupferlöslichkeit sofort vermindert werden. Die IKS-Versuchsanlagen empfehlen sich damit auch für die Bewertung der Wirksamkeit von Korrosionsinhibitoren. Zur Abschätzung der mittleren Belastung des Trinkwassers mit Kupfer eignet sich sein 4-Stunden-Stagnationswert. Dieses Ergebnis fand bereits Eingang in die Empfehlung des Umweltbundesamtes „Beurteilung der Trinkwasserqualität hinsichtlich der Parameter Blei, Kupfer und Nickel“.



Abb. 2:  
 Versuchsanlage zur Prüfung  
 der Veränderung der  
 Trinkwasserbeschaffenheit  
 nach DIN 50931-1

Im Projekt „Einfluss der Neutralsalze auf die Korrosion von Kupfer in der Trinkwasser-Hausinstallation“ (Reg.-Nr. 62/01) wurden Versuchsanlagen nach DIN 50931-1 zur Prüfung der korrosionsbedingten Veränderung der Trinkwasserbeschaffenheit bei Kontakt des Trinkwassers mit metallischen Werkstoffen errichtet und die Kupferabgabe von Kupferrohren in Modell- und Praxiswässern untersucht.

Durch die computergestützte Steuerung bei den IKS-Versuchsanlagen wird ein hoher Automatisierungsgrad erreicht. Die IKS-Versuchsanlagen gehören zu den modernsten Anlagen nach DIN 50931-1 in der Bundesrepublik Deutschland. Das Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH ist damit in der Lage, Herstellern von Kupfer-, Messing- und Rotgusszeugnissen umfangreiche Möglichkeiten zur Prüfung ihrer Produkte auf Einhaltung der in der novellierten Trinkwasserverordnung geforderten Grenzwerte, insbesondere für Kupfer, Blei, Nickel und Arsen anzubieten.



Abb. 1 (oben) und 3:  
 Korrosionsschutz von Stahlbauten

Akkreditiert für Prüfungen in den  
 Bereichen Korrosion, Korrosionsschutz  
 und Korrosionsanalytik  
 durch

DEUTSCHES  
 AKKREDITIERUNGSSYSTEM  
 PRÜFWESEN GMBH **DAP**  
 DAR-Registriernummer: DAP-PL-1131.00

sowie  
 anerkannte Prüfstelle nach  
 ZTV-KOR-Stahlbauten und  
 TL/TP-KOR-Stahlbauten durch die  
 Bundesanstalt für Straßenwesen

**bast**



Neue Technologien  
für Menschen und  
Märkte.

**SPVA - Sächsische PatentVerwertungsAgentur  
Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer  
der TU Dresden mbH**

Chemnitzer Straße 48 b • 01187 Dresden

Telefon (03 51) 87 34 17 25

e-mail [spva@GWTonline.de](mailto:spva@GWTonline.de)

Fax (03 51) 87 34 17 22

Internet [www.SPVA.de](http://www.SPVA.de)