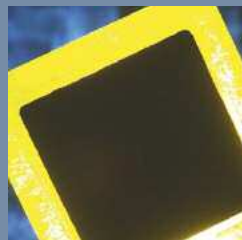
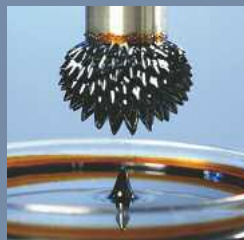




Werkstoffinnovationen aus Hessen - Potenziale für Unternehmen



An **Hessen** führt kein Weg vorbei.

Werkstoffinnovationen aus Hessen - Potenziale für Unternehmen

Band 10 der Schriftenreihe
der Aktionslinie Hessen-Nanotech

Impressum

Werkstoffinnovationen aus Hessen - Potenziale für Unternehmen

Band 10 der Schriftenreihe der Aktionslinie
Hessen-Nanotech des Hessischen Ministeriums
für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung

Erstellt von:

Dr.-Ing. Karen Otten
Dr. Bernd Steingrobe
Projekträger Jülich - PtJ
Geschäftsbereich NMT - Neue Materialien und Chemie
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Redaktion:

Sebastian Hummel
(Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung)
Dr. Rainer Waldschmidt,
Alexander Bracht, Markus Lämmer
(Hessen Agentur, Hessen-Nanotech)

Herausgeber:

HA Hessen Agentur GmbH
Abraham-Lincoln-Straße 38-42
65189 Wiesbaden
Telefon 0611 774-8614
Telefax 0611 774-8620
www.hessen-agentur.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für
die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit
der Angaben. Die in der Veröffentlichung geäußerten
Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Mei-
nung des Herausgebers übereinstimmen.

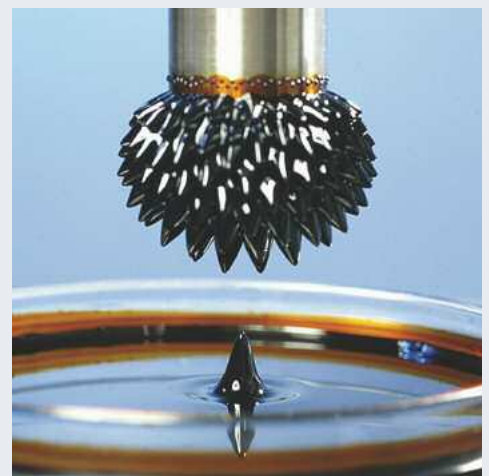
© Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
www.wirtschaft.hessen.de

Vervielfältigung und Nachdruck -
auch auszugsweise - nur nach vorheriger
schriftlicher Genehmigung.

Gestaltung: WerbeAtelier Theißen, Lohfelden
Druck: Druckerei ausDRUCK, Kassel

www.hessen-nanotech.de

August 2008



Quelle: Evonik Industries AG

Abbildungen Cover
oben: Heraeus
unten links: Evonik Industries AG
unten mitte: BASF Fuel Cell
unten rechts: Fraunhofer IST

Inhalt

	Vorwort	2
1	Werkstoffland Hessen: Erfolge in Werkstoffprogrammen des Bundes	4
2	Starke Position der deutschen Werkstofftechnologien	6
3	Beispiele für Materialforschungskonzepte Erfolgsgeschichten aus Hessen	17
	Seidel GmbH + Co. (Marburg)	18
	Fludicon GmbH (Darmstadt)	20
	Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (Gießen)	22
	Evonik Industries AG (Hanau)	24
	Volkswagen AG (Kassel)	26
	Heraeus Holding GmbH (Hanau)	28
4	Anhang	30



Dr. Alois Rhiel

Hessischer Minister für
Wirtschaft, Verkehr und
Landesentwicklung

Werkstoffinnovationen haben das Potenzial, Umweltbelastungen zu reduzieren, Ressourcen zu schonen, Produkte sicherer zu machen und Lebensqualität zu erhöhen. Rund 70 Prozent aller technischen Innovationen hängen direkt oder indirekt von den Eigenschaften der verwendeten Materialien ab.

Die Entwicklung und Anwendung neuer leistungsfähiger Werkstoffe gibt unserer Industriegesellschaft daher immer wieder nachhaltige technologisch-wirtschaftliche Impulse. Dies gilt vor allem für die Automobilindustrie, den Maschinenbau, die Informations- und Kommunikationstechnologien, die Elektrotechnik und die Chemieindustrie. Nach Angaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erzielen die werkstoffbasierten Branchen in Deutschland zusammen einen jährlichen Umsatz von nahezu 1.000 Milliarden Euro und beschäftigen rund 5 Millionen Menschen. Innovationen im Werkstoffbereich sind in diesen Branchen häufig die treibende Kraft für Produktentwicklungen und der Schlüssel für eine bessere Wettbewerbsposition der Industrie.

Die vorliegende Broschüre soll die wirtschaftlichen Chancen der Werkstofftechnik aufzeigen, insbesondere deren hohe Anwendungspotenziale als klassische Querschnittstechnologie. Außerdem soll die Broschüre gerade auch den kleinen und mittleren Unternehmen in Hessen Wege aufzeigen, wie man mit neuen Werkstoffen innovative Produkte und effiziente Prozesse generieren kann. Und sie soll Anregungen zur Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft liefern.

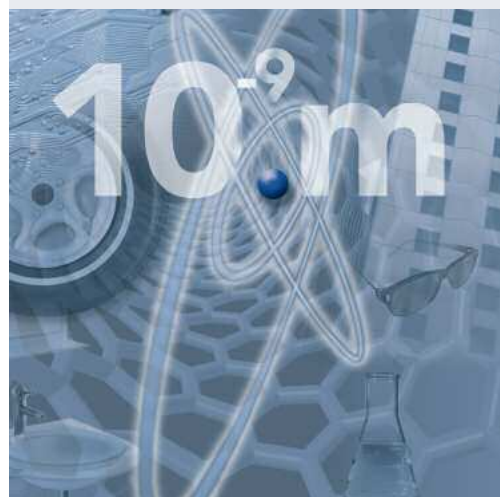
Seit Jahren beteiligen sich Unternehmen aus Hessen intensiv an den Werkstoffprogrammen des Bundes. Im Jahrbuch 2007 des Werkstoffprogramms „WING - Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“ des BMBF wird Hessen im Ranking der Bundesländer mit einem überdurchschnittlichen Anteil von fast 11 Prozent am Jahresbudget geführt. Die Förderung für diese Vorhaben beläuft sich insgesamt auf etwa 37 Millionen Euro. Dies zeigt, dass in Hessen eine schlagkräftige werkstoffbasierte Industrielandschaft in der Lage ist, starke Impulse auch weit über die Landesgrenzen hinweg zu setzen.

Ziel der vorliegenden Broschüre ist es, Unternehmen exemplarisch die Möglichkeiten aufzuzeigen, die öffentlich geförderte FuE-Projekte im Bereich der Werkstoffinnovationen bieten können. Es wird eine Übersicht über hessische Projektbeteiligungen gegeben und darüber hinaus an Einzelbeispielen gezeigt, welche große Hebelwirkung erfolgreiche Werkstoffprojekte in Unternehmen haben können. Die Broschüre konzentriert sich daher nicht auf bestimmte Branchen, sondern erfasst die gesamte Bandbreite der heimischen Industrielandschaft.

Neben der klassischen Werkstoffeinteilung in Metalle, Keramik und Polymere spielt insbesondere auch die Nanotechnologie eine wichtige Rolle. Hier hat Hessen in Wissenschaft und Wirtschaft eine führende Stellung und ist Standort eines Clusters international bedeutender Unternehmen und Einrichtungen. Diese Vorteile gilt es im Interesse des Standorts intensiv zu nutzen.



Dr. Alois Rhiel
Hessischer Minister für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung



1 Werkstoffland Hessen: Erfolge in Werkstoffprogrammen des Bundes

Neue Materialien und Werkstoffe besitzen eine entscheidende Schrittmacherrolle für technologische Neuerungen und Produktinnovationen. Weltweit wird diesem Grundsatz dadurch Rechnung getragen, dass Industriestaaten kontinuierlich intensive Anstrengungen unternehmen, neue Werkstoffe mit verbesserten Eigenschaften zu entwickeln. Dies trifft insbesondere für das Hochtechnologieland Deutschland zu. Hessen verfügt im Bereich neuer Werkstoffe über eine herausragende wissenschaftliche und industrielle Struktur mit einer Mischung aus kleinen und mittelständischen Unternehmen und der Großindustrie.

Mit rund 6 Millionen Einwohnern (= 7,3% der Einwohner Deutschlands) erwirtschaftete Hessen über 36.000 Euro Bruttoinlandsprodukt je Einwohner im Jahr 2007 (www.statistik-hessen.de). Damit steht Hessen seit Jahren an der Spitze der deutschen Flächenländer und liegt rund 22% über dem Bundesdurchschnitt. Eine solche Wirtschaftsleistung muss durch Forschungsarbeiten intensiv vorbereitet werden. Deshalb setzen zukunftsorientierte Unternehmen zunehmend auf Forschungs Kooperationen. Diese Kooperationen können sowohl zwischen Unternehmen als auch von Unternehmen mit Forschungseinrichtungen vereinbart sein. Auch Förderstellen wie Bundes- oder Landesministerien, die Europäische Union oder die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) setzen zunehmend auf Verbundforschung, die sich an geschlossenen Wertschöpfungsketten orientiert. Dies hat sich in der Vergangenheit als besonders effektiv erwiesen, da so die besten Chancen bestehen, werkstoffliche Neuerungen zügig in neue Produkte umzusetzen.



Quelle: SusTech GmbH & Co. KG

Förderung der Werkstoffentwicklung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Im Rahmen des seit 2004 laufenden Programms „WING - Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“ fördert der Bund Materialentwicklungen und das interdisziplinäre Forschungsfeld Nanotechnologie. Das Rahmenprogramm WING ist ausgerichtet auf die Stärkung der Innovationskraft der Unternehmen unter Berücksichtigung des gesellschaftlichen Bedarfs und der Nutzung von Forschung und Technologie für nachhaltige Entwicklungen.

Nach üblicherweise dreijähriger Laufzeit der Projekte stehen häufig einsatzbereite neue Werkstoffe mit ihren Be- und Verarbeitungsverfahren zur Verfügung. Die rasche Umsetzung der Forschungsergebnisse in neue Produkte ist somit ein wichtiges Kriterium für den messbaren Erfolg eines WING-Projektes. Zusätzlich wird die Beteiligung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) aktiv unterstützt, um die Breitenwirkung des Förderprogramms zu unterstreichen. Im Jahr 2007 wurden 505 Wirtschaftsunternehmen mit einer Gesamtzuwendung von 187 Millionen Euro gefördert. Davon zählten im Bewilligungszeitraum 256 Unternehmen (51%) zur Kategorie kleine und mittlere Unternehmen gemäß EU-Definition*. Diese KMU erhalten ca. 37% der Fördermittel der Empfängergruppe Wirtschaftsunternehmen. Damit setzt sich der Trend im WING-Programm fort, dass sich zunehmend KMU am Innovationsprozess beteiligen und erfolgreich Förderprojekte durchführen.

Die Förderaktivitäten konzentrieren sich vornehmlich auf Themen wie Ressourceneffizienz, Gesundheit, Mobilität und Information/Kommunikation. Die Wettbewerbsfähigkeit der Industriebranchen soll durch Werkstofftechnologien noch stärker unterstützt werden, die Bedingungen für Umwelt und Gesundheit verbessert und insgesamt die energetische und stoffliche Ressourceneffizienz industrieller Produkte und Prozesse erhöht werden. Das WING-Programm ist eingebettet in die „Hightech-Strategie für Deutschland“ der Bundesregierung, die auf die Erschließung neuer Märkte durch Produktinnovationen ausgerichtet ist.

Das Programm soll Großindustrie, KMU und Forschungseinrichtungen in Erfolg versprechenden Projekten unterstützen, wenn sie das Forschungsrisiko nicht allein tragen können. Grundgedanke der Kooperationen ist die Wertschöpfungskette, die durch ein Ineinandergreifen von Grundlagenforschung, anwendungsorientierter Werkstoffentwicklung und Marktumsetzung realisiert wird. 2007 wurden im Rahmenprogramm WING 197 Verbundprojekte/Themen (bestehend aus 812 Einzelbewilligungen) mit einer Gesamtzuwendung von 352,5 Millionen Euro gefördert. Fast 11% der Gesamtzuwendung fließen jährlich nach Hessen. Von den 197 Projekten wurden 50 im Jahr 2007 neu begonnen. Der übliche Förderzeitraum eines Projektes beträgt drei Jahre; an einem Verbundprojekt beteiligen sich im Durchschnitt ca. vier Partner. Die durchschnittliche Zuwendung pro Einzelbewilligung beträgt ca. 434.000 Euro.

* <http://eur-lex.europa.eu> oder www.foerderinfo.bmbf.de/de/165.php

2 Starke Position der deutschen Werkstofftechnologien

Allein seit dem Jahre 2000 waren hessische Unternehmen an über 100 durch das BMBF im Werkstoffbereich geförderten Projekten beteiligt. Dies ist ein Beleg für die hohe Forschungsintensität hessischer Unternehmen, denn Beteiligungen an bundesweit aufgestellten Verbundprojekten erfordern immer auch flankierende unternehmensinterne Forschungsarbeiten. Gleichzeitig belegt diese hohe Zahl aber auch die wirtschaftliche Attraktivität und Zukunftsfähigkeit der Forschungsthemen.

Beispielhaft hierfür ist die Nanotechnologie. Die Nanotechnologie befasst sich mit Strukturen und Partikeln, die nur ein Tausendstel der Breite eines menschlichen Haares ausmachen. Auf diesem Größenmaßstab werden Werkstoffpartikel synthetisiert, die einem Material oder einer Beschichtung völlig neue Eigenschaften zuweisen. Auf dieser Basis können Produkte entstehen, die am Markt etablierte Güter verbessern oder ihnen weit überlegen sind. Bereits heute können nahezu 1.000 Nanotechnologie-Produkte aus fast allen Bereichen des täglichen Lebens (Kosmetik, Medizin, Optik, Haushaltsmittel, Pflegeprodukte, Automobilkomponenten etc.) gekauft werden. Deutschland ist eine europaweit führende Industrienation auf dem Gebiet der Nanotechnologie. Jedes zweite europäische Nanotechnologie-Unternehmen hat seinen Sitz in Deutschland. In Deutschland bildet Hessen einen deutlichen Schwerpunkt, denn 16% der Nanotechnologie-Firmen sind hier beheimatet.

Die deutschen Werkstofftechnologien haben im internationalen Vergleich eine hervorragende Position und sind ein bedeutender Technologietreiber für Anwendungsbranchen; dies bestätigt auch eine Technologiestudie der Boston-Consulting Group („Innovationsstandort Deutschland - quo vadis?“ /1/). Deutschland hält nicht zuletzt wegen dieser guten Werkstoffbasis Spitzenpositionen in der Automobil- und Energietechnik, in der Luftfahrt und im Maschinenbau.

Die werkstoffbasierten Stärken liegen zum Beispiel im Leichtbau (Leichtmetalle, hochfeste Stähle, Spezialkunststoffe, Hybridwerkstoffe), in der chemischen Industrie (Kunststoffverarbeitung, Katalysatoren) oder in der Nanotechnologie (Nanomaterialien, Nanoanalytik, Nanoproduktion). Von neuen Werkstoffen im Automobilbau wird beispielsweise erwartet, dass sie für die künftigen Herausforderungen - wie eine höhere Energieeffizienz und damit weitere Senkung der Kohlendioxid-Emissionen bei gleichzeitiger Leistungssteigerung und erhöhter Sicherheit - einen erheblichen Beitrag liefern.

Beispiele für Schlüsselfunktionen von neuen Werkstoffen zeigen sich unter anderem darin, dass innovative Werkstoffe die Basis bilden für neue Produkte: zum Beispiel im Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Medizin-, Energie-, Informations- und Kommunikationstechnik sowie im Automobilbau. Das gleiche gilt auch für Fortschritte in der Umwelt- und Biotechnologie. Höchste Festigkeiten oder auch Anwendungen im Hochtemperaturbereich sind ohne Neu- bzw. Weiterentwicklungen über die bestehenden Grenzen hinaus undenkbar. Die Entwicklung der Werkstoffe vollzieht sich dabei zum einen durch schrittweise Weiterentwicklung in den konventionellen Werkstoffklassen und zum anderen auf der Grundlage neuer, innovativer Werkstoffkonzepte, wie zum Beispiel maßgeschneiderter Werkstoffe/Verbundwerkstoffe.

Entwicklungen in den konventionellen Werkstoffklassen

Bei der Beurteilung der Entwicklungen in den konventionellen Werkstoffklassen (Metalle, Kunststoffe, Keramiken) zeigt sich, dass Metalle auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen werden. Im Bereich des Leichtbaus hat es zum Beispiel in den letzten Jahren einen enormen Wissensfortschritt bei der Herstellung von leistungsstarken Aluminiumbauteilen gegeben. Gerade vor dem Hintergrund rasant gestiegener Rohstoff- und Energiepreise gewinnen Leichtbaukonzepte zunehmend an Bedeutung. Durch Fortschritte im Leichtbau soll es künftig möglich sein, das Gewicht von Fahrzeugen deutlich zu reduzieren, ohne bei der Sicherheit oder Leistungsfähigkeit Abstriche machen zu müssen. Durch die innovative Konstruktion von Leichtbauwerkstoffen weisen diese trotz ihres geringen Gewichts eine große Stabilität auf. Im Bereich der Motor- und Fahrwerkskomponenten findet man noch weitere Entwicklungen im metallischen Leichtbau, so zum Beispiel bei Getriebegehäusen aus Magnesium, Pleueln aus Titan, Ventilen und Turboladerrotoren aus Titanaluminid oder bei Bremscheiben aus partikelverstärktem Aluminium.

Unter den traditionellen Werkstoffklassen kann man bei den Kunststoffen in den letzten Jahrzehnten den stärksten Innovationszuwachs verzeichnen. Um neue Einsatzfelder zu erschließen, werden neue Kunststoffe entwickelt bzw. herkömmliche Werkstoffe durch neue Produktionsverfahren für die gewünschte Anwendung maßgeschneidert. Die weitere Entwicklung der Kunststoffe wird sich in der Zukunft dabei weniger der Synthese chemisch ganz neuer Verbindungen, sondern der Beeinflussung der Mikrostrukturen und einer Kombination bereits bekannter Verbindungen widmen. Das Hauptziel besteht hierbei vor allem in einer Erhöhung der Festigkeit und einer Zunahme der Einsatztemperatur. Wachsende Bedeutung erlangen darüber hinaus insbesondere Kunststoffe mit funktionalen Eigen-

schaften. Nennenswerte Beispiele sind die Permeationsfähigkeiten von nanoporösen Kunststoffen zur Gasseparation für die sogenannten CO₂-freien Kraftwerke und die semipermeablen Membranwerkstoffe aus thermoplastischen Kunststoffen für den Einsatz in Brennstoffzellen (PEM - Polymer Electrolyte Membrane). Ein weiterer großer Schwerpunkt der Kunststoffe mit funktionalen Eigenschaften sind elektrisch leitende Kunststoffe für die Polymerelektronik. Kunststoffe bieten aufgrund ihrer vielschichtigen und einstellbaren Eigenschaften für viele Bereiche die optimale Lösung. Bei neu entwickelten oder modifizierten Kunststoffen mit verbesserten Funktionseigenschaften sind mit der Synthese aber auch immer die Fertigungs- bzw. die Verarbeitungsprozesse von entscheidender Bedeutung für die Endigenschaften des Produkts.

In der dritten konventionellen Werkstoffklasse, den Keramiken, bilden insbesondere die technischen Keramiken einen großen Schwerpunkt in der Forschung und Entwicklung. Durch die Weiterentwicklung der technischen Keramiken ergeben sich neben den traditionellen Anwendungsfeldern von Keramiken neue Applikationsmöglichkeiten als Konstruktionswerkstoff. Durch die Verringerung der Sprödigkeit und Erhöhung der Zuverlässigkeit, insbesondere durch eine Erhöhung der Fertigungsqualität und einer Optimierung der Gefüge, können innovative Keramiken in vielen technischen Bereichen eingesetzt werden. Die sehr guten thermischen Eigenschaften sind insbesondere für keramische Schichten als Wärmedämmung von Bedeutung. Auch auf dem Gebiet der keramischen faserverstärkten Verbundwerkstoffe (Ceramic Matrix Composites - CMC) zeichnen sich - neben bekannten Einsatzgebieten von Kohlenstoff/Siliziumcarbid (C/SiC)-Verbundwerkstoffen im Bereich der Luft- und Raumfahrt als Thermalschutzsysteme - neue Applikationsfelder im Turbinenbau und in mobilen Verkehrs-

systemen sowie in stationären Maschinen und Anlagen ab. Für Anwendungen in Gasturbinen ist die Verwendung von oxidischen CMCs aktueller Stand der Entwicklung. Neuere Entwicklungsansätze dazu gehen in Richtung hochporöser Matrices und zielen auf geeignete oxidische Grenzschichten ab. Es existieren bereits neuentwickelte faserverstärkte oxidische Faserverbundwerkstoffe mit hoher Porosität der Matrix. Diese Werkstoffe verfügen über eine sehr gute Korrosions- und Temperaturwechselbeständigkeit sowie Schadenstoleranz. Weitere Entwicklungen gehen in Richtung von flexiblen Keramikfolien (Verbund aus Polymer und Keramik) mit Dicken im Bereich von 200 µm bis 2 mm für die Mikroelektronik oder Sensorik.

Gelingt es nicht, ein homogenes Material aus einer der drei klassischen Werkstoffklassen mit allen gewünschten Eigenschaften zu erzeugen, so lassen sich häufig Lösungen mit einem Verbundwerkstoff generieren. Die Eigenschaften der einzelnen Materialkomponenten ergänzen sich hierbei idealerweise gegenseitig, wie zum Beispiel bei einem faserverstärkten Werkstoff. Die Trends der Weiterentwicklung der Verbundwerkstoffe gehen dabei in die Richtung der Entwicklung dreidimensionaler Faserstrukturen zur multi-direktionalen Verstärkung, hybrider Verbunde mit verschiedenartigen Fasern bzw. Werkstoffgruppen, Schichtverbunden mit gradiertem Eigenschaftsprofil und der Einbindung sensorischer oder aktorischer Komponenten in intelligenten Werkstoffen (smart materials).

Natürliche und biomimetische Werkstoffe

Eine noch relativ neue Entwicklungsrichtung der Werkstofftechnologien sind die natürlichen und biomimetischen Werkstoffe, wobei aktuell vor allem aus ökologischen Gründen natürliche Werkstoffe wie Holz oder Pflanzenfasern wieder stärker in den Vordergrund des Interesses rücken.

Nachwachsende Rohstoffe sind ein wichtiger Baustein in Richtung einer nachhaltigen, Ressourcen schonenden Entwicklung. So stehen zum Beispiel mit den Naturfasern Werkstoffe zur Verfügung, die mit konventionellen Verstärkungsfasern vergleichbar sind, wenn man sie in Kunststoffe einbettet. Es lassen sich damit Bauteile mit beachtlichen Festigkeiten, hohen Steifigkeiten und Formstabilitäten bei geringem Gewicht herstellen. Zukunftschancen werden für dieses Naturmaterial in der Synthese neuer Produkte mit bekannten Anwendungen oder neuen Anwendungen gesehen. Faserverbundwerkstoffe mit Naturfasern wie Hanf und Flachs können mit synthetischen Kunststoffen als Matrixwerkstoffe für Konstruktionswerkstoffe eingesetzt werden, die in ihren Eigenschaften an die der Glasfaserverbundwerkstoffe heranreichen.

Ein großes technisches Potenzial von Naturwerkstoffen liegt in der Übertragung ihrer Funktion als Vorbild für neue Lösungen und Konzepte für werkstofftechnische Anwendungen. Die sogenannte Biomimetik (Bionik) befasst sich mit der Erforschung und systematischen Übertragung von Konstruktionsprinzipien und Problemlösungen aus der Natur in technische Anwendungen. Die Biomimetik ist ein interdisziplinärer Bereich, in dem Naturwissenschaftler und Ingenieure eng zusammen arbeiten. Ein sehr frühes Beispiel für die Biomimetikforschung ist die Entwicklung des Klettverschlusses, der nach dem Vorbild der Klettfrüchte 1956 von George de Mestral entwickelt wurde. Neben den schon länger erforschten Strukturwerkstoffen wächst inzwischen auch das Interesse an biomimetischen Funktionswerkstoffen. Es wird zum Beispiel die Nutzung der biologischen / chemischen Reaktionen von Gewebe und Zellen für adaptive faserverstärkte Werkstoffe untersucht.

Schlüsselrolle der Nanotechnologie

Bei der Entwicklung neuer Werkstoffe kommt der Nanotechnologie eine Schlüsselrolle zu. Die Nanotechnologie hat in den letzten Jahren grundlegend neue Erkenntnisse für die Werkstoffforschung erbracht und bietet in diesem Bereich auch weiterhin ein großes Potenzial für neue Entwicklungen und Verbesserungen. Ein besonderes Kennzeichen der Nanotechnologie ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Physik, Chemie, Biologie und Ingenieurwissenschaften. Auf der Ebene der Nanodimensionen (ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter) gelten physikalische Gesetze, die mit der makroskopischen (Schul-) Physik bisweilen nichts mehr zu tun haben. Bekannte Materialien weisen im Nanometerbereich ganz neue Eigenschaften auf, die es für technische Anwendungen nutzbar zu machen gilt.

Ein besonders interessanter Forschungsbereich der Nanotechnologie sind die sogenannten Nanopartikel, da sie ein enormes Anwendungsspektrum aufweisen. Das liegt zum einen an ihren ganz neuen Eigenschaften und zum anderen an ihrer, verglichen mit Partikeln im Mikrometermaßstab, deutlich erhöhten Reaktivität. Mittlerweile kann die Wissenschaft Nanopartikel für unterschiedliche Zwecke und Anwendungen „maßschneidern“ und so für viele Anwendungen den optimalen Werkstoff bereitstellen. Nanopartikel eignen sich zum Beispiel hervorragend als Füllstoffe für Kunststoffe, die dadurch stabiler, verschleißfester oder temperaturbeständiger werden. Nanopartikel sind kleiner als

die Wellenlänge des sichtbaren Lichts und bleiben somit für das menschliche Auge unsichtbar. Einsatz finden solche nanopartikelverstärkten Kunststoffe unter anderem in transparenten, kratzfesten Autocheinwerfer-Abdeckungen, die an dieser Stelle die das schwere Glas im Automobil verdrängt haben, und als bruchfeste, nicht reflektierende Brillen oder Linsen.

Neben Nanopartikeln (3D) finden auch die Nanofasern (2D) große Beachtung in der aktuellen Forschung. Die wohl bekanntesten Nanofasern sind momentan die sogenannten Carbon Nanotubes (CNT), die als mehrwandige CNTs mittlerweile im industriellen Maßstab für den großtechnischen Einsatz hergestellt werden und besondere Eigenschaften aufweisen: CNTs sind je nach Struktur halbleitend wie Silizium oder extrem leitend (tausendfache Leitfähigkeit von Kupfer). Sie leiten die Wärme besser als der beste Wärmeleiter Diamant und sind zwanzigmal so zugfest wie Stahl.

Die Entwicklung und Herstellung neuartiger Schichten und Oberflächen (1D) stellen einen weiteren wichtigen Zweig der Nanotechnologie dar. Hier öffnet sich eine ganze Reihe interessanter Forschungs- und Arbeitsgebiete. Im Automobilbau sind die Nanoschichten zum Beispiel für die Sensorik, bei Verschleißschutzschichten und vor allem bei der Verringerung von Reibungsverlusten von großem Interesse.

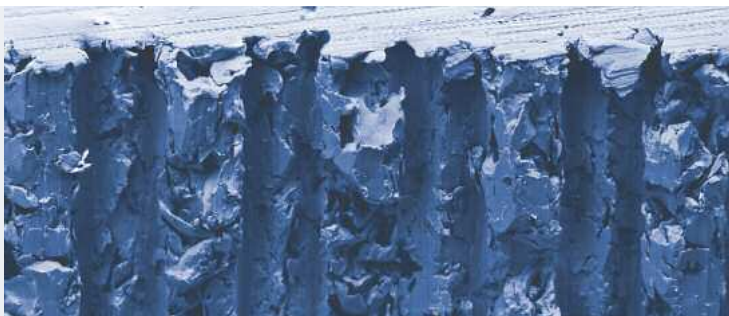


Abb. 1 (zu Seite 11):
Schwalbenschwanzprofil einer aufgerauten Grauguss-Oberfläche:
Die Topografie entscheidet über die Haftzugfestigkeit der aufgetragenen Spritzschicht.

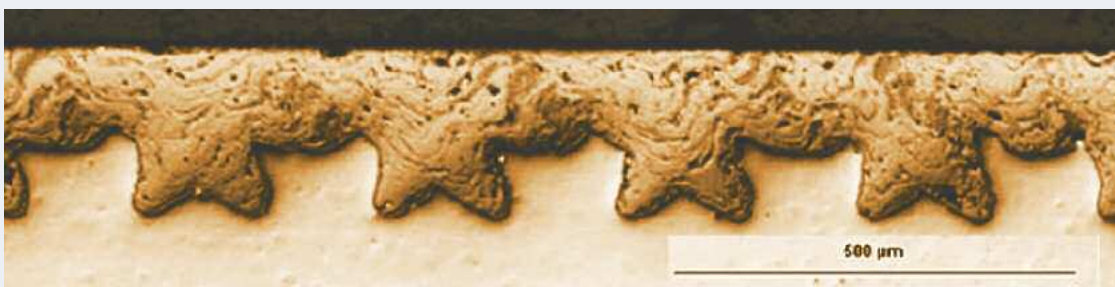


Abb. 2 (zu Seite 11):
Mikrogefügeaufnahme der PTWA-gespritzten Schicht auf einer mit Schwalbenschwanzprofil aufgerauten Oberfläche (PTWA bedeutet Plasma Transfer Wire Arc).

Beispiele für besonders erfolgreiche, öffentlich geförderte Werkstoff-Projekte

Es sind vor allem Werkstoffinnovationen, die zu Produktinnovationen führen, auch wenn Werkstoffe im öffentlichen Bewusstsein im Vergleich zu den Produkten oder Gebrauchsgegenständen, die aus ihnen gefertigt sind, oft im Hintergrund stehen. Eine Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft in der Werkstoffforschung erhöht das Innovations-tempo hin zu neuen Produkten, da sich die verschiedenen Denkansätze und Vorgehensweisen sinnvoll ergänzen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen können durch die Zusammenarbeit in Verbundprojekten Teile ihrer Entwicklungsaufgaben auf die Hochschulpartner und Forschungseinrichtungen übertragen. Statt Forschung unter hohem Aufwand von Zeit, Personal und Kosten selbst zu etablieren, können Unternehmen auf erfahrene Forschungspartner zurückgreifen. Umgekehrt erhalten die Hochschulen und Forschungseinrichtungen finanzielle Unterstützung von der Industrie, was die eigenen Etats entlastet und internationale Spitzenforschung in Deutschland fördert. Schließlich gelangen Forschungsergebnisse und technologische Entwicklungen durch den Verbund mit der Industrie aus der Wissenschaft schneller in den Produktions- und Vermarktungsprozess. Ein entscheidender Vorteil für alle Beteiligten und die „Industriegesellschaft“.

Die gemeinsame Forschung und Entwicklung in Verbänden kann durch öffentliche Fördermittel unterstützt werden. Dass sich eine Beteiligung an werkstofforientierten Förderprogrammen nicht nur für Hochschulen und Forschungseinrichtungen, sondern ganz besonders auch für Unternehmen lohnt, zeigen die zahlreichen positiven Erfahrungen aus dem Werkstoffprogramm WING des BMBF. Über drei herausragende Beispiele von Projektförderungen in Hessen wird auf den folgenden Seiten berichtet. Die vorgestellten Projekte zeichnen sich durch ihren besonders hohen Innovationsgrad in der aktuellen Werkstoffforschung in Deutschland aus.



Abb. 3: Honen von thermisch gespritzten Schichten in der Zylinderlaufbahn
(Quelle: Fa. Gehring)

Nanokristalline Schutzschichten in Motoren - NaCoLab

Die Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und die Verbesserung der Abgasqualität sind die übergeordneten Ziele der Automobilindustrie in den nächsten Jahren. Daher wird zur Gewichtsreduzierung von Zylinderkurbelgehäusen seit einigen Jahren Grauguss zunehmend durch Aluminium ersetzt. Üblicherweise werden dabei im Aluminium-Kurbelgehäuse Laufbuchsen aus Grauguss eingegossen oder eingepresst, weil Aluminium-Legierungen den tribologischen Anforderungen hinsichtlich Reibung und Verschleiß nicht entsprechen. Die Graugussbuchsen haben jedoch neben den hohen Kosten und dem hohen Gewicht auch eine Reihe technischer Nachteile - zum Beispiel führen unterschiedliche Wärmeausdehnungen von Grauguss und Aluminium-Legierungen zu Verformungen der Zylinderbohrung, die sich nachteilig auf das Laufverhalten der Kolben auswirken /2/.

Durch das Auftragen von thermischen Spritzschichten in den Laufbuchsen und ihrer nachfolgenden Feinbearbeitung sollen die technischen Nachteile der Aluminium-Kurbelgehäuse beseitigt werden. Jüngste Entwicklungen in der Werkstofftechnologie haben zu einem nanokristallinen Beschichtungswerkstoff geführt, der zu einer Reduzierung von Reibungsverlusten im Motor und somit zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades bei gleichzeitiger Reduzierung des Ölverbrauchs und damit der Abgasemission führen soll.

Das Verbundprojekt NaCoLab, das seit Juni 2005 läuft, beschäftigt sich mit nanokristallinen Komposit-Beschichtungen für Zylinderlaufbahnen mit nanostrukturierter Oberfläche und mit der Verschleißvorhersage für hochbelastete Benzin- und Dieselmotoren (BMBF Förderkennzeichen 03X0003). Die Fördersumme beträgt 6,1 Millionen Euro bei Gesamtkosten von 11,5 Millionen Euro. Die beteiligten hessischen Firmen und Forschungseinrichtungen sind **General Motors Powertrain Germany GmbH** und die **Universität Kassel***.

Die innovative Idee dieses interdisziplinären und branchenübergreifenden Forschungsprojekts liegt darin, durch thermisches Spritzen eines Fülldrahts mit geeigneter Pulvermischung als Endprodukt eine extrem harte, sehr reibungsarme Zylinderlaufbahn in Verbrennungsmotoren zu erzeugen. Die Pulvermischung wird dafür in eine Metallhülle verpackt und als Fülldraht beim Flammsspritzen im Zentrum einer Acetylen-Sauerstoff-Flamme kontinuierlich aufgeschmolzen. Mit Hilfe eines Zerstäubergases, z. B. Druckluft oder Stickstoff, werden aus dem Schmelzbereich die tröpfchenförmigen Spritzpartikel abgelöst und auf die vorbereitete Werkstückoberfläche geschleudert. Die Schicht weist durch ihre Nanokristallite eine bisher nicht bekannte Kombination aus Härte/Verschleißbeständigkeit und niedrigem Reibungskoeffizienten auf. Die Ausbildung von nanokristallinen Strukturen des Beschichtungswerkstoffes ermöglicht unter Einsatzbedingungen des Motors eine hohe Verschleißbeständigkeit, niedrige Reibkoeffizienten und ein gutes Formänderungsverhalten.

Abb. 4: Nanokristalline PTWA-Beschichtung (Plasma Transfer Wire Arc, thermisches Fülldraht-Spritzverfahren im Plasmaprozess) eines Motor-Blockes (Quelle: Fa.Gehring)



* Weitere Projektteilnehmer im BMBF / WING Projekt NaCoLab

Gehring GmbH & Co. KG
Durum Verschleiß-Schutz GmbH
GTV-Gesellschaft für thermischen Verschleiß-Schutz mbH
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
DaimlerChrysler AG
Ford Forschungszentrum Aachen GmbH
Ford-Werke GmbH
RWTH Aachen
Universität Duisburg-Essen
Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
Federal-Mogul Burscheid GmbH

30% aller Reibungsverluste im Motor entfallen auf das System Kolbenringpaket-Zylinderlaufbahn /3/. Eine Verminderung der Reibung an der Zylinderwand bedeutet somit einen höheren Wirkungsgrad des Motors. Darüber hinaus ist im Vergleich zur dickwandigeren Grauguss-Laufbuchse durch die oben beschriebene thermische Beschichtung im Sinne der aktuellen Leichtbaubestrebungen eine Gewichtsreduzierung des Motors möglich.

Die Aufgabe der Automobilhersteller im Verbundprojekt ist die Durchführung von Motortestläufen mit verschiedenen Laufbahntechnologien. Die Bewertung erfolgt nach Messung von Öl- und Brennstoffverbrauch sowie der Charakterisierung des Verformungs- und Langzeitverhaltens. Das Institut für Maschinenbauelemente und Konstruktionstechnik der Universität Kassel entwickelt im Rahmen des Projekts Simulationstechniken zur Verschleißvorhersage und Reibungsminimierung am Verbrennungsmotor. Außerdem ermittelt es rechnerisch den Verschleiß zwischen Kolbenring / Zylinder und Kolben / Zylinder unter Berücksichtigung nanokristalliner Kompositbeschichtung für Zylinderlaufbahnen. Um zukünftig bereits in einem frühen Entwicklungsstadium von Motoren Aussagen über Potenziale von Lösungsansätzen sowie deren Auswirkung hinsicht-

lich Verbrauch, Lebensdauer und Ölemissionen treffen und kostenintensive Versuche vieler Varianten vermeiden zu können, sind derartige Simulationswerkzeuge unbedingt erforderlich. Die Validierung der Simulationsergebnisse erfolgt durch Messungen bei den entsprechenden Projektpartnern in der Automobilindustrie.

Das Endziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung einer vollständigen Prozesskette von der Behandlung des Substrates bis zur Herstellung einer funktionsfähigen Laufflächentopografie. Um eine Beschichtung unter Großserienbedingungen zum Einsatz zu bringen, ist ein stabiler, robuster Beschichtungsprozess bei niedrigen Herstellungskosten notwendig. Darüber hinaus muss die Beschichtung im späteren Einsatz zu einer hohen Zuverlässigkeit und zu einer langen Lebenszeit führen. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse lässt sich abschätzen, dass mit dem Projekt NaCoLab eine verlässliche Basis für nanokristalline Laufbahnbeschichtungen von Leichtmetallzylinderkurbelgehäusen geschaffen wird, die unter technologischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten den gesteigerten Anforderungen im Automobilbau gerecht wird.

Hochtemperatur PEM-Brennstoffzelle für portable Anwendungen - MicroPower

Im Rahmen des Verbundprojekts MicroPower, das seit Oktober 2006 läuft, soll ein effizientes, robustes und zuverlässiges Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellensystem mit einem Methanolreformer für portable Anwendungen (Förderkennzeichen 03X3511) entwickelt werden. Eine PEM - Proton Exchange Membrane oder Polymer Electrolyte Membrane - ist eine semipermeable Membran, die im Allgemeinen aus thermoplastischen Kunststoffen hergestellt wird. PEMs sind für Protonen durchlässig, während der Transport von Gasen wie beispielsweise Sauerstoff oder Wasserstoff verhindert wird. Hergestellt

werden sie entweder aus reinen Polymer- oder aus Kompositmembranen, bei denen andere Materialien in eine Polymermatrix eingebettet werden. Die Fördersumme des Verbundprojekts beträgt 3,2 Millionen Euro bei Gesamtkosten von 5,5 Millionen Euro. Die beteiligten hessischen Firmen sind*:

- BASF Fuel Cell GmbH (früher PEMEAS)
- b.s.u. biebertaler stanz- und umformtechnik GmbH & Co. KG
- MAGNUM Automatisierungstechnik GmbH
- Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

* Projektteilnehmer im WING Projekt MicroPower sind außerdem

FLEXIVA automation & Robotik GmbH
Leibniz-Institut für Katalyse e. V. an der Universität Rostock
Zentrum für Brennstoffzellen-Technik GmbH
Institut für Mikrotechnik Mainz GmbH

Aufbau einer Brennstoffzelle (planares Zeldesign)

Gesamtspannung = Anzahl Zellen x Zellspannung

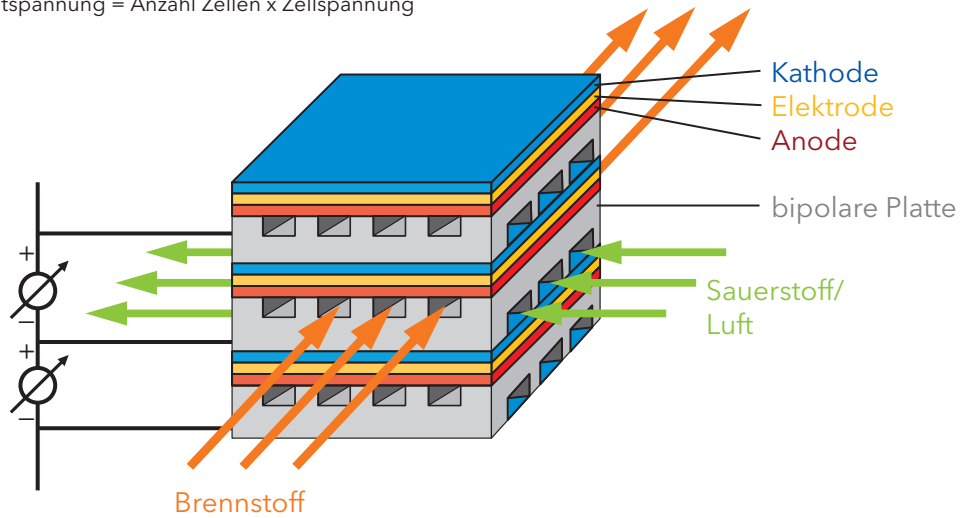


Abb. 5:
Aufbau einer
Brennstoffzelle

Das im Rahmen des Forschungsprojekts zu entwickelnde tragbare Brennstoffzellensystem mit etwa 100 Watt elektrischer Leistung arbeitet auf Basis der Hochtemperatur-PEM-Technologie und einem Mikroreformer für Methanol. So sollen die Vorteile eines flüssigen Energieträgers mit einer geringen Systemkomplexität und einer angemessenen Stack-Leistung verbunden werden. Als Stack bezeichnet man die Verbindung von mehreren Einzelbrennstoffzellen zu einem Brennstoffzellstapel. Dabei addieren sich die einzelnen Zellspannungen zu einer Gesamtspannung, die bei einer entsprechenden Anzahl zusammengeschalteter Einzelzellen hoch genug ist, um die entstehende elektrische Energie zu nutzen. Ein Stack besteht neben den einzelnen Brennstoffzellen auch noch aus elektrisch leitenden Platten, die die Einzelzellen miteinander verbinden und den entstehenden Strom weiterleiten. Außerdem übernehmen sie die Versorgung der Zellen mit Brennstoff und Sauerstoff und transportieren die Reaktionsprodukte sowie überschüssigen Brennstoff und Luft ab.

Ein Vergleich verschiedener Technologien zeigt, dass bei der im Projekt MicroPower verfolgten Route (Methanol-Reformer mit Hochtemperatur-PEM-Stack) eine Reihe kritischer Prozess-Schritte umgangen werden kann. Die hohe Arbeitstemperatur des Stacks erlaubt so zum Beispiel den Verzicht auf eine aufwändige Reinigung des Reformats (erzeugten Wasserstoffgases), insbesondere bezüglich der Verunreinigungen durch Kohlenmonoxid. Weiterhin kann im Gegensatz zu konventionellen Niedertemperatur-Brennstoffzellen auf eine Regelung der Befeuchtung verzichtet werden, da die verwendete Membran unabhängig von ihrem Wassergehalt arbeiten kann. Beides erlaubt eine erhebliche Vereinfachung des Gesamt-Systems und führt damit zu einer höheren Zuverlässigkeit.

Angewendet werden soll die im Projekt entwickelte tragbare Brennstoffzelle als netzunabhängiges Batterieladegerät, um den steigenden Energiebedarf immer leistungsfähigerer Kleingeräte zu decken, wie zum Beispiel Camcorder, Laptops und kleine Elektrowerkzeuge. Die in Deutschland vorhandenen Kompetenzen in den Feldern Mikrostrukturierung, Automatisierungstechnologie, neue Materialien und Chemie werden in diesem Projekt zusammengeführt, um erstmalig diese neue Technologie auf nationaler Ebene bis zum Prototypen zu führen. Das Konsortium geht davon aus, dass Brennstoffzellen in den genannten Anwendungen zuerst marktfähig sein werden, da hier der Kostendruck geringer als bei großen Systemen ist und die technischen Hürden leichter überwunden werden können. Dennoch haben Mikrobrennstoffzellen ihre besonderen Herausforderungen, wie häufige Lastwechsel oder wechselnde Umgebungsbedingungen.

Das im Rahmen von MicroPower entwickelte Mikro-Brennstoffzellensystem soll eine Leistung von 100 Watt und etwa die Größe von einer Videokassette zuzüglich des Methanoltanks aufweisen. Wichtig ist ebenfalls, dass das Ladegerät geräuscharm arbeitet und die Temperaturen an den Außenflächen moderat bleiben.

Abb. 6 (links):

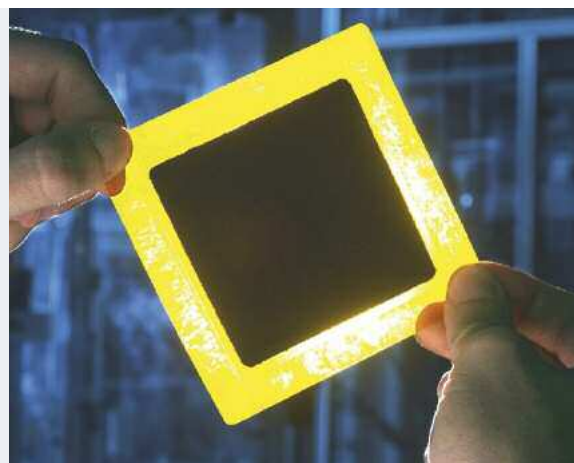
MEA für Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen: In kompakten, tragbaren Brennstoffzellen werden Celtec®-Membran-Elektroden-Einheiten und Bipolarplatten eingesetzt. Die Celtec®-MEA ist weltweit die einzige, kommerziell erhältliche MEA für Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen. (Quelle: BASF Fuel Cell)

Abb. 7 (rechts):

Hochtemperatur-Celtec®-MEA: BASF Fuel Cell produziert in einer automatisierten Produktionsanlage in Frankfurt am Main Hochtemperatur-Celtec®-MEAs für ganz unterschiedliche Kunden und Anwendungen. (Quelle: BASF Fuel Cell)

Die BASF Fuel Cell GmbH aus Frankfurt entwickelt im Rahmen des Projekts eine Hochtemperatur-MEA (Membrane Electrode Assembly), die speziell für die Anforderungen der Mikrobrennstoffzelle optimiert ist. Als MEA wird die Einheit aus Membran, Katalysatorschichten und Gasdiffusionsschichten bezeichnet. Ein Schritt in Richtung Miniaturisierung sind dünnere Elektroden, die in ihrer Struktur an die in Kleingeräten häufigen Betriebswechsel angepasst sind. Weiterhin wird die Membran auf ihre mechanischen Eigenschaften hin so optimiert, dass ein kompaktes Stackdesign mit geringen Abmaßen entsteht.

Parallel zu den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Hochtemperatur-Mikrobrennstoffzelle werden von der Firma MAGNUM aus Darmstadt Prüftechniken für die MEA und deren Komponenten entwickelt, um im Produktionsprozess die Qualität zu sichern. In Zusammenarbeit mit der Biebertaler Stanz- und Umformtechnik GmbH & Co KG (b.s.u.) wird ein Konzept für Produktion und Prüftechniken des Mikro-Reformers entwickelt. Das Zentrum für Brennstoffzellentechnik Duisburg (ZBT) wird den Stack konzipieren und aufbauen. Von der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH aus Heuchelheim werden Hochtemperatur-geeignete Bipolarplatten entwickelt, die auf Basis von Kohlenstoff-Kompositen in plastischer Formgebung hergestellt sind. Auch für die Bipolarplatten werden von MAGNUM Prüftechniken und Methoden zur statistischen Datenauswertung entwickelt, die in einem späteren Produktionsprozess die Qualität sichern sollen. Die Rolle des Anwenders im Projekt MicroPower wird von BOSCH als assoziiertem Partner übernommen. Dadurch werden bereits in der F&E-Phase Entscheidungen aus Anwendersicht begleitet und frühzeitig auf die Anforderungen der Kunden fokussiert.



Bionische Optimierung textilverstärkter Faserverbundwerkstoffe - BIOTEX

In der Natur findet man häufig Faserverbundstrukturen, deren Geometrie und Faserverstärkung optimal an die entsprechende Belastung angepasst sind. Beispiele aus der Natur hierfür sind Bäume, Gräser oder Knochen. Der Begriff „Faserverbundstruktur“ bezeichnet jede Form eines Verbundes von Fasern oder Fäden zu einer dünnen, offenporigen Schicht (Beispiele sind Gewebe, Gewirke und Vliese). In den letzten Jahren wurden biomimetische Berechnungsverfahren entwickelt, die das biologische Wachstum als Optimierungsstrategie nachvollziehen und schon heute zur Topologieoptimierung metallischer Bauteile herangezogen werden.

Die Geometrieangepassung von Bauteilen nach biologischen Optimierungsstrategien kann grundsätzlich auch bei technischen Faserverbundstrukturen angewendet werden. Ziel ist auch hierbei die möglichst gleichmäßige Belastung einer Struktur durch die Homogenisierung der Spannungen und die Orientierung der Fasern in Hauptspannungsrichtung. Durch diese Optimierung ist es möglich, Strukturen mit optimalem Leichtbaupotenzial zu gestalten, in denen die Eigenschaften der Hochleistungsfasern optimal genutzt werden. Die Umsetzung in praktischen Anwendungen scheiterte bisher allerdings daran, dass keine Fertigungstechniken zur Verfügung standen, um diese in der Regel komplexen und dreidimensionalen Faserverstärkungsgeometrien zu realisieren. Abhilfe können neuartige textile Vorformling-Technologien schaffen, die in den letzten Jahren im Rahmen verschiedener öffentlich geförderter Projekte entwickelt wurden. Ein Vorformling ist ein endkonturnahes Fasergebilde als Zwischenprodukt im Herstellungsprozess, das noch keine nennenswerte Eigenstabilität besitzt. Solche Vorformlinge aus Fasergelege sind dafür vorgesehen, in einem Formwerkzeug eingelegt und dann beispielsweise mit einem zusätzlich eingelegten Schaumkern in eine Kunststoffmatrix eingebettet zu werden.

Damit könnte eine Vision von Ingenieuren und Wissenschaftlern Wirklichkeit werden: kostengünstige Herstellung von Leichtbaustrukturen nach dem Vorbild von Strukturkonzepten der Natur. Diese Strukturen können im Flugzeugbau, im Automobilbau, bei Windenergieanlagen, im Schiffbau und im allgemeinen Maschinenbau Anwendung finden. Insbesondere komplex geformte und mehrachsig belastete Bauteile, kritische Krafteinleitungen und

Durchbrüche könnten mit dieser Methode im Hinblick auf die statische und dynamische Festigkeit sowie die Schadenstoleranz wesentlich effektiver gestaltet werden.

Das BMBF Verbundprojekt BIOTEX, das seit Januar 2005 läuft, beschäftigt sich mit der bionischen Gestaltung und mit textilen Herstellungsverfahren zur kostengünstigen Herstellung von optimierten Faserverbundstrukturen (Förderkennzeichen 03X1000). Die Fördersumme beträgt 4,6 Millionen Euro bei Gesamtkosten von 7,7 Millionen Euro. Die beteiligten hessischen Firmen sind KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH und Dipl. Ing. H. Moldenhauer GmbH*.

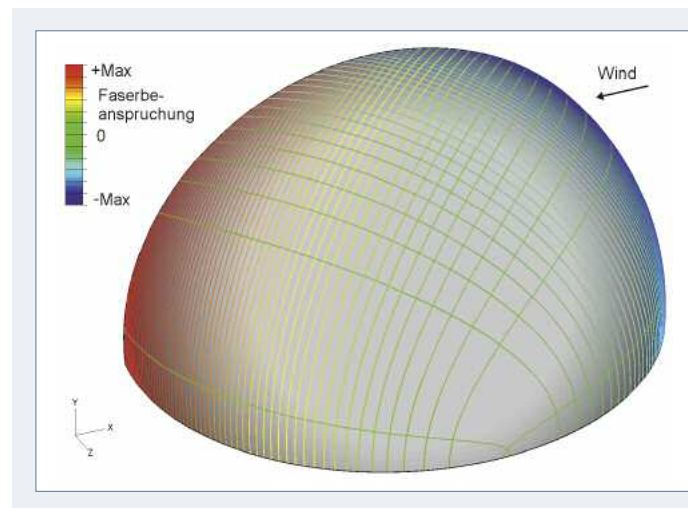


Abb. 8: Kugelschale unter Windlast. Die windzugewandte Seite ist durch Druck, die windabgewandte Seite durch Sog gekennzeichnet. Die Rechensoftware CAIOShell positioniert zwei senkrecht aufeinander stehende Fasersysteme entlang der beiden Hauptspannungsrichtungen. Die Faserdichte ergibt sich aus der lokalen Beanspruchung. Dargestellt sind die Fasern mit einer Einfärbung, welche die Faserbeanspruchung symbolisiert. (Quelle: Moldenhauer)

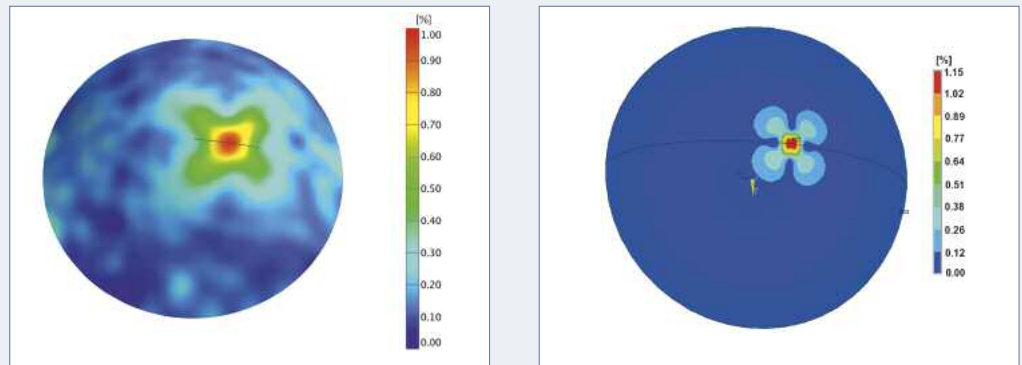
* Weitere Projektteilnehmer im WING Projekt BIOTEX sind

EADS Deutschland GmbH
DaimlerChrysler AG
Cetex Chemnitzer Textilmaschinenentwicklung gGmbH
Universität Stuttgart, IFB (Institut für Flugzeugbau)
und ISD (Institut für Statik und Dynamik)
Forschungszentrum Karlsruhe im Unterauftrag der Uni Stuttgart
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V.
Wacker Polymer Systems GmbH & Co. KG
Volkswagen AG
August Herzog Maschinenfabrik GmbH & Co. KG
SAERTEX GmbH & Co. KG
CVT GmbH & Co. KG

Abb.9:
Vergleich zwischen optischer
Dehnungsanalyse und
Simulationsrechnung der
Dehnung einer glasfaser-
verstärkten Halbkugel unter
Punktlast.

links: Optische
Dehnungsanalyse

rechts: Simulationsrechnung



Innerhalb des Projekts BIOTEX werden optimierte bionische Berechnungstools entwickelt, die den Möglichkeiten und Grenzen der Textiltechniken Rechnung tragen. Um die Ergebnisse der Optimierungsrechnung in die Realität umsetzen zu können, werden 3D-Verfahren zur flexiblen und automatisierten Faserablage im Raum entwickelt. Dazu wird unter anderem ein spezielles Bindersystem benötigt, welches in verschiedenen textilen Herstellungsprozessen einsetzbar und an die Anforderungen von Infiltrationsprozessen angepasst ist. Des Weiteren werden im Rahmen des Projekts allgemeine Gestaltungsrichtlinien für Faserverbundwerkstoffe und werkstoffkundliche Grundlagen für die unterschiedlichen Materialien erarbeitet. Die technische Umsetzbarkeit der Projektergebnisse wird anhand von Demonstratorbauteilen dargestellt. Ein innerhalb des Projekts BIOTEX ausgearbeitetes Bauteil nach bionischen Gestaltungsregeln soll in der Tanktrennwand einen besseren Kraftfluss und somit einen leichteren Tank ermöglichen.

Die Dipl.-Ing. H. Moldenhauer GmbH aus Rödermark entwickelt im Rahmen des Projekts die Software CAIOShell zur Auslegung optimierter Faserläufe in Schalenstrukturen weiter. Das Programm berücksichtigt bei der statischen Berechnung die Dickenverteilung, die sich während des Faserlegeprozesses geometrisch ergibt und kommt damit zu realistischeren Modellbeschreibungen.



Abb.10:
Gelege mit Kettfadenversatz
und Kettfadendichteänderung
(Quelle: CETEX)

Die Entwicklung eines Verfahrens zur positionsgenauen Ablage von gespreizten Faserbündeln ist für die Faserverbundtechnologie sehr wichtig. Infolge der steigenden Anforderungen an die Auslegung und die Herstellung von Bauteilen steht die optimierte Faserablage an erster Stelle. Die endkonturnahe Fertigung einer komplexen Form als trockener Faservorformling reduziert die Prozessschritte, wodurch neben Zeit letztendlich auch Kosten eingespart werden können. Die Herausforderung liegt in der Entwicklung einer Legetechnologie zur flexiblen Anordnung von Verstärkungsfasern im dreidimensionalen Raum. Im Rahmen des Projektes werden von der Keilmann Sondermaschinenbau GmbH aus Lorsch Konzepte zur optimierten Faserablage entwickelt. Es hat sich gezeigt, dass sich eine nähtechnische Fixierung im dreidimensionalen Raum als nicht zielführend erweist. Deshalb wird die Entwicklung eines Legekopfes mit einer bindertechnischen Fixierung weiterverfolgt. Der Prototyp des Legekopfes wurde an einen sechsachsigen Industrieroboter adaptiert. Erste praktische Versuche haben gezeigt, dass die Faserablage gleichmäßig und reproduzierbar erfolgt.

Die im Rahmen des Projekts BIOTEX neu zu entwickelnden Technologien tragen in Kombination mit den bestehenden Prozessen dazu bei, automatisiert sehr komplexe und hochintegrierte Geometrien und Faserverstärkungen zu realisieren.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Projekts ist die Ressourcenschonung durch die endkonturnahe Fertigung, die sowohl in Bezug auf die Kosten (optimaler Einsatz der teuren Fasern) und beim Recycling (durch Minimierung der Produktionsabfälle) deutliche Vorteile mit sich bringt.

3 Beispiele für Materialforschungskonzepte Erfolgsgeschichten aus Hessen

Innovative Werkstoffe sind für viele Branchen eine wichtige Voraussetzung, um selbst neue, qualitativ hochwertigere Produkte entwickeln zu können. Dies gilt insbesondere für wichtige deutsche Exportprodukte, etwa aus dem Automobil- und Maschinenbau oder der chemischen Industrie. Aber auch in der Elektrotechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik, der Energieversorgung oder in der Medizintechnik spielen moderne funktionale Werkstoffe eine wichtige Rolle. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass der Markt für Werkstoffe laut einer Analyse der Deutschen Industriebank gute Wachstumsaussichten hat (5,0 % p. a.) /4/. Entscheidend für eine internationale gute Marktpositionierung ist nach Einschätzung der Deutschen Industriebank die hohe Qualität und Präzision deutscher Produkte. Die heimischen Anbieter, darunter eine Vielzahl mittelständisch geprägter Firmen, setzen konsequent auf innovative Produkte und Werkstoffe /5/. Rund 70 % aller Produktinnovationen hängen von neuen Materialien ab.

Dass eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen im Rahmen von geförderten Projekten viele Chancen eröffnet, wurde in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt. Firmenbeispiele für erfolgreiche Materialforschungskonzepte gibt es in Hessen viele. Im Folgenden stellen sechs hessische Unternehmen ihre Werkstoffforschung kurz vor. Durch diese Erfolgsgeschichten soll verdeutlicht werden, welche große Hebelwirkung erfolgreiche Werkstoffprojekte für die beteiligten Firmen entfalten können. Inhaltlich umfassen die Berichte die gesamte Bandbreite der Forschungslandschaft in Hessen.

Informationen und Hilfestellungen, wie andere Unternehmen in ähnlich erfolgreicher Weise Forschungs- und Entwicklungsprojekte realisieren können, geben auch die im Rahmen der Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech erschienenen Broschüren (siehe Seite 35).

Grundlage erfolgreicher Entwicklungsprojekte sind sehr häufig stabile Kooperationsbeziehungen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Hierzu ist die Broschüre „Nanotech-Kooperationen“ in Vorbereitung.

	Firma	WING-Projekt Thema
1	Seidel GmbH + Co. (Marburg)	Aluminiumentwicklung für hochwertige Designartikel
2	Fludicon GmbH (Darmstadt)	Einzug von elektrorheologischen Flüssigkeiten in die Industrie
3	Schunk Kohlenstofftechnik GmbH (Gießen)	Verbundwerkstoffe für spezielle Hochleistungsanwendungen
4	Evonik Degussa GmbH (Hanau)	Innovative Geschäftsentwicklung im Bereich der Werkstofftechnologien
5	Volkswagen AG (Kassel)	Einsatz beschichteter Druckgusswerkzeuge im Automobilbau
6	Heraeus Holding GmbH (Hanau)	Werkstoffkompetenz und innovative Produktvielfalt mit nanotechnologischem Know-how

Tab. 4: Auswahl hessischer Erfolgsgeschichten der Werkstoffforschung

Seidel GmbH + Co. in Marburg

Entwicklung neuer mikro- und nanostrukturierter Keramiken im Werkstoffverbund mit Aluminium

Abb.11:
Seidel-Werk Fronhausen:
Moderner Standort für
industrielle Produktion und
kooperative Forschung
(Quelle: Seidel)



Die Seidel GmbH + Co. aus Marburg entwickelt und produziert Designartikel aus Aluminium. Dabei stellen hochwertige Designkomponenten für Kosmetikprodukte das Kerngeschäft des Unternehmens dar. Zum Produktportfolio gehören darüber hinaus Artikel für pharmazeutische Erzeugnisse sowie Designkomponenten für Premium-Schreibgeräte und Automobile. Weltweit operierende Unternehmen wie Procter & Gamble, Estée Lauder, Avon und L'Oréal schenken dem Unternehmen, das derzeit über 600 Mitarbeiter beschäftigt und Vertretungen in Paris und New York hat, seit vielen Jahren ihr Vertrauen, wenn es um die Realisierung ihrer anspruchsvollen Produktdesigns aus Aluminium geht. Dabei handelt es sich beispielsweise um Parfümverschlüsse, Verkleidungen für Lippenstifte oder auch um komplette Cremetiegel.

Die Firma Seidel besitzt bereits eine jahrzehntelange, profunde Erfahrung in traditionellen Prozessen zur Veredelung von Aluminiumoberflächen. Der Werkstoff Aluminium wird aufgrund seiner physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften in zahlreichen Branchen eingesetzt, in denen die Werkstoffeigenschaften an den Oberflächen von großer Bedeutung sind und in vielen Fällen mittels aufwändiger Verarbeitungsschritte unter Verwendung weiterer Materialien wie z. B. Kunststoff für die jeweilige Anwendung angepasst werden.

Das neue Forschungszentrum für Nanotechnologie der Firma Seidel mit einer Fläche von 600 Quadratmetern liegt in Fronhausen, geografisch genau in der Mitte zwischen den beiden Universitäten Marburg und Gießen. Ziel des neuen Forschungszentrums ist die systematische Entwicklung innovativer Oberflächenveredelungen für Aluminium. Im Rahmen eines vom BMBF über drei Jahre mit 2,2 Millionen Euro geförderten Forschungsprojekts befasst sich die Seidel GmbH im Forschungsverbund mit den Universitäten Marburg und Gießen in dem neuen Zentrum mit der „Entwicklung neuer mikro- und nanostrukturierter Keramiken im Werkstoffverbund mit Aluminium“. Die Seidel GmbH wird dabei mit 1,3 Millionen Euro und die Hochschulen mit insgesamt 750.000 Euro gefördert. Die Gesamtkosten des Projektes belaufen sich auf 3,5 Millionen Euro. In diesem Forschungsverbund arbeiten die Lehrstühle der drei Professoren Prof. Dr. Andreas Greiner, Prof. Dr. Joachim Wendorff (beide Universität Marburg) und Prof. Dr. Michael Fröba (Universität Gießen, jetzt Universität Hamburg) sowie ein Team von Seidel-Mitarbeitern an Technologien und Werkstoffen, um neue Oberflächeneffekte für innovative Produkte zu erzielen. Die Entwicklung der neuen Werkstoffe an den Oberflächen wird durch eine Kombination aus Mikro-/Nanostrukturierung von Keramiken in Verbindung mit der Einlagerung von Funktionsmaterialien wie Nanopartikel und Polymeren mit speziellen Funktionen über einfach steuerbare Benetzungsverfahren angestrebt. So sollen ohne weitere Verfahrensschritte die erforderlichen funktionellen, haptischen und optischen Eigenschaften erreicht werden. Die neuen Eigenschaften werden nicht nur bei bestehenden Kunden auf großes Interesse stoßen, sie bedeuten auch großes Potential für weitere Branchen, wie beispielsweise Accessoires, Nahrungsmittel, Biowissenschaften / Medizin oder angrenzende Märkte.

Abb.12:
Oberflächenveredelungs-
anlage im neuen Werk
Fronhausen: Vorbild für die
Forschungsanlagen
(Quelle: Seidel)



Als regionales Verbundprojekt mit den Universitäten Marburg und Gießen bietet das neue Forschungszentrum nicht nur für Seidel attraktive Zukunftsperspektiven, sondern auch für Wissenschaftler, Studierende und Doktoranden. Durch die enge Kooperation mit Fachleuten aus der industriellen Praxis ermöglicht das Zentrum den Forschern, an praxisnahen Themen zu arbeiten und an innovativen Produkten mitzuwirken. Die Entwicklung neuer Funktionalitäten und Effekte auf veredelten Aluminiumoberflächen bietet den Wissenschaftlern die Chance, ihre Forschungsergebnisse für konkrete Produkte einzusetzen: Greifbare Ergebnisse statt Forschung für die Schublade. Hier wird Wissenschaft für vermarktungsfähige Produkte betrieben – sei es für innovative Designartikel oder für vollkommen neue Anwendungen in Kosmetik, Gesundheit und vielen weiteren Märkten.

Ein weiterer spannender Aspekt für die beteiligten Partner ist die Wechselwirkung zwischen wissenschaftlicher Theorie und Industrialisierbarkeit der Forschungsergebnisse. Für beide Seiten verspricht die Kooperation neue Herausforderungen, und sie sorgt schon jetzt für einen veränderten Blick auf die eigene Arbeit. Das fundierte technische Know-how in der traditionellen Veredelung von Aluminiumoberflächen auf der Seite des Unternehmens Seidel und die wissenschaftliche Kompetenz renommierter Forscher der beteiligten Universitäten bilden die Basis des gemeinsamen Projektes. So konnte durch die wissenschaftliche Zusammenarbeit gezeigt werden, dass durch eine geschickte Wahl der elektrochemischen Parameter die Aluminium-Oberfläche allein durch den Eloxal-Prozess schon derart mikrostrukturiert werden kann, dass eine anschließende Behandlung mit einem Hydrophobierungsreagenz zum Auftreten des Lotus-Effekts führt. Beim Eloxieren wird zur Erzeugung einer oxidischen Schutzschicht auf Aluminium die oberste Metallzone in ein Oxid bzw. Hydroxid umgewandelt. Es wurde ein Verfahren entwickelt, um superhydrophobe Oberflächen (Kontaktwinkel um 160°) zu erzeugen, die zu einem typischen Selbstreinigungseffekt führen. Ziel künftiger Untersuchungen wird sein, das entwickelte Verfahren weiter zu optimieren, insbesondere hinsichtlich der großtechnischen Umsetzbarkeit, sowie die bereits erzielten Eigenschaften möglichst mit anderen erwünschten Eigenschaften zu kombinieren.



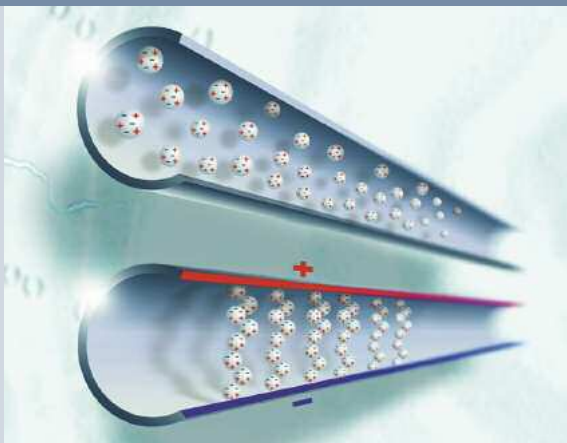
Abb.13+14:
Hochwertige
Komplettlösungen
für international
erfolgreiche Produkte
(Quelle: Seidel)

Im Hinblick auf den Schutz der Umwelt zielt das Forschungszentrum auch auf die optimierte Nutzung von Ressourcen und Vermeidung von schädlichen Abfällen. Es werden enorme Fortschritte für eine zunehmend ressourcenschonende Oberflächenbehandlung erwartet. Die bisher bekannten Grenzen des Veredelns im industriellen Maßstab werden neu definiert durch das Einlagern von Funktionsmaterialien in die Aluminiumoberfläche. Die Modifizierung der Eigenschaften von nanoporösen Aluminiumoxid-Oberflächen unter Verwendung minimalster Mengen ist ein weiteres Ziel des Verbundprojekts. Der Einsatz der Mikropartikel erfolgt in sehr geringen Mengen, bewirkt jedoch die gewünschten funktionalen und haptischen Eigenschaften. Dies hat einen doppelt positiven Effekt: Durch das Einsparen von Ressourcen können sowohl die Umwelt geschont als auch Produktionskosten gesenkt werden.

Fludicon GmbH in Darmstadt

Einzug von elektrorheologischen Flüssigkeiten in die Industrie

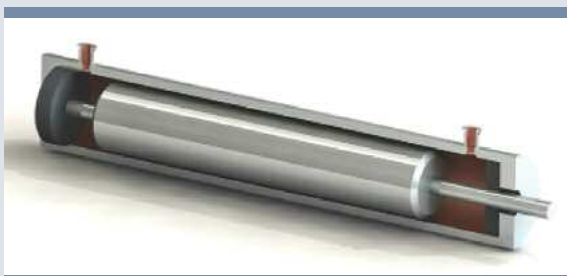
Abb.15:
Der Elektrorheologische (ERF) Effekt RheOil: Ausrichtung und Kettenbildung von polarisierbaren Mikropartikeln in einer nichtleitenden Trägerflüssigkeit, die sich in einem elektrischen Feld befindet. Durch die Kettenbildung ändert sich die Viskosität der Flüssigkeit.
(Quelle: Fludicon)



Die Firma Fludicon (Fluid Digital Control) GmbH in Darmstadt wurde im Juni 2001 aus der Schenck Pegasus GmbH ausgegliedert und beschäftigt sich mit der Entwicklung und dem Vertrieb von industriellen Produkten und Systemen, die auf elektrorheologischen Flüssigkeiten (ERF) basieren. Hierbei werden Kompetenzen auf den Gebieten der Flüssigkeitstechnologien, der elektrischen Steuerung und Regelung sowie der Mechanik zu einer Systemlösung vereint. Fludicon hat zahlreiche Schutzrechte für elektro- / magnetorheologische Flüssigkeitsanwendungen und arbeitet eng mit industriellen und wissenschaftlichen Partnern zusammen.

Elektrorheologische Flüssigkeiten gehören der Kategorie der „Intelligenten Materialien“ an. Sie sind Flüssigkeiten, deren Viskosität durch Anlegen eines elektrischen Feldes unmittelbar, stufenlos und reversibel verändert werden kann. Schematisch lässt sich der Effekt (Abb.15) dadurch erklären, dass weiche, polarisierbare Mikropartikel (Dipole), die in der nichtleitenden Trägerflüssigkeit vorhanden sind, sich im elektrischen Feld ausrichten und Ketten bilden (im Idealfall ein Feststoffgitter). Hierdurch erhöht sich der Flusswiderstand und somit die Viskosität der Flüssigkeit. Beim Entfernen des elektrischen Feldes zerfallen die Ketten, und die Flüssigkeit wird wieder dünnflüssig.

Abb.16:
Einfache Ausführung eines elektrorheologisch gesteuerten Dämpfers. Die Flüssigkeit im Ringspalt (rund um die Welle) kann durch Anlegen eines elektrischen Feldes verdickt werden.



Mit dieser Eigenschaft ist es möglich, Dämpfer zu entwickeln, die ohne komplizierte und anfällige mechanische Bauteile auskommen. In einer einfachen Ausführung wird eine Metall-Welle isolierend in einem Rohr gelagert (Abb.16). Beim Anlegen des elektrischen Feldes wird die elektrorheologische Flüssigkeit innerhalb des Ringspaltes (rund um die Welle) verdickt und die Beweglichkeit der Welle erschwert/gedämpft. Solche Dämpfer sind durch ihren einfachen Aufbau, eine schnelle Ansprechzeit (wenige Millisekunden) und die mögliche digitale Ansteuerung des Dämpfungsverhaltens gekennzeichnet. Ein elektrisches Signal bestimmt die Dämpferkräfte, die so optimal an die wirkenden Anregungskräfte angepasst werden können.

Der elektrorheologische Effekt ist bereits seit den 1940er Jahren bekannt. Erst die Entwicklung von elektrorheologischen Flüssigkeiten ermöglicht eine konsequente Umsetzung des Nutzungspotenzials dieser Technologie. Zu den Eigenschaften dieser Flüssigkeiten gehören zum Beispiel:

- hoher elektrorheologischer Effekt,
- niedrige Basisviskosität,
- industrielle Herstellbarkeit,
- Ungiftigkeit und
- nicht-abrasives Verhalten.

Als bislang weltweit einzige kommerziell verfügbare ERF gilt Fludicon's RheOil als Meilenstein für den Einzug dieser Technologie in die industrielle Nutzung. Konsequente und systematische Weiterentwicklungen der Flüssigkeit zusammen mit Forschungspartnern u. a. in geförderten BMBF-Projekten sorgten für die notwendige Anpassung der Eigenschaften an die hohen Anforderungen, die eine industrielle Nutzung der Technologie stellt.

Anwendung findet die ER-Technologie überall dort, wo ein mechanisches System mit Intelligenz (sprich Steuer- / Regelbarkeit) ausgestattet werden soll. Typische Anwendungsfelder sind Dämpfer, Aktoren und Kupplungen.

Im Bereich des Automobil-Stoßdämpfers (Abb.17) wird mittels dieser Technologie das klassische Dilemma zwischen Komfort und Sicherheit gelöst. Binnen Millisekunden kann die „Härte“ des Dämpfers den jeweils geforderten Bedingungen ange-

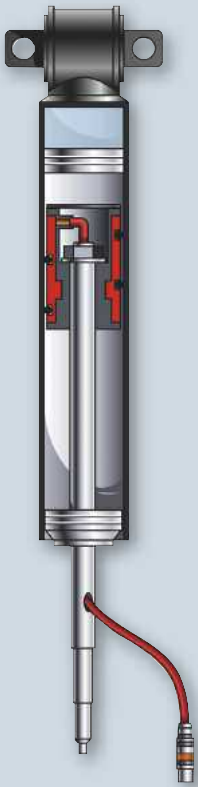


Abb.17:
Elektorrheologische
Stoßdämpfer
(RheDamp)
(Quelle: Fludicon)

passt werden. Mit einem sogenannten Kennfelddämpfer ist der optimale Dämpfungsgrad immer gewährleistet. Der Ruf der Automobilbranche nach semiaktiven Fahrwerken lässt sich an der wachsenden Anzahl von angebotenen Lösungen seitens der Zuliefererindustrie ablesen.

Ein semiaktives Fahrwerk wählt selbsttätig eine straffere oder weichere Abstimmung, wenn es die Geschwindigkeit oder die Straßenoberfläche erfordern. Um dies zu erreichen, werden in der konventionellen Dämpfungstechnik durch den Einsatz von mechanischen Ventilen in den vorhandenen Dämpfer - entweder extern angebracht oder in dem Kolben integriert - mehrere Kennlinien erzeugt, um eine Annäherung an ein Kennfeld zu erreichen. Hohe Materialkosten, begrenzte Funktionalität und langsame Ansprechzeiten, die solche Lösungen mit sich bringen,

lassen sich auf elegante Weise mit dem Einsatz eines intelligenten Werkstoffes wie ERF umgehen. Diese Technologie lässt sich sinngemäß überall dort einsetzen, wo Dämpfungscharakteristika kontinuierlich angepasst werden müssen, z.B. im Bereich der Sitz- oder Fuhrhausdämpfung.

Im Bereich der Adaptronik rückt der Traum eines aktiven Fahrwerkes näher. Mit einem aktiven Fahrwerk können die beiden konstruktiv bislang nur gegensätzlich zu lösenden Anforderungen nach Komfort und Sicherheit im Automobil umgesetzt werden. Die Federung und Dämpfung eines Autos sollte für komfortables Fahren weich sein, aber gleichzeitig auch straff und hart für sicheres Fahren. Bei einem aktiven Fahrwerk regelt eine Drossel die Dämpfung. Ein zusätzlicher Druckanschluss macht aus dieser hydropneumatischen Federung schließlich eine aktive Federung.

In Abbildung 18 ist eine Transportplattform zu sehen, die sowohl Fahrbahnebenheiten herausfiltert als auch die Fahrdynamik kompensiert. Im Rahmen des BMBF/WING-Projektes „Neuartige elektorrheologische Flüssigkeiten für adaptive Komponenten in der Verkehrstechnik“ erfolgt derzeit die Integration der ER-Technologie ins Fahrwerk. Die Projektpartner Fludicon GmbH, DaimlerChrysler AG und das Fraunhofer-Institut für Silicatforschung

und Neue Materialien Würzburg GmbH decken hierbei die notwendigen Kompetenzen vollständig ab - von der Flüssigkeitsentwicklung über die Mechanik und Elektronik bis hin zur Endanwendung.

Der Serieneinsatz dieser Technologie im Fahrzeug steht noch bevor. Momentane Entwicklungsschwerpunkte sind die Miniaturisierung der Steuermodule und die Optimierung der Flüssigkeitseigenschaften für die strengen Anforderungen der Automobilindustrie. Sich körperlich fit zu halten mit der vorgestellten Technologie ist allerdings schon möglich - Trainingsgeräte mit der Fludicon ER-Technologie sind bereits heute am Markt.

Bei dem von Fludicon entwickelten elektorrheologischen Fitnessgerät (Abb.19) ersetzt ein ER-Widerstandsgeber (Dämpfer) den klassischen Gewichtsstapel und ermöglicht neuartige Trainingskonzepte in einem Gerät durch intelligente Technik. Mittels eines Steuermoduls ist der Trainierende in der Lage, das Trainingsprogramm seinen Anforderungen anzupassen. Isodynamische, isostatische und isokinetische Trainingsabläufe, die unterschiedliche Muskelbelastungen hervorrufen, können per Software eingestellt werden. Bei isokinetischen Trainingsgeräten verändert sich der Widerstand in Abhängigkeit zur Bewegungsgeschwindigkeit. Mit Zunahme der Geschwindigkeit wird der Widerstand größer und damit die Bewegungsgeschwindigkeit relativ konstant gehalten. Im Stillstand ist der Widerstand gleich Null.

Weitere Informationen zum Thema Einsatzmöglichkeiten der Nanotechnologien im Auto enthält die Broschüre „Nanotechnologien im Automobil - Innovationspotenziale in Hessen für die Automobil- und Zuliefer-Industrie“, die im Dezember 2006 als Band 3 der Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech des Hessischen Wirtschaftsministeriums erschienen ist [/6/](#).



Abb.18:
Adaptronisches Transportsystem mit
RheAct-Aktoren (Quelle: Fludicon)



Abb.19:
Elektorrheologisches Fitnessgerät
(RheMotion): Ein elektorrheologischer
Widerstandsgeber (Dämpfer) ersetzt
den klassischen Gewichtsstapel.
(Quelle: Fludicon)

Abb. 20:
Composing „Wickelmaschine“: Wickelprozess eines Heizelements aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) mit Ringfadenaug für hochpräzise, rationelle Serienproduktion; Zuführung der Fasern über externes Leitsystem.

(Quelle: Schunk)

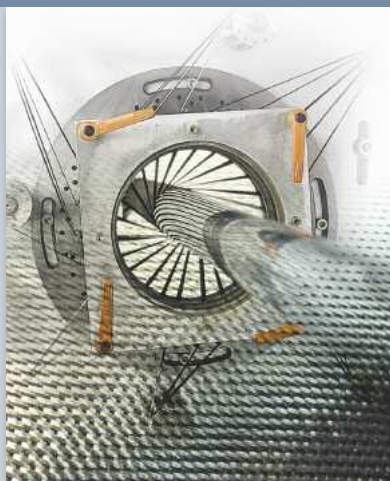


Abb. 21:
Heizelement und Stütztiegel aus CFK für den Einsatz in Anlagen zur Herstellung von Reinstsilizium. Auslegung für Temperaturen bis 1400 °C mit klar erkennbarer hochkomplexer Wickelstruktur.

(Quelle: Schunk)



Erfolgsfaktor Entwicklungspartnerschaft

Der erfolgreiche Einsatz von Faserverbundwerkstoffen in der Produktion erfordert eine überaus enge Zusammenarbeit zwischen dem Anwender und dem Werkstoff- bzw. dem Komponentenhersteller.

Die Schunk Kohlenstofftechnik ist ein Unternehmen der international tätigen Schunk-Gruppe. Als Teil dieses innovativen Technologiekonzerns ist sie seit mehr als 20 Jahren auf dem Gebiet der industriellen Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe erfolgreich. Die Kernkompetenzen liegen in der gezielten Auswahl der Werkstoffkomponenten wie Faser- und Harzsysteme, Beratung und Berechnung der Bauteile, faserverbundgerechtes Design sowie die Wahl optimaler Fertigungsverfahren. Mit diesem Know-how werden Problemlösungen für nahezu jede Anwendung geboten.

Mit Hilfe der wissenschaftlichen Infrastruktur in Hessen, einem professionellen Netzwerk und dessen Management durch lokale Gremien aus Wirtschaftsverbänden und Kommunen gelingt es, diesen Erfolg stetig auszubauen. Für den Standort in Gießen zieht das nicht nur umfangreiche Investitionen mit einer Vielzahl von sicheren Arbeitsplätzen nach sich, sondern auch eine Stärkung des Profils als zukunfts-fähige Hightech-Region.

Hochleistungsfaserverbundwerkstoffe und ihre besonderen Eigenschaften

Die Erfolgsgeschichte der Faserverbundwerkstoffe begann in den frühen 1960er Jahren, als sie in der Flugzeug- und Raumfahrtindustrie einen Leistungssprung in völlig neue Dimensionen eröffneten. Bis heute sind es die außergewöhnlichen Eigenschaften dieses Materials, die immer wieder enorme Innovationsschübe freisetzen. Die besonderen Leistungsmerkmale von Faserverbundwerkstoffen beruhen auf dem Prinzip, die vorteilhaften Eigenschaften von mindestens zwei unterschiedlichen Komponenten zu einem neuen Werkstoff zu vereinen. Durch die Einlagerung von Fasern in eine Matrix entstehen faserverstärkte Werkstoffe, die sich durch ein breites Eigenschaftsspektrum auszeichnen und höchste Anforderungen erfüllen:

- hohe Festigkeit und Steifigkeit
- geringe Dichte und dadurch ein geringes Gewicht
- mögliche Einsatztemperaturen von -270° C bis 2700° C
- sehr gute Korrosionsbeständigkeit durch ausgewählte Matrixsysteme
- variabler thermischer Ausdehnungskoeffizient
- hervorragende Dämpfungseigenschaften
- mannigfaltige Möglichkeiten der Formgestaltung



Abb. 22:
Pumpenrotor mit drei CFK-Hülsen und CFK-Armierung der Permanentmagnete. Faserverbundwerkstoffe sind besonders geeignet für Bauteile, bei denen extrem hohe Werkstofffestigkeiten erforderlich sind. (Quelle:Schunk)

Verbundwerkstoffe für Hochleistungsanwendungen



Abb. 23: Kohlenstofffaserverstärktes Kohlenstoff (CFC)-Heizelement für den Einsatz im Vakuumofen. Für Bauteile zur Anwendung bei extremen Temperaturen (bis 2700 °C, im Vakuum oder unter Schutzgas) bieten CFC-Werkstoffe eine sichere Lösung. (Quelle: Schunk)



Abb. 24: Roboterarm mit angeflanschten Aluminiumteilen (Länge: 1,70 m) für den Einsatz in der Verpackungsindustrie: Mit Verbundwerkstoffen erzielt man sehr hohe Steifigkeiten (bis zum Vierfachen im Vergleich zu Konstruktionen aus Stahl). (Quelle: Schunk)

Wichtige Anwendungen

Neben den populären Anwendungen in Rotorenflügeln von Windkraftanlagen, Flugzeugen, hochwertigen Konsumgütern wie „Carbon-Fahrradrahmen“, Golfschlägern, Bootsrümpfen oder Sportschuhen werden zunehmend auch Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen in der Industrie eingesetzt. Hier einige Beispiele:

- Für die Lager- und Dichtungstechnik werden Schieber und Rotoren für Pumpen aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt, insbesondere für die Förderung aggressiver Medien wie Treibstoffe, Säuren etc.
- Viele besonders beanspruchte Elemente für den Maschinenbau, etwa Gelenke für Roboterarme, Walzen mit hoher Baulänge oder Antriebswellen, basieren auf Faserverbundwerkstoffen.
- Wenn es auf Beständigkeit bei sehr hohen Temperaturen ankommt, werden Chargenträger und Gitterroste für die Wärmebehandlung, Halter und Greifer für die Glasindustrie u. v. a. aus kohlenstofffaserverstärktem Kohlenstoff (CFC) verwendet.
- Heizer und Stütztiegel von modernen Kristallziehanlagen bestehen vor allem in der Halbleiterindustrie aus kohlenstofffaserverstärktem Kohlenstoff (CFC). Hier kommt es nicht nur auf hohe Temperaturbeständigkeit, sondern auch auf extreme Reinheit an.



Abb. 25: Antriebswelle für Anlagen- und Maschinenbau: Zur Gewichtsminimierung von Bauteilen bieten sich Konstruktionen aus Faserverbundwerkstoffen an. (Quelle: Schunk)



Abb. 26: Drehschieber CF/PEEK für Hochleistungspumpen: Für den Einsatz im direkten Kontakt mit aggressiven Medien (Treibstoff, Flusssäure etc.) sind Faserverbundwerkstoffe besonders geeignet. (Quelle: Schunk)

Evonik Industries AG in Hanau

Nanotechnologische Werkstoffentwicklungen durch innovative Projekthäuser



Abb. 27:
AdNano Zinkoxid für Holzschutzanwendungen
(Quelle: Evonik Industries AG)

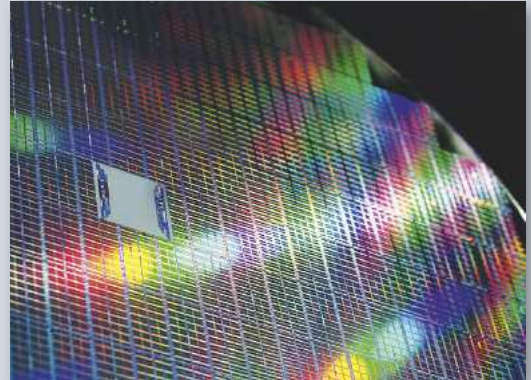


Abb. 28:
AdNano Ceroxid für CMP (Chemical Mechanical Polishing)
Anwendungen (Quelle: Evonik Industries AG)

Zu den Schlüsselementen der marktnahen Forschungsstrukturen der Evonik Industries AG zählen die sogenannten Projekthäuser. In einem Zeitraum von drei Jahren konzentrieren sich die Wissenschaftler der Projekthäuser auf die Entwicklung neuer Technologieplattformen für Evonik. Die Projekthäuser arbeiten unter der Regie des Bereiches Creavis Technologies & Innovation eng mit den Evonik-Geschäftsbereichen und externen Partnern wie Hochschulen, Forschungsinstituten und Kunden der Evonik zusammen. Während der Forschungsarbeiten nutzen und bündeln die Projekthäuser das Know-how der beteiligten Geschäftsbereiche und ermöglichen im Gegenzug einen schnellen Rücktransfer der Ergebnisse in die Geschäftsbereiche. Am Ende eines solchen Projekts steht die Vermarktung im kommerziellen Maßstab innerhalb eines Geschäftsbereichs oder als internes Start-up.

Das Projekthaus Nanomaterialien war das erste Projekthaus der Evonik und wurde im Jahr 2000 am hessischen Standort Hanau gestartet. Das interdisziplinäre Team aus Naturwissenschaftlern, Ingenieuren und Materialwissenschaftlern erarbeitete neue Technologieplattformen und Produkte, die 2003 zum Teil direkt in die beteiligten Geschäftsbereiche oder zur ersten Vermarktung in das interne Start-up „Degussa Advanced Nanomaterials“ überführt wurden. Das Forschungs- und Entwicklungsteam bestand aus Evonik-Mitarbeitern und Experten von sieben deutschen Universitäten (Uni Jena, Uni Duisburg, TU Clausthal, TU Darmstadt, TU München,

Uni Kaiserslautern, Uni Karlsruhe). In dieser Zeit hat das Team in enger Kooperation und durch Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des BMBF die Prozesse der Nanopartikelbildung in der Gasphase theoretisch beschrieben, in Pilotanlagen experimentell verifiziert und die dabei gewonnenen Erkenntnisse zur Entwicklung neuer Materialien genutzt.

Das interne Start-up „Degussa Advanced Nanomaterials“ am Standort Hanau hat die anspruchsvolle Aufgabe übernommen, diese mit verbesserten Eigenschaften ausgestatteten Produkte auf den Markt zu bringen. Im Fokus standen dabei Anwendungen, die Transparenz in Kombination mit Antistatik, Leitfähigkeit, IR-Absorption oder UV-Schutz erfordern. Das Start-up wurde zunächst von der Creavis gemeinsam mit dem Geschäftsbereich Aerosil & Silane geführt und ab Januar 2005 ganz in den Geschäftsbereich Aerosil & Silane überführt. Ein wichtiges Produkt des Unternehmens ist nanoskaliges Zinkoxid, das z. B. als UV-Schutzmittel in Sonnencremes zum Einsatz kommt. Darüber hinaus werden Anwendungen in Lacken und Beschichtungen bearbeitet.

Nanoskaliges Ceroxid, ein weiteres wichtiges Produkt des Start-ups, eignet sich aufgrund der hohen Abrasivität besonders zum Polieren von Siliziumdioxid im sogenannten CMP-Prozess (Chemical Mechanical Polishing).

Indiumzinnoxid ergänzt das Produktportfolio und verbindet farblose Transparenz mit elektrischer Leitfähigkeit und Absorptionsvermögen für Infrarotstrahlung. Hierdurch bietet es die Möglichkeit, in neu entwickelten Lacksystemen transparente Kunststoffbauteile und -folien kostengünstig antistatisch auszurüsten. Auf diese Art lassen sich durchsichtige Elektroden in einfachen Druckprozessen herstellen, wie sie für Laptops, LCD-Displays und organische Leuchtdioden (OLEDs) benötigt werden. Ferner kann man Kunststoffbauteile oder -folien mit einem transparenten Infrarotschutz ausstatten, um bei Auto- und Gebäudefenstern die Infrarotstrahlung zu begrenzen. Dies trägt unter anderem zur Energieeinsparung bei, da zum Beispiel Klimaanlage weniger intensiv laufen müssen.

Darüber hinaus werden speziell nanostrukturierte Materialien für den Einsatz in Strukturklebstoffen zum Kleben nichtmetallischer Bauteile entwickelt. Dabei werden zur Herstellung von MagSilica® in einem Flammenprozess 5 bis 40 Nanometer große Eisenoxidkristalle isoliert voneinander in einer Siliziumdioxidmatrix eingeschlossen. Die Siliziumdioxid-Matrix sorgt für die chemische und thermische Beständigkeit der Eisenoxidkristalle sowie gegen ein Agglomerieren der Kristalle, wodurch das Material superparamagnetische Eigenschaften erhält. Paramagnetismus zeichnet sich dadurch aus, dass sich im Inneren des Magneten das Magnetfeld verstärkt, wenn man ein externes Magnetfeld anlegt. Die Magnetisierung ist proportional zur magnetischen Feldstärke.

MagSilica® verbindet die für Nanopartikel typische große spezifische Oberfläche und hohe Reinheit mit schaltbaren magnetischen Eigenschaften eines Paramagneten. Ein typisches Beispiel für einen besonderen Nanoeffekt: Aufgrund der Winzigkeit der Kristalle reicht die innere thermische Energie aus, um eine bleibende Ausrichtung der magnetischen Momente in Abwesenheit eines äußeren Magnetfeldes zu verhindern. In einem Feld lassen sich diese Materialien dagegen wirksam re-magnetisieren, so dass ein „schaltbarer“ Magnetismus (superparamagnetisches Verhalten) resultiert.

Die ersten Vermarktungserfolge des internen Start-ups „Degussa Advanced Nanomaterials“ werden seit Anfang 2007 in der Einheit „New Business Development Aerosil“ ausgebaut und sollen nach erfolgter Markteinführung und nachhaltig profitablen Geschäft in das operative Geschäft des Geschäftsbereichs Aerosil überführt werden. Die aufgeführten Produkte sind alles Beispiele für die Advanced Nanomaterials der Evonik Industries AG.

Zum 1. Januar 2007 ist bei Evonik Industries AG das Projekthaus Functional Films & Surfaces in Hanau-Wolfgang gestartet. Drei Jahre lang werden rund 20 Mitarbeiter dort an der Veredelung von Polymerfolien und -halbzeugen durch nano- und mikroskalige Oberflächenbeschichtungen arbeiten. Eine wichtige Aufgabe des Projekthauses ist zum Beispiel die Entwicklung von Maßnahmen der Dünnschichttechnologie, die zu wesentlichen Gewichts- und Kostenreduzierungen bei Solarmodulen führen sollen.

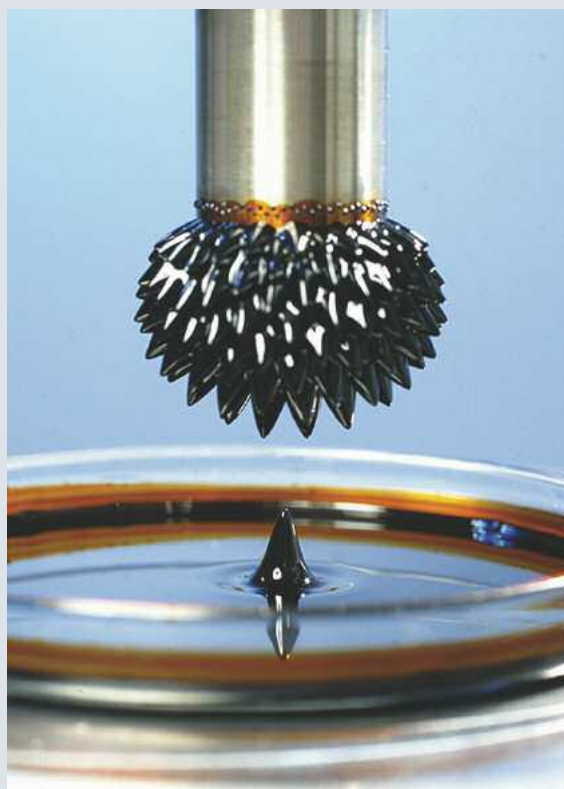
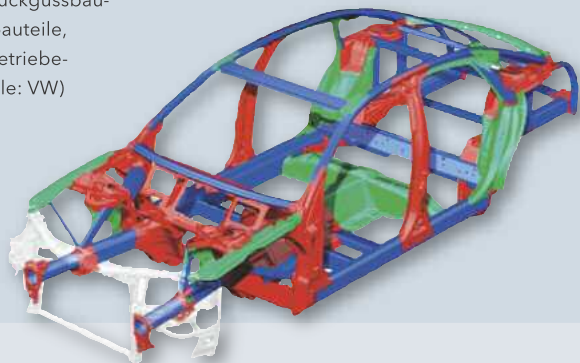


Abb. 29: MagSilica zeigt beim Anlegen eines Magnetfeldes den sogenannten Rosenzweig-Effekt. Das Material wird für Bonding / Debonding Anwendungen eingesetzt. (Quelle: Evonik Industries AG)

VW-Technologiezentrum der Gießerei in Baunatal

Einsatz beschichteter Druckgusswerkzeuge im Automobilbau

Abb. 30+31+32:
Leichtmetalldruckgussbau-
teile: Strukturbauteile,
Motorblock, Getriebe-
gehäuse (Quelle: VW)



In den vergangenen Jahren hat sich im Automobilbau das Fahrzeuggewicht durchschnittlich um etwa 30 % erhöht. Klimaanlage, Airbags, Navigationssystem, Servolenkung, Antiblockiersystem etc. sorgen in Neuwagen für immer mehr Komfort und Sicherheit. Doch diese immer höheren Anforderungen an die Ausstattung von Fahrzeugen sorgen auch für eine deutliche Gewichtserhöhung. Da aber der Treibstoffverbrauch direkt vom Fahrzeuggewicht abhängt, ist die Entwicklung von neuen Konzepten zum Leichtbau neben verbesserter Aerodynamik und alternativen Antriebskonzepten notwendig.

In der Automobilindustrie hat der Leichtbau mittels Aluminium, Magnesium und Faserverbundwerkstoffen aufgrund der ökologischen Notwendigkeiten zur Kraftstoffeinsparung und Nutzlaststeigerung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Vor diesem Hintergrund werden Stahlbauteile insbesondere durch Aluminium- oder Magnesiumkomponenten ersetzt (Abb. 30-32). Eine der wirtschaftlich bedeutendsten Methoden zur Serienfertigung von Aluminium- oder Magnesiumteilen ist das Druckgießen. Das Druckgießen zählt zu den Near-net-shape-Verfahren für präzise Produkte. Sogenannte Dauerformen aus Stahl finden Anwendung, die im Druckguss einem Verschleiß unterliegen und einen Kostenfaktor darstellen. Entwickler sind daher bestrebt, den Werkzeugverschleiß zu reduzieren, damit die Standzeit verlängert, Maschinenstillstandszeiten verkürzt und der Prozess verbessert werden kann.

Die Weiterentwicklung innovativer Gießtechnologien ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum kostengünstigen Leichtbau von Fahrzeugen. Das VW-Technologiezentrum der Gießerei in Baunatal gehört auf diesem Gebiet zu den weltweit führenden Entwick-

lungsabteilungen. Hier werden Komponenten, zum Beispiel Türen oder tragende Karosserieelemente aus Leichtmetallen, für die zukünftigen Oberklassefahrzeuge des Konzerns entwickelt und produziert. Neben der Produktion ist die Entwicklung das zweite Standbein des Zentrums. Die Entwickler werden bei Design, Materialentwicklung, Simulation, Qualitätsprüfung und Prototypenbau unterstützt. Im Technologie-Zentrum kommt modernste Mess- und Prüftechnik zum Einsatz: So können beispielsweise die Teile per Computertomografie geprüft und dreidimensional vermessen werden.

Beschichtung von Druckgusswerkzeugen zur Standzeiterhöhung

Im Hinblick auf Kosten, Bearbeitbarkeit und Effizienz erscheint der Einsatz beschichteter Druckgusswerkzeuge besonders geeignet. Es entsteht so ein Verbundwerkstoff mit den erforderlichen Grundeigenschaften und einem speziell synthetisierten und maßgeschneiderten Schichtsystem als Kontaktpartner im Bauteilsystem, das einem Reibungsprozess unterliegt. Als vielversprechend haben sich titanborhaltige Schichtsysteme erwiesen, die im Duplex-PACVD-Verfahren auf den Werkzeugen abgeschieden werden. Bei dem PACVD-Verfahren (Plasma Aided Chemical Vapour Deposition) werden zur Erzeugung der benötigten Schichtsysteme die Reaktionsausgangsstoffe gasförmig auf den Empfänger aufgebracht. Das Wort „Duplex“ beschreibt die Kombination zweier Schichten.

Hartstoffschichten haben sich bereits zur Standzeiterhöhung von Zerspanungs- und Umformwerkzeugen im Hinblick auf Adhäsion, Verschleiß, Ermüdung und Korrosion in vielfältigen Anwendungen bewährt.

In einem vom BMBF geförderten Projekt zusammen mit der Druck- und Spritzgusswerk Hettich GmbH in Frankenberg, der H-O-T Servicecenter Schmölln GmbH und der TU Braunschweig wird eine Systemlösung zur Behandlung bzw. Beschichtung von Bauteilen für spezielle Anforderungen in dem Bereich der Magnesium- und Aluminium-Druckgusswerkzeuge erarbeitet. Es wird der Einsatz von neuen duplex-titanborhaltigen PACVD-Schichten im Aluminiumdruckguss untersucht. Der Einsatz im Aluminiumdruckguss erfolgt in der Gießerei des Volkswagenwerks Kassel / Baunatal. Mit den beschichteten Druckgusswerkzeugen konnte eine deutliche Standzeiterhöhung und geringere Anklebeneigung erreicht werden.

Der Druckgießprozess

Beim Druckgießprozess wird in eine zweigeteilte Stahldauerform in Produktgeometrie die Schmelze unter hohem Druck und Geschwindigkeit eingespritzt. Abbildung 33 zeigt den schematischen Aufbau einer Druckgießmaschine. Die Schmelze wird in die Füllkammer dosiert und anschließend mit dem Kolben in die Kavität gedrückt. Nach Entnahme des Gussteils erfolgt ein Sprühen des Werkzeugs mit einem Wasser-Trennmittelgemisch.

Aufgrund relativ hoher Investitionskosten für Anlagen und Werkzeuge bei hohem Automatisierungs- und Verfügbarkeitsgrad ist der Druckgießprozess prädestiniert für die Serienfertigung. Entwicklungen der letzten Jahre ermöglichen die Fertigung dünnwandiger Strukturteile aus schweiß- und wärmebehandelbarem Aluminiumguss als endkonturnahes Fertigteil.

Druckgusswerkzeuge unterliegen einem komplexen Beanspruchungsprofil. Verfahrensbedingt sind dies die thermische Ermüdung bzw. der zweifache

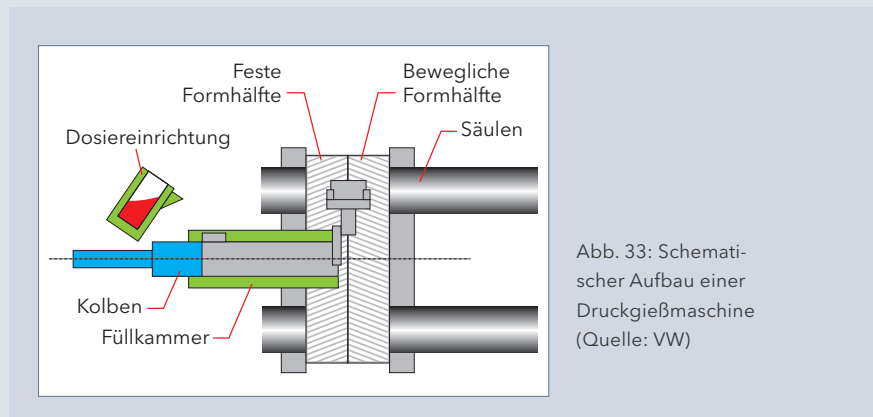


Abb. 33: Schematischer Aufbau einer Druckgießmaschine (Quelle: VW)

Thermoschock durch die heiße Schmelze und das Aufsprühen des kalten Trennmittels (Gemisch aus Wasser und Trennmittel). Im Kontakt mit der Schmelze sind Abrasion, Adhäsion, Erosion, Wasserstoffversprödung und Korrosion relevant.

Verschiedene im Duplex-PACVD-Prozess mit titanborhaltigen Schichtsystemen beschichtete Druckgusswerkzeuge wie Einsätze und Pinolen sind in den Abbildungen 34 bis 36 zu sehen. Die hergestellten Schichten weisen eine hohe Härte und gute Haftfestigkeit auf. Der Verschleißwiderstand ist hoch. Der Kern des Druckgusswerkzeugeinsatzes erreichte bei Versuchen im Rahmen des WING-Projekts eine Standzeiterhöhung gegenüber dem mittleren Ausfallwert von ca. 180 %. Die Beschichtung der Pinolen führte zu einer Standzeitsteigerung von ca. 300-500 %. Der zusätzliche Arbeitsschritt durch die Beschichtung der Pinolen verursacht dabei lediglich eine Kostenerhöhung um 17 %. Durch die deutliche Standzeiterhöhung amortisieren sich die Kosten. Berücksichtigt man neben der reinen Standzeiterhöhung auch noch den geringeren Aufwand für Rüstzeiten und Maschinenstillstand, das heißt höhere Produktivität, fällt die Entscheidung für die Beschichtung von Pinolen und Kernen noch eindeutiger aus.

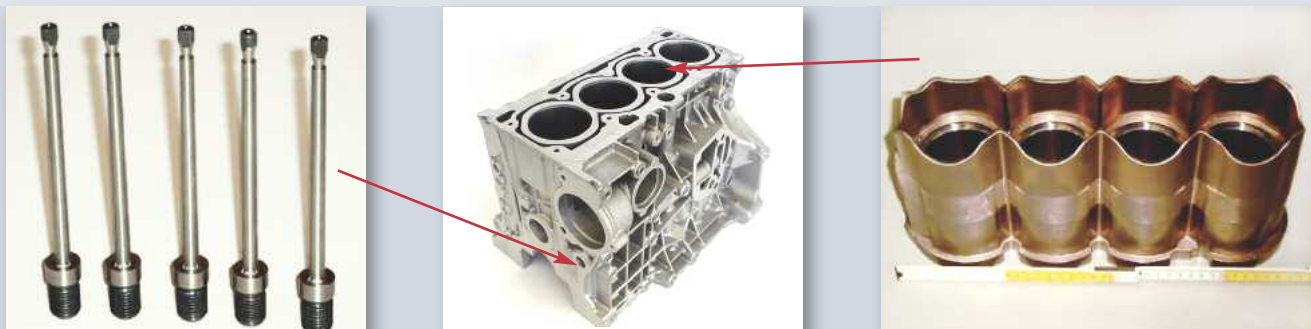
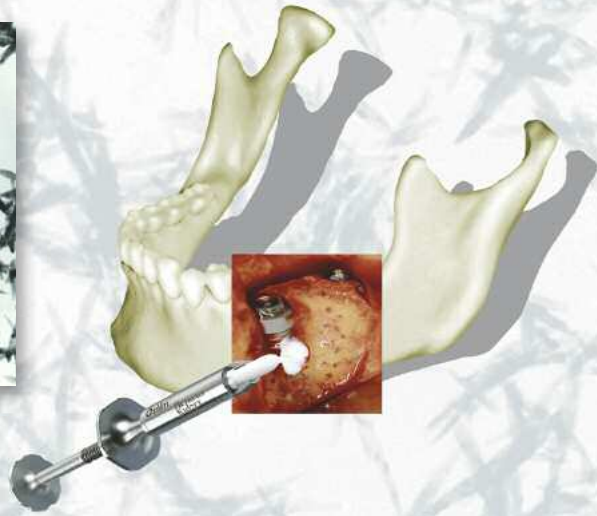


Abb. 34+35+36: Beschichtete Pinolen, Motorblock und Druckgusswerkzeugeinsatz (Wasserraumkern) (Quelle: VW)

Heraeus Holding GmbH

Nanotechnologisches Know-how für innovative Produktvielfalt

Abb. 37+38:
Nanokristalle verleihen dem Knochenersatzmaterial Ostim eine sehr große spezifische Oberfläche.
(Quelle: Heraeus)



Edelmetalle wie Platin und Gold, Sensoren, Dental- und Medizinprodukte, Quarzglas und Speziallichtquellen – in diesen Bereichen hat Heraeus seit 1851 mit innovativen Entwicklungen und anspruchsvoller Werkstofftechnik Maßstäbe gesetzt. Industrie- und Medizinprodukten des weltweit tätigen Familienunternehmens aus Hanau begegnet man überall im Alltag: Katalysatoren und Temperatursensoren für Motoren, Quarzglas für Telekommunikation und Mikrochip-Herstellung, Dental-Implantate, Ultraviolett-Strahler für die Entkeimung von Trinkwasser, Infrarotlampen für die Industrie und Temperatursensoren für die Stahlbranche. Der Konzern teilt sich auf in die Bereiche W. C. Heraeus (Edel- und Sondermetalle), Heraeus Electro-Nite (Sensoren), Heraeus Kulzer (Dental- und Medizinprodukte), Heraeus Quarzglas (Quarzglas) und Heraeus Noblelight (Speziallichtquellen).

Heraeus hat unter anderem durch kundennahe Produktentwicklungen (die sich fast immer durch eine extrem hohe Spezialisierung auszeichnen) seine weltweite Markt- und Technologieführerschaft in verschiedenen Industriebereichen immer weiter ausbauen können. Hinzu kommen die Erfahrung und das Know-how im Umgang mit hohen Temperaturen und außergewöhnlichen und anspruchsvollen Werkstoffen, die mit der Innovation des Platinschmelzens im industriellen Maßstab durch Firmengründer Wilhelm Carl Heraeus begann, mit dem Erschmelzen von Bergkristall und der Gewinnung von Quarz-

glas als neuem Werkstoff fortgesetzt wurde und bis heute zahlreiche weitere innovative Entwicklungen nach sich gezogen hat. Das hohe Innovations- und Entwicklungspotenzial im Unternehmen wird gezielt gefördert, so durch einen Innovationspreis, der jährlich intern verliehen wird. Zu den ausgezeichneten Produkten zählt beispielsweise ein Katalysator, der bei der großtechnischen Düngemittelherstellung den Ausstoß des Treibhausgases Lachgas um über 90 % senkt – bei rund 1,2 Mio. Tonnen Lachgas, die pro Jahr in der Düngemittelindustrie bislang freigesetzt werden, schont diese Entwicklung die Umwelt nachhaltig. Der CO₂-Äquivalenzfaktor von Lachgas beträgt 296. Der Äquivalenzfaktor wird benötigt, um das globale Erwärmungspotenzial anderer Treibhausgase in Relation zur Klimawirksamkeit von CO₂ zu stellen.

Verkürzte Innovationszeiten und immer kürzere Produktlebenszyklen machen es notwendig, dass Unternehmen immer schneller neue Produkte entwickeln müssen. In dieser Hinsicht spielen bei Heraeus Kooperationen mit anderen Unternehmen, mit Hochschulen und Forschungsinstituten eine wichtige Rolle. Heraeus beteiligt sich dabei auch an Projekten, die durch das BMBF gefördert werden. Der Blick bei diesen Projekten ist auf Zukunftstechnologien gerichtet, wie beispielweise beim Projekt „ZOVAN – Zahnoberflächenversiegelung mit einer antiadhäsiven Nanokompositbeschichtung“, an dem sich der Dentalspezialist Heraeus Kulzer beteiligte.

Im Forschungsverbund ZOVAN waren neben Heraeus Kulzer die Engineered nanoProducts Germany (EPG) AG, das Leibniz-Institut für Neue Materialien gGmbH und die Universität des Saarlandes beteiligt. Ziel des Projektes war die Entwicklung eines neuen Dentalwerkstoffs auf Nanokompositbasis zur partiellen und kompletten Versiegelung von Zähnen und auch dentalen Restaurationen. Der Dentalwerkstoff soll eine permanent antiadhäsiv (ablagerungshemmend oder -verhindernd) wirkende Beschichtung der Zahnoberfläche ermöglichen. Durch das Etablieren dieser Antiadhäsivoberfläche soll gewährleistet werden, dass sich auftretende Plaque sehr leicht von der Zahnoberfläche entfernen lässt und sich somit die Gefahr der Zahnstein- und Kariesausbildung sowie der Entstehung einer Parodontitis drastisch reduzieren lässt. Die wissenschaftliche Zielsetzung des Projektes umfasste den Werkstoff auf der einen und die Plaquebildungsmechanismen auf der anderen Seite. Beim Werkstoff mussten besonders das Verhalten des Nanokomposits im Mundhöhlenmilieu sowie der bakterielle Angriff untersucht werden. Weiterhin war der Haftmechanismus der Schichtsysteme zur Zahnoberfläche zu untersuchen.

In vielen anderen Produkten von Heraeus steckt ebenfalls bereits nanotechnologisches Know-how, so zum Beispiel in den Prothesenzähnen Mondial und Premium. Durch hierfür verwendete Materialien mit Nanostruktur haben die Prothesenzähne eine um 50 % höhere Abriebfestigkeit. Das verlängert die Lebensdauer gegenüber herkömmlichen Materialien entscheidend und ermöglicht damit bis ins hohe Alter einen festen Biss. Knochendefekte im Kiefer können mit einem anderen innovativen Produkt behandelt werden. Das Knochenersatzmaterial Ostim enthält Nanokristalle (bestehend aus Hydroxylapatit). Hydroxylapatit ist körpereigenes Material und bildet die Grundlage der Hartschmelze (Knochen etc.) aller Wirbeltiere. Hydroxylapatit ist im Zahnschmelz zu 97 % enthalten. Die Nanokristalle verleihen dem Material eine sehr große spezifische Oberfläche, an der sich knochenbildende Zellen leichter und schneller anlagern können. Während dieses Prozesses werden die Nanokristalle aufgenommen und sukzessive durch körpereigenen Knochen ersetzt. Zahnärzte setzen Ostim unter anderem

zum Knochenaufbau beispielsweise im Zusammenhang mit Wurzelspitzen-Entfernungen, Auffüllen von Zystendefekten und Implantatsetzungen ein.

Aber auch in anderen Anwendungsbereichen spielen nanotechnologischen Produkte eine wichtige Rolle. Die nanometergroßen Abmessungen von elektronischen Bauelementen oder Funktionsschichten auf Mikrochips wären ohne Quarzglas fast undenkbar. Heraeus stellt blasenfreies, optisch homogenes Quarzglas für Linsensysteme her, die bei der Produktion von Mikrochips zum Aufbau der nur 60 Nanometer kleinen, hochkomplexen integrierten Schaltungen auf den Silizium-Wafern verwendet werden. Bei diesem Verfahren der Mikrolithografie (mittlerweile auch Nanolithografie genannt) ist die exzellente Lichtdurchlässigkeit und Laserstrahlenbeständigkeit der synthetischen Quarzglaslinsen entscheidend.

Nanotechnologie kann dazu beitragen, eigene Produkte so zu verbessern, dass diese überlegene Eigenschaften aufweisen und so im Wettbewerb konkurrenzfähig bleiben. Bereits bekannte Herstellungsverfahren können noch besser verstanden und Materialeigenschaften bekannter Produkte können noch weiter beeinflusst und optimiert werden. Nanotechnologische Kompetenz – die sich schon über viele Jahre bei Heraeus entwickelt hat – wird an Bedeutung zunehmen.



Abb. 39:
Linsen aus Quarzglas
sind in der Mikro-
chip-Herstellung
unentbehrlich.
(Quelle: Heraeus)

4 Anhang

Kontaktliste der hessischen Partner, die an den zitierten BMBF geförderten Projekten beteiligt sind

General Motors Powertrain Germany GmbH

65423 Rüsselsheim

Ansprechpartner: Paul Breidenbach

Universität Kassel

**Fachbereich 15 - Maschinenbau
Institut für Maschinenbauelemente
und Konstruktionstechnik**

Mönchenbergstraße 3

34125 Kassel

Ansprechpartner: Prof. Dr. Gunter Knoll

BASF Fuel Cell GmbH (früher PEMEAS)

Industriepark Höchst, Gebäude 865

65926 Frankfurt am Main

Ansprechpartner: Dr. Carsten Henschel

b.s.u. biebertaler stanz- und umformtechnik GmbH & Co. KG

Hainaer Weg 26

35444 Biebertal

Ansprechpartner: Rainer Bender

MAGNUM Automatisierungstechnik GmbH

Bunsenstraße 22

64293 Darmstadt

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Zijad Lemes

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

Forschung und Basisentwicklung

Postfach 10 09 51

35339 Gießen

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Sven Bornbaum, Andrea Gossel

KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH

Postfach 11 60

64647 Lorsch

Ansprechpartner: Robert Keilmann

Dipl. Ing. H. Moldenhauer GmbH & Co. KG

Im Brückengarten 9 a

63322 Rödermark

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Herbert Moldenhauer

Seidel GmbH & Co.

Rosenstraße 8

35037 Marburg

Ansprechpartner:

Dr. Andreas Ritzenhoff, Frank Beinborn

Fludicon GmbH

Landwehrstraße 55

64293 Darmstadt

Ansprechpartner:

Dorothea Adams, Lucien Johnston

Evonik Degussa GmbH

BU Aerosil & Silanes

Rodenbacher Chaussee 4

63457 Hanau-Wolfgang

Ansprechpartner:

Dr. Thomas Schlosser, Antje Gerber

Volkswagen AG, Werk Kassel

BU Gießerei & Bearbeitung

Dr. Rudolf-Leiding-Platz 1

34219 Baunatal

Ansprechpartner:

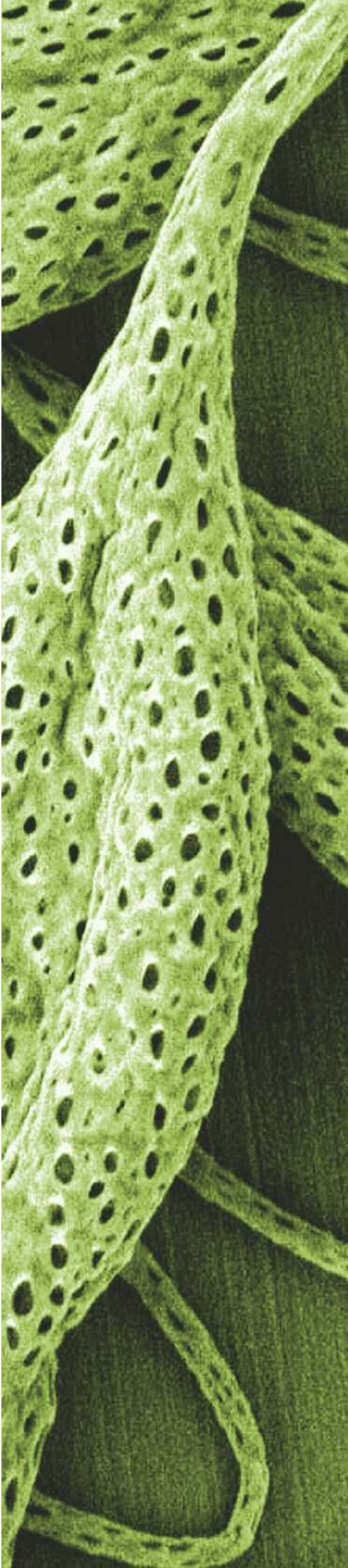
Dr.-Ing. Andreas Gebauer-Teichmann

Heraeus Holding GmbH

Heraeusstraße 12-14

63450 Hanau

Ansprechpartner: Dr. Jörg Wetterau



Netzwerke und Fördermöglichkeiten

Projektträger Jülich - Geschäftsbereich Neue Materialien und Chemie (NMT)

Erfolgreiche Wissenschaft braucht mehr als gute Forschung. Damit öffentliche Förderprogramme ihre Ziele erreichen, Industriepartner und Forschungseinrichtungen gewinnbringend zusammenarbeiten und Forscher über Fördermöglichkeiten in ihrem Arbeitsfeld gut informiert sind, ist Sachverstand im Forschungsmanagement gefragt. Der Projektträger Jülich erfüllt hier wichtige Beratungs- und Koordinierungsaufgaben.

Die Entwicklung und Anwendung neuer leistungsfähiger Werkstoffe geben unserer Industriegesellschaft immer wieder nachhaltige technologisch-wirtschaftliche Impulse. Dies gilt vor allem für die Automobilindustrie, den Maschinenbau, die Informations- und Kommunikationstechnologien, die Elektrotechnik und die Chemieindustrie. Innovationen im Werkstoffbereich sind in diesen Branchen häufig die treibende Kraft für Produktentwicklungen und der Schlüssel für eine bessere Wettbewerbsposition der werkstoffbasierten Industrie.

Dieser zentralen Bedeutung trägt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit dem Förderprogramm „Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft - WING“ Rechnung. Mit einer Konzentration der Förderung auf interdisziplinäre Projekte soll die Werkstoffforschung neue Impulse für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft geben.



KONTAKT

www.werkstoffinnovationen.de

- Forschungszentrum Jülich GmbH
Dr. Franz-Josef Bremer
Projektträger Jülich, Geschäftsbereich NMT
52425 Jülich
f.-j.bremer@fz-juelich.de
www.fz-juelich.de/ptj

Aktionslinie Hessen-Nanotech

Im Jahr 2005 startete das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung die Aktionslinie Hessen-Nanotech. Mit der Aktionslinie Hessen-Nanotech werden die hessenweiten wirtschafts- und technologiebezogenen Aktivitäten in den Nanotechnologien und den materialbasierten Technologien gebündelt und koordiniert. Ziel der Aktionslinie ist es, die hessischen Kompetenzen in den Nanotechnologien und in den angrenzenden Technologiebereichen wie Material- und Oberflächentechnologie, Mikrosystemtechnologie und Optische Technologien national und international darzustellen.

Durch Technologie- und Standortmarketing sowie die Förderung der Netzwerkbildung soll die internationale Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der hessischen Wissenschaft und Wirtschaft gestärkt werden. Die Aktionslinie Hessen-Nanotech unterstützt dabei insbesondere die Vernetzung von Technologieanbietern und -anwendern. Im besonderen Fokus stehen die in Hessen stark ausgeprägten Anwendungsbereiche Automotive, Chemie, Pharma, Biotechnologie und Medizintechnik, Bau, Umwelt und Energie sowie Informations- und Kommunikationstechnologie. An den Schnittstellen zu den Nanowissenschaften arbeitet die Aktionslinie Hessen-Nanotech mit dem NanoNetzwerkHessen zusammen. Projektträger der Aktionslinie Hessen-Nanotech ist die Hessen Agentur.

Hessen

Nanotech

KONTAKT

www.hessen-nanotech.de

- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung
Sebastian Hummel
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
Telefon 0611 815-2471, Fax -492471
sebastian.hummel@hmwvl.hessen.de
- HA Hessen Agentur GmbH
Alexander Bracht (Projektleiter Hessen-Nanotech)
Markus Lämmer
Abraham-Lincoln-Straße 38-42
65189 Wiesbaden
Telefon 0611 774-8664, Fax -8620
markus.laemmer@hessen-agentur.de
www.hessen-agentur.de

NanoNetzwerkHessen

Das NanoNetzwerkHessen wurde mit Unterstützung der Hessischen Landesregierung von den fünf Universitäten und den fünf Fachhochschulen des Landes im März 2004 etabliert, um auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung eine enge innovationsorientierte Zusammenarbeit im Bereich der Nanowissenschaften zu starten. Die Initiative NNH zielt darauf ab, die vorhandenen Kompetenzen an hessischen Hochschulen zu bündeln, Kooperationen zu initiieren und den Nanotechnologie-Standort Hessen weiter auszubauen. Koordinator des NanoNetzwerkHessen ist die Universität Kassel. Forscherinnen und Forscher aus den Disziplinen Physik, Chemie, Biologie, Pharmazie, Medizin, Materialwissenschaften und den verschiedensten Fächern der Ingenieur- und sogar Geisteswissenschaften arbeiten an hessischen Hochschulen auf Gebieten der Nanowissenschaften. Gerade diese Durchdringung klassischer Disziplinen verstärkt ganz wesentlich das Innovationspotenzial dieser Wissenschaft und bietet in Hessen ausgezeichnete Ausgangsbedingungen für Kooperationen. Die Technologien, die heute an hessischen Hochschulen vertreten sind, sind breit gefächert und reichen von nanoskaligen und nanostrukturierten Werkstoffen, Nanosystemtechnik über Nanomedizin, Nanomaterialchemie, Nanobiotechnologie bis hin zur Nanoanalytik. Forschungs- und Entwicklungsaufgaben in diesen Feldern bereits im vorwettbewerblichen Bereich gemeinsam mit Wissenschaftlern, Entwicklern und Anwendern zu betreiben und damit Akteure, Ressourcen und Aktivitäten zusammenzuführen, eröffnet den Netzwerkpartnern nicht nur die Erschließung komplementärer Ressourcen, sondern verbindet auch Wissenschaft deutlicher als bisher mit wirtschaftlicher Anwendung und trägt damit zu einer schnelleren Umsetzung von nanotechnologischem Wissen in Produkte, Produktionsverfahren und Dienstleistungen bei.

NNH | 0-9
NANONetzwerkHESSEN

KONTAKT

www.nanonetzwerkessen.de

- Dr. Beatrix Kohnke
(Leitung der Geschäftsstelle)
Mönchebergstraße 19
34109 Kassel
Telefon 0561 804-2219, Fax -2226
management@nanonetzwerkessen.de

TechnologieTransferNetzwerk Hessen

Im TechnologieTransferNetzwerk Hessen (TTN-Hessen) haben sich seit 2001 die hessischen Hochschulen und die führenden Wirtschaftsverbände zusammengeschlossen, um das vorhandene Angebot zur Förderung des Wissens- und Technologietransfers miteinander zu vernetzen und mittelständischen Unternehmen den Zugang zum wissenschaftlichen und technologischen Potenzial der Hochschulen und Forschungseinrichtungen zu erleichtern. Um dieses Ziel gerade im Bereich der Nanotechnologien umsetzen zu können, arbeitet das TTN-Hessen eng mit seinen Netzwerkpartnern sowie der Aktionslinie Hessen-Nanotech zusammen. Typische Beispiele für diese Zusammenarbeit sind gemeinsam durchgeführte Unternehmensbefragungen und technologieorientierte Veranstaltungen. Bei der IHK-Innovationsberatung Hessen in Darmstadt, Gießen, Fulda, Kassel und Offenbach wurden regionale Beratungsstellen für Technologietransfer eingerichtet. Sie haben die Aufgabe, aktiv auf die Unternehmen zuzugehen und Hilfestellung beim Zugang zum anwendungsorientierten Know-how der Hochschulen anzubieten. Begleitend steht unter www.ttn-hessen.de eine gemeinsame Plattform zur Vermarktung von Kooperationsangeboten der Hochschulen zur Verfügung. Unter dem Dach des TTN-Hessen haben sich die hessischen Hochschulen zur gemeinsamen Patent-Verwertungsoffensive H-IP-O zusammengeschlossen. Ansprechpartner sind die Patentverwertungsagenturen GINo, INNOVECTIS und TransMIT. Sie betreuen Erfinder bei Schutzrechtsanmeldungen und Verwertungsverträgen auch auf dem Gebiet der Nanotechnologien.

Das TTN-Hessen wird unterstützt und kofinanziert durch die hessischen Ministerien für Wirtschaft und für Wissenschaft, die HA Hessen Agentur GmbH (Geschäftsstelle), die Arbeitsgemeinschaft hessischer IHKs und den Europäischen Sozialfonds (ESF).

Hessen

TTN

KONTAKT

www.ttn-hessen.de

- HA Hessen Agentur GmbH
Dr. Gerrit Stratmann (Projektkoordination)
Abraham-Lincoln-Straße 38-42
65189 Wiesbaden
Telefon 0611 774-8691, Fax -58691
gerrit.stratmann@hessen-agentur.de
www.hessen-agentur.de

Hessische IHKs

Seit Anfang der 80er-Jahre bieten die hessischen IHKs einen besonderen, kostenfreien Service, um Unternehmen bei ihren Innovationsanstrengungen zu unterstützen: die IHK Innovationsberatung Hessen. In einer Zeit, in der Technologie- und Marktveränderungen immer kürzere Innovationszyklen vorgeben, bietet das Kompetenzzentrum insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen seinen unternehmens- und praxisnahen Service an. Die IHK Innovationsberatung ist neutraler Informationsmakler und begleitet aktiv die Vernetzung und Clusterbildung von technologieorientierten Unternehmen und Forschung. Neben konkreten Innovationshilfen, wie beispielsweise einer individuellen Beratung sowie Publikationen, fördern die hessischen IHKs den intensiven Austausch zwischen Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik durch technologie- und branchenorientierte Veranstaltungen. Ein besonderer Fokus liegt seit 2004 auf den Nanotechnologien und deren Potenzialen für die Wirtschaft. So wurde gemeinsam mit den regionalen Beratungsstellen des TechnologieTransferNetzwerk Hessen und dem Wirtschaftsministerium eine Veranstaltungsreihe aufgelegt, welche die Einsatz- und Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologien in verschiedenen Branchen näher beleuchtet. Die Themen reichen von „Nanotechnologien im Auto von morgen“ über „Nanotechnologien in der Medizintechnik“ bis hin zur „Nano-Elektronik“ und „Nano-Oberflächentechnik“.



KONTAKT

www.itb-hessen.de

- IHK-Innovationsberatung Hessen
Detlev Osterloh (Leiter)
Telefon 069 2197-1219
d.osterloh@frankfurt-main.ihk.de

Zentrale Frankfurt:
c/o Industrie- und Handelskammer
Frankfurt am Main
Börsenplatz 4
60313 Frankfurt am Main
Telefon 069 2197-1427, Fax -1484
itb@frankfurt-main.ihk.de

Literatur

- /1/** Innovationsstandort Deutschland – quo vadis?
The Boston Consulting Group GmbH,
München, Dezember 2006
- /2/** Thermisch gespritzte, tribologisch wirksame
Schichtsysteme auf Leichtmetall-Zylinderlauf-
flächen. M. Buchmann, Galvanotechnik 10,
2002, S. 2660-2669
- /3/** Oil Transport Along the Engine Cylinder Liner
– Coupling Vaporization and Film-Thickness
Analysis. W. Audette, 12th International
Colloquium Tribology 2000-Plus, Technische
Akademie Esslingen, Ostfildern, Germany,
January 2000, Vol.1, S.357-367
- /4/** BCG-Analyse, Deutsche Industriebank IKB,
IKB Information Oktober 2004
- /5/** Analyse der Deutschen Industriebank IKB,
März 2008
- /6/** Nanotechnologien im Automobil – Innova-
tionspotenziale in Hessen für die Automobil-
und Zuliefer-Industrie, Dezember 2006,
Band 3 der Schriftenreihe der Aktionslinie
Hessen-Nanotech des Hessischen Wirtschafts-
ministeriums

Schriftenreihe

der Aktionslinie **Hessen-Nanotech** des
Hessischen Ministeriums für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung

**Band 1 Einsatz von Nanotechnologie in
der hessischen Umwelttechnologie**

Innovationspotenziale für Unternehmen

Band 2 Nanomedizin

Innovationspotenziale in Hessen
für Medizintechnik und
Pharmazeutische Industrie

Band 3 Nanotechnologie im Auto

Innovationspotenziale in Hessen für
die Automobil- und Zuliefer-Industrie

Band 4 NanoKommunikation

Leitfaden zur Kommunikation von
Chancen und Risiken der Nanotechno-
logien für kleine und mittelständische
Unternehmen in Hessen

**Supplement zum Leitfaden
NanoKommunikation**

Innovationsfördernde Good-Practice-
Ansätze zum verantwortlichen Umgang
mit Nanomaterialien

**Band 5 Nanotechnologien für
die optische Industrie**

Grundlage für zukünftige
Innovationen in Hessen

Band 6 NanoProduktion

Innovationspotenziale für hessische
Unternehmen durch Nanotechnologien
im Produktionsprozess

**Band 7 Einsatz von Nanotechnologien
in Architektur und Bauwesen**

Band 8 NanoNormung

Normung im Bereich der
Nanotechnologien als Chance
für hessische Unternehmen

**Band 9 Einsatz von Nanotechnologien
im Energiesektor**

**Band 10 Werkstoffinnovationen aus Hessen
- Potenziale für Unternehmen**

**Kompetenz- und Infrastrukturatlas
Nanotechnologien in Hessen**

Informationen / Download / Bestellungen:
www.hessen-nanotech.de

Hessen

Nanotech

www.hessen-nanotech.de



Projektträger der Aktionslinie **Hessen-Nanotech**
des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH