



Fraunhofer Institut
Fertigungstechnik
Materialforschung

Jahresbericht 2003



Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung (IFAM)

Jahresbericht 2003



Inhalt

Vorwort »Übergänge«	5
Interview Professor Dr. Hennemann	6
Interview Professor Dr.-Ing. Busse	8

Das Institut im Profil

Das Institut im Profil	11
Kurzporträt und Organigramm	13
Das Institut in Zahlen	14
Das Kuratorium des Instituts	16
Gut gerüstet in die Zukunft	17
Erweiterungsbauten	18
Die Fraunhofer-Gesellschaft	20
Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile	21
Themenverbund »Polymere Oberflächen« POLO	22

Bereich Klebtechnik und Oberflächen

Bereich Klebtechnik und Oberflächen	23
Kompetenzen und Know-how	25
Arbeitsgebiete und Ansprechpartner	27
Ausstattung	28
Arbeitsgebiet Fertigungs- technik: Von der ersten Idee zur praktischen Anwendung	30
Korrosion im Fokus: Von der Grundlagenforschung zum anwendungsreifen Schutzkonzept	34
Bondship	37
Reproduzierbares Dispensieren elektrisch leitfähiger Klebstoffe im Sub-Nanoliter-Bereich bei kurzen Taktzeiten	40
Ein integriertes, rechnergestütztes System zur Optimierung des Klebstoffauftrags auf groß- flächigen Strukturbauteilen	44
Entwicklung von Vorbehandlungsprozessen für Kunststofffolien mit Atmosphärendruckplasmen	48

Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe

Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe	53
Strategische Neuausrichtung des Institutsteils »Formgebung und Funktionswerkstoffe«	55
Arbeitsgebiete und Ansprechpartner	58
Ausstattung	59
Trendbericht Aluminium- schaumtechnologie	60
ecoMold – Ein neues Konzept zum Rapid-Tooling von größeren Werkzeugeinsätzen für den Spritzguss	63
IFAM-Ausgründung der »Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH«	66
Untersuchungen zur Herstellung und Eignung von Granulaten aus aufschäumbaren Materialien	68
Trends in der Pulvermetallurgie: »Leicht-« und »Nano-«	71
Entwicklung neuer Werkstoffe für abrasive Dichtungen in Gasturbinen	75
Entwicklung hochtemperatur- und korrosionsbeständiger Nickelaluminid- und Inconel-Schäume	77
Impressum	80

Übergänge

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Geschäftsfreunde und
Kooperationspartner, liebe Förderer des IFAM,

das zurückliegende Jahr 2003 war für das IFAM ein Jahr der Übergänge. Die Brücke, der Übergang vom Hauptgebäude des Instituts zum Erweiterungsbau, wurde zum Symbolbild für dieses ereignisreiche Jahr.

Zum 1. April des Jahres 2003 übernahm Professor Dr. Otto-Diedrich Hennemann die Geschäftsführung des IFAM. Zeitgleich ist Professor Dr.-Ing. Matthias Busse in die Institutsleitung des IFAM eingetreten. Aufbauend auf dem vorhandenen Know-how der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurde im Institutsbereich »Endformnahe Fertigungstechnologien« eine thematische Neuausrichtung gestartet. Der neue Name »Formgebung und Funktionswerkstoffe« kennzeichnet den Übergang.

Ein Wechsel hat auch im Kuratorium des IFAM stattgefunden; Herr Arnd Picker hat den Vorsitz von Dr. Dietrich Zeyfang übernommen, dem wir an dieser Stelle für seine jahrelange Tätigkeit zum Wohle des IFAM danken.

Blicken wir zurück auf das vergangene Jahr, so möchten wir festhalten, dass diese Erfolge und Übergänge nur durch den Einsatz unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, das Vertrauen der Auftraggeber und Kooperationspartner möglich wurden. Dafür möchten wir uns bedanken.

Bremen, im März 2004



Handwritten signature of O.-D. Hennemann

O.-D. Hennemann

Handwritten signature of M. Busse

M. Busse

»Wir leisten eine Arbeit, die selbst in Rezessionsphasen benötigt wird«



Professor Dr. Otto-Diedrich Hennemann zieht für den Bereich Klebtechnik und Oberflächen eine positive Bilanz des Jahres 2003 – und freut sich auf den IFAM-Erweiterungsbau, der vielen Schwerpunkten zusätzliche Möglichkeiten verschafft und das Angebot an die Industrie ausweitet.

Professor Dr. Hennemann

Herr Professor Hennemann, zum 1. April 2003 haben Sie neben der Leitung des Bereichs Klebtechnik und Oberflächen auch die Geschäftsführung des IFAM übernommen. Eine große Herausforderung?

Schon allein die Arbeit im Bereich Klebtechnik und Oberflächen ist fachlich und organisatorisch eine Herausforderung, die Geschäftsführung des gesamten Instituts kommt jetzt als eine kleinere hinzu. Die größere Aufgabe für mich ist, meinen Bereich in der derzeitigen wirtschaftlichen Situation gut am Markt zu platzieren. Als Geschäftsführer des Gesamtinstituts muss ich dieses vor allem nach außen vertreten, wenn es beispielsweise um übergeordnete Fragestellungen wie etwa die Präsentation im Bremer Wirtschaftsraum geht.

Auch 2003 musste sich Ihr Bereich in einem schwierigen wirtschaftlichen Umfeld positionieren. Ist das gelungen?

Ja, dank unserer Beweglichkeit. Die wirtschaftliche Stagnation in Deutschland verlangte eine sehr hohe Flexibilität. Die Forderungen nach rasch umzusetzenden Innovationen und Optimierungen in allen Bereichen der Fertigungstechnik wurden immer lauter, um aus dem ökonomischen Tief herauszukommen. Diese Marktdynamik ist zunehmend wissenschaftsbasiert – denn nur auf der Grundlage von neuen Erkenntnissen kann man auch Innovationen hervorbringen. Dieser Entwicklung musste sich auch der Bereich Klebtechnik und Oberflächen stellen. Wir haben unsere Inhalte mit hohem Tempo weiterentwickelt und zusätzliche Geschäftsfelder erschlossen. Obwohl die insgesamt stagnierende Industrie an der Auftragsforschung sparte, haben wir uns so gut platziert, dass wir einen ausgeglichenen Haushalt erreicht haben und sogar noch elf zusätzliche Arbeitsplätze schaffen konnten. Das bedeutet, dass wir mit unseren

Themen und unserer Arbeitsweise richtig aufgestellt sind. Wir leisten für die Industrie offenbar eine Arbeit, die selbst in Rezessionsphasen benötigt wird.

Welches sind die aktuellen Entwicklungsschwerpunkte in Ihrem Bereich?

Zunächst einmal die Lacktechnik, denn auch beim Lackieren spielen adhäsive Prozesse eine Rolle. Dazu gehört auch der Lack als Material sowie seine Herstellung und Verarbeitung. Dann die Prozesstechnik. Wir haben beispielsweise virtuelle Fertigungsprozesse entwickelt, die wir in unserem Erweiterungsbau real umsetzen werden. Das lässt für die Industrie beschleunigte Entwicklungen zu. Die Offshore-Windenergie-technik ist eine weitere Herausforderung – ein hochkomplexer Bereich, weil hier ganz andere Anforderungsprofile zu erfüllen sind als bei Anlagen an Land. Wenn man weiß, dass man es mit Masthöhen um 90 m und Rotorblättern von 70 m Länge zu tun hat, dass die Maschinenhäuser 200 bis 400 t wiegen – und das alles auf hoher See –, dann ahnt man, welche Aufgaben hier zu bewältigen sind.

Die Zusammenarbeit mit der Industrie ist Ihnen sehr wichtig. Sind Sie in dieser Hinsicht zufrieden?

Sagen wir mal so: Ich bin nicht unzufrieden. Aber es gibt noch vieles zu verbessern. Die Zusammenarbeit mit der Industrie ist sehr spannend. Früher waren Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die das geplante Ergebnis nicht hundertprozentig erbracht haben, aus Forscher-Sicht trotzdem erfolgreich, denn sie haben zu neuen Erkenntnissen geführt. In Industrieprojekten zählt das natürlich nicht. Dort muss man sich auf die für die Industrie wichtigen Dinge konzentrieren und daran arbeiten, bis ein verwertbares Resultat erzielt wird. Das hat für uns auch Auswirkungen: Unsere Mitarbeiter sind als Forscher ausgebildet, müssen sich nun aber als Dienstleister eine andere Denkweise aneignen und auch ihre eigenen Prozessabläufe und Arbeitsweisen verändern. Da haben wir viel gelernt. Die Konsequenz ist eine erhöhte Akzeptanz in der Industrie – wir haben so beispielsweise eine intensivere Zusammenarbeit mit der norddeutschen Luftfahrtindustrie erreicht. In diesem Bereich herrscht eine große Nachfrage für unsere Leistungen.

Bei der Qualifizierung von klebtechnischen Fachkräften ist das IFAM führend. Welchen Stellenwert hat der Bereich der Weiterbildung?

Die eingangs erwähnte hohe Forschungs- und Entwicklungsdynamik bedingt, dass möglichst zeitnah neues Wissen in die Fertigung übertragen werden muss. Das muss noch schneller gehen – der Zeitfaktor ist hier ganz entscheidend. Wir haben uns gefragt, wie wir eine qualifizierte Weiterbildung intensivieren und beschleunigen können und dazu neue Lehrkonzepte entwickelt. Grundsätzlich ist unser Weiterbildungsangebot ein Wissenstransfer auf zwei Ebenen: Einerseits führen wir so Unternehmen an neue Technologien heran und qualifizieren dabei auch die Mitarbeiter. Andererseits können wir da, wo die Klebtechnik bereits erfolgreich eingesetzt wird, durch Weiterbildung ständig die neuesten Erkenntnisse implementieren.

Seit dem 1. April 2003 leitet mit Professor Matthias Busse ein neuer Kollege den anderen Institutsteil. Wie ist die Zusammenarbeit?

Von den industriellen Erfahrungen, die Herr Busse mitgebracht hat, wird das IFAM sehr profitieren. Die Schwerpunkte, die er in seinem Institutsteil umsetzen will, haben wir in interessanten Gesprächen diskutiert. Ich versuche, aus meiner und aus FhG-Sicht die eine oder andere Idee noch mit einfließen zu lassen. Wir haben aus den unterschiedlichen Erfahrungshorizonten heraus einen für beide Seiten fruchtbaren Dialog begonnen. Ich bin auch für die Zukunft sehr zuversichtlich, dass sich daraus eine gute Zusammenarbeit ergibt.

2004 wird der IFAM-Erweiterungsbau eingeweiht. Welche Chancen bergen die neuen räumlichen Möglichkeiten für Ihren Bereich?

Neue und wichtige Gebiete wie Lacktechnik, Fertigungstechnik oder Weiterbildung bekommen endlich mehr Platz, um sich ausreichend darzustellen. Wir haben beispielsweise eine neue Lackierkabine, mit der wir den Unternehmen neueste Technologien in Sachen Lackverarbeitung und -entwicklung anbieten können. Die Fertigungstechnik konnte bislang nur die virtuelle Simulation am Rechner zeigen – jetzt haben wir die Möglichkeit, das real in einer Fertigungsstraße umzusetzen. Bei der Weiterbildung haben wir wiederum ein neues Konzept für die Wissensvermittlung erdacht, bei der die Lehre im Zentrum steht und nicht von den praktischen Übungen, die im gleichen Raum stattfinden, abgetrennt ist. Dies alles ist nur durch die zusätzlichen Räumlichkeiten möglich.

Die Zusammenarbeit mit anderen Partnern liegt Ihnen sehr am Herzen ...

Die industriellen Netze habe ich bereits erwähnt. Daneben gibt es die Netze mit anderen Instituten, damit man auch größere Aufgaben der Industrie bearbeiten kann, die ein einzelnes Institut gar nicht bewältigen könnte. Diese Verbünde sind wichtig, um Systemlösungen anbieten zu können. So sind wir Mitglied eines Verbundes aus elf FhG-Instituten, die auf dem Gebiet Werkstoffe und Bauteile zusammenarbeiten. Daneben gibt es fachinhaltliche Verbünde wie beispielsweise POLO. Darin wirken Einrichtungen nicht nur der FhG zusammen, die an der Thematik »Polymere Oberflächen« arbeiten. In einem anderen Verbund geht es um Nanotechnologien. Auch hier sollen Synergien erzeugt werden, die uns künftig eine schnellere Bearbeitung der Nachfragen aus der Industrie ermöglichen. Die Themen sind heute meist viel zu komplex, als dass dies von einem Institut allein erledigt werden könnte.

Was würden Sie bis Ende 2004 gerne realisiert wissen?

Dass die geplante Einweihung unseres Ergänzungsbaus ein Erfolg wird. Eine der in diesem Zusammenhang geplanten Veranstaltungen steht unter dem Motto: »Forschung und Weiterbildung«. Dieses Spannungsfeld wollen wir mit einem Symposium thematisieren und möglichst – sowohl als Institut als auch Gesellschaft – einen deutlichen Beitrag dazu leisten, das nötige Bewusstsein für die eminent hohe Bedeutung von Forschung und Weiterbildung zu schaffen. Zudem wünsche ich mir natürlich, dass wir unsere neuen Themen so zügig aufbauen und weitertreiben, dass wir von der Lernphase schnell in die wissensgenerierende Phase kommen. Ich bin überzeugt, dies mit den überaus motivierten Mitarbeitern des Bereiches auch leisten zu können.

»Wir haben uns thematisch neu aufgestellt und sieben Kompetenzfelder gebildet«



Für Professor Dr.-Ing. Matthias Busse standen in den ersten Monaten als Leiter des Bereichs **Formgebung und Funktionswerkstoffe** die **Konsolidierung des laufenden Geschäfts** und eine **Neuorientierung für die Zukunft im Mittelpunkt**. Neuer Name, neue Kompetenzfelder, neue Aufgaben – das Jahr 2003 war für den Institutsteil sehr bewegend.

Professor Dr.-Ing. Busse

Herr Professor Busse, nach fast zehn Jahren Forschung und Entwicklung beim Volkswagen-Konzern haben Sie am 1. April 2003 die Leitung des Bereichs Formgebung und Funktionswerkstoffe am IFAM übernommen, verbunden mit einer Professur an der Bremer Universität. Was hat Sie an dieser Aufgabe gereizt?

Ich habe während meiner Zeit bei VW intensiv erfahren, welche Anforderungen Industrieunternehmen an angewandte Forschung haben. Daraus habe ich gelernt, wie eine optimierte Zusammenarbeit aussehen müsste. Mit dem Wechsel zu Fraunhofer habe ich nun die Möglichkeit, solche Dinge selber entscheidend mitzuformen. Der Spielraum zur Gestaltung der Institutsziele ist hier größer als in Industrieunternehmen, wo man stärker und stringenter in Organisationskonzepte und Vorgaben eingebunden ist. Diese erweiterte Gestaltungsfreiheit hat mich gereizt. Ein anderer attraktiver Punkt war für mich die Kombination Fraunhofer/Universität Bremen. Durch meine dortige Professur kann ich kreativ mit jungen Leuten zusammenarbeiten und werde sicherlich talentierte Nachwuchs-Wissenschaftler an das Institut heranzuführen können.

Bis Mitte 2003 hieß Ihr Bereich noch »Endformnahe Fertigungstechnologien«. Warum jetzt »Formgebung und Funktionswerkstoffe«?

Kurz nach meinem Wechsel an das IFAM habe ich eine strategische Neuorientierung in die Wege geleitet. Der neue Name ist einerseits ein nach innen und außen sichtbares Zeichen für den initiierten Veränderungsprozess. Andererseits ist der Begriff »Endformnahe Fertigungstechnologien« zwar in der Fachwelt gut verständlich; wer aber kein Insider ist, weiß nicht genau, was sich dahinter verbirgt. »Formgebung und Funktionswerkstoffe« ist selbsterklärender und unterstützt das Ziel, unsere Außendarstellung weiter zu verbessern. Wir haben uns für die Zukunft einiges zum Thema

Funktionswerkstoffe vorgenommen, wo wir neue Themen aufgreifen und interessante Entwicklungen vertiefen wollen. Wir wollen Werkstoffe natürlich auch mit neuen technologischen Ansätzen und weiterentwickelten Verfahren in Form bringen, deshalb der Begriff »Formgebung«. Die Umbenennung kennzeichnet also auch unsere thematische Ausweitung.

Sie mussten sich zu Beginn einen Überblick verschaffen, aber auch schon einige grundlegende Richtungsangaben machen ...

Vorab möchte ich noch einmal unterstreichen, dass ich hier von allen sehr offen und freundlich empfangen worden bin – durchaus mit Erwartungen, aber ohne jegliche Vorbehalte und in einem sehr positiven Klima. Dafür möchte ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern noch einmal danken. Eine erste Bestandsaufnahme hat ergeben, dass unsere aktuelle Situation zwar nicht ganz einfach ist, aber auch Chancen birgt. Einerseits strahlt die gesamtwirtschaftliche Situation auf uns aus, andererseits befinden wir uns derzeit in einer Umbruchphase. Wir haben uns gefragt: Wo stehen wir – und welche Wege müssen wir künftig gehen, um erfolgreich am Markt zu agieren? Das Ganze hat drei Facetten: Einmal die inhaltliche Ausweitung mit neuen Themen und neuen Projektströmungen. Dann eine Überarbeitung unserer organisatorischen Struktur und schließlich das Thema Auslandsengagement. Letzteres befürworte ich sehr, weil ich eine internationale Aufstellung grundsätzlich für richtig halte. Dennoch mussten wir 2003 die Entscheidung treffen, unsere Außenstelle im US-Staat Delaware nicht mehr eigenverantwortlich weiterzuführen, sondern über eine Ausgründung nachzudenken. Der Grund ist, dass wir uns in der momentanen Lage ganz auf die Stabilisierung und Neuorientierung unseres hiesigen Geschäfts konzentrieren wollen. Natürlich unterstützen wir die Beschäftigten in Delaware beim Schritt in die Selbstständigkeit nachhaltig.

Welche strukturellen Umorganisationen haben Sie vorgenommen?

Zunächst möchte ich erwähnen, dass unser Institutsteil in Dresden von der Umorganisation nicht unmittelbar betroffen ist. Dort laufen die Dinge stabil, und die Positionierung im Markt ist gut. Um die neue thematische Aufstellung für unseren Institutsteil in Bremen auch nach außen richtig darstellen zu können, haben wir sieben Kompetenzfelder gebildet. Vorher gab es zwei Abteilungen; jetzt haben wir unsere Struktur ganz bewusst differenziert. Dazu haben wir gemeinsam im Kollegenkreis überlegt, wie dies aussehen könnte, welche inhaltlichen Schwerpunkte wir setzen wollen.

Die Einschätzung potenzieller Märkte spielt bei diesen Überlegungen natürlich auch eine entscheidende Rolle. Zu den Kompetenzfeldern soll aber auch eine neue Kultur der Zusammenarbeit kommen – die sieben Gebiete sollen keine nebeneinander wirkenden Abteilungen sein! Vielmehr ergeben sich an den Berührungstellen dieser Felder wertvolle neue Themen, weshalb ich gerade in der übergreifenden Zusammenarbeit neue Chancen sehe. Ich habe bei der Umstrukturierung junge, motivierte Leute – aus unseren eigenen Reihen! – in verantwortliche Positionen geholt und die Verantwortung so auf mehrere Schultern verteilt. Es soll ein Klima entstehen, das die Zusammenarbeit über die Grenzen der Kompetenzfelder hinweg sichert. Dazu haben wir bereits einige Monate nach der Umstrukturierung erste Erfolge zu verbuchen. Was in den einzelnen Kompetenzfeldern thematisch angesiedelt ist, möchte ich an anderer Stelle in diesem Jahresbericht erläutern (siehe Seite 55 ff.).

Sie bekommen im Jahr 2004 durch den Neubau mehrere hundert Quadratmeter Nutzfläche hinzu. Wie wollen Sie diese nutzen, welche zusätzlichen Möglichkeiten ergeben sich dadurch?

Es ist für mich natürlich eine schöne Situation, einen Bereich zu übernehmen, der zur ohnehin schon guten Ausstattung weitere Räume hinzuerhält. Wir bekommen nun zum Beispiel eine große Halle dazu. Diese wird zum einen der Gießertechnik zugute kommen, für die wir Anlagen im Industriemaßstab aufstellen wollen. Ein weiterer Schwerpunkt, mit dem wir auch dichter an die Industrie herantreten wollen, sind die metallischen Schäume. Auch hier sind wir seit mehreren Jahren in der Entwicklung aktiv, aber bisher nur im Labormaßstab. Mit den neuen Räumlichkeiten eröffnen wir uns nun die Möglichkeit, durchgängig von der Entwicklung bis hin zum Nachweis der Serienfähigkeit als Partner für die Industrie aufzutreten.

Wie haben Sie in den ersten Monaten die Zusammenarbeit mit dem Institutsteil »Klebtechnik und Oberflächen« erlebt?

Ich habe äußerst positive Erfahrungen gemacht. Die Offenheit von Professor Hennemann und den Kolleginnen und Kollegen hat mich sehr beeindruckt. Auf dieses gute Klima können wir aufbauen und etliche Dinge gemeinsam viel intensiver gestalten, als es bisher der Fall war. Eine engere Zusammenarbeit wird sich sicher ergeben – das große Thema »Fügetechnik« beinhaltet viele Berührungspunkte zwischen den beiden Institutsteilen.

Sie sind von einem Industrie-Arbeitgeber in die Welt der Fraunhofer-Gesellschaft gekommen. Was läuft hier anders?

Man sollte nicht denken, dass die Unterschiede zwischen solchen Organisationen allzu groß sind. Die Fraunhofer-

Gesellschaft hat sich der anwendungsorientierten Forschung verschrieben und steht damit der Industrie sehr nahe. Anders sähe es aus, wenn man in ein Institut käme, das ausschließlich Forschung im Grundlagenbereich betreibt. Ein Unterschied zur Industrie ist die wesentlich größere thematische Breite bei Fraunhofer. Hier hat man – anders als in Unternehmen – in einem weiteren Sinne die ganze Fülle der Ingenieur- und Naturwissenschaften als Basis. Das macht die Sache sehr spannend. Erfreulicherweise wird auch bei Fraunhofer der grundsätzliche Gedanke der Kundenorientierung groß geschrieben: Wie stelle ich mich auf, um für den Kunden das Beste herauszuholen? Dabei haben neben einer effizienten und partnerschaftlichen Zusammenarbeit für mich vor allem auch Agilität und schnelle Reaktion gegenüber dem Kunden einen hohen Stellenwert.

Zum Wintersemester 2003/2004 haben Sie mit Ihren Vorlesungen im Bereich Produktionstechnik der Universität Bremen begonnen. Was wollen Sie den Ingenieuren von morgen von Ihrem Wissen weitergeben?

Neben der Vermittlung des fachlichen Wissens rund um die Technologien des IFAM kann ich den Studierenden natürlich Einblicke in die »automobile Denkweise« der Kraftfahrzeug-Industrie geben. Dann möchte ich an der Universität gerne Inhalte aus dem erweiterten Schwerpunkt »Gießertechnik« vermitteln, wobei es ja deutliche Bezüge zum Institut gibt. Außerdem ist mir für angehende Ingenieure auch das überfachliche Wissen wichtig – Dinge wie Visionen, Strategien, Change Management etc. kommen oft früher als vermutet auf Ingenieure in verantwortlichen Positionen zu, in denen »Leadership«-Qualitäten gebraucht werden. Und dann würde ich den Studierenden noch gerne aufzeigen, welche tolle Perspektiven die Ingenieurwissenschaften haben und wie groß ihr Einfluss auf die Gestaltung unserer zukünftigen Umwelt sein kann.

Was wollen Sie bis Ende 2004 erreicht haben?

In erster Linie möchte ich die wirtschaftliche Gesamtsituation des Institutsteils weiter stabilisieren. Die strategische Neuausrichtung möchte ich abschließen und dann über ein klar abgrenzbares und gut wahrnehmbares Portfolio von Kompetenzen verfügen. Dazu gehören eine gut aufgestellte, motivierte Mannschaft, die an einem Strang zieht, sowie eine verbesserte Außendarstellung mit einem klaren Profil. Und schließlich ist mir die stärkere Verzahnung einerseits mit dem Institutsteil in Dresden und andererseits mit der Universität hier in Bremen wichtig, um dort unseren eigenen Nachwuchs auszubilden. Wenn es bei all diesen Dingen bis Ende 2004 deutlich vorangeht, wäre ich sehr zufrieden.



Blick auf den Erweiterungsbau –
von links: Gießereihalle, Übergang
zwischen den Gebäuden, Büros und
Fassade des neuen Hörsaals.

Das Institut im Profil

Das Institut im Profil

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung leistet aktive Forschungs- und Entwicklungsarbeit in den Bereichen

Klebtechnik und Oberflächen sowie Formgebung und Funktionswerkstoffe.

Der Institutsbereich Klebtechnik und Oberflächen des IFAM bietet der Wirtschaft qualifizierte Entwicklungen als anwendungsorientierte Systemlösungen multifunktionaler Produkte.

Die Zielstellungen sind u. a. die Miniaturisierung von optischen und elektronischen Produkten sowie die Entwicklung der notwendigen Mikrofertigungsverfahren, der Leichtbau, Korrosionsschutzkonzepte, Oberflächenmodifizierungen in Verbindung mit Kleb- und Lacktechnik, Klebstoffformulierungen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die zertifizierende Weiterbildung im Bereich Klebtechnik. Nach der erfolgreichen Implementierung des klebtechnischen Personalqualifizierungskonzeptes im deutschsprachigen Raum ist das neue Ziel, diese Weiterbildungsmaßnahmen auch im nicht deutschsprachigen Raum anzubieten. Pilotlehrgänge in englischer Sprache wurden bereits durchgeführt.

Die Arbeitsgruppen im Institutsteil Klebtechnik und Oberflächen arbeiten interdisziplinär zusammen und bilden projektbezogenen Teams. Dadurch wird sichergestellt, dass das vorhandene Know-how jedem Auftraggeber zur Verfügung steht.

Das Arbeitsgebiet Klebtechnik gliedert sich in die Arbeitsgruppen Polymerchemie, proteinbasierte Materialien, Anwendungstechnik, Fertigungstechnik, Kleben in der Mikrofertigung, Werkstoffe und Bauweisen, Personalqualifizierung und Technologietransfer.

Das Arbeitsgebiet Oberflächen setzt sich aus den Arbeitsgruppen Niederdruck-Plasmatechnik, Atmosphärendruck-Plasmatechnik, Lacktechnik zusammen.

Ergänzt werden beide Bereiche durch das Arbeitsgebiet Angewandte Oberflächen- und Grenzflächenanalytik mit den Arbeitsgruppen Grenzflächenforschung, Elektrochemie, Molecular Modelling.

Der Institutsbereich Formgebung und Funktionswerkstoffe, in 2003 noch unter dem Namen Endformnahe Fertigungstechnologien bekannt, bearbeitet an den Standorten Bremen und Dresden Fragestellungen zur pulvermetallurgischen und gießtechnischen Herstellung metallischer Bauteile und Komponenten in endgeometrienaher Form.

Die Arbeiten des Institutsbereichs reichen von der Marktanalyse über Machbarkeitsstudien, Pilotserienfertigung, Know-how-Transfer, schlüsselfertige Sonderanlagen, Training des Personals, Beratung bei der Errichtung von Fertigungsanlagen bis hin zur Unterstützung für den Produktionsbeginn.

Hierzu stehen in den Technika und den Anwenderzentren die gesamten Fertigungsketten für die Bauteilentwicklung bis zur Vorserienfertigung zur Verfügung. Der jeweilige Fertigungsprozess für die Teileherstellung wird durch Computersimulationen begleitet.

In den Arbeitsbereichen Zelluläre Werkstoffe und Leichtbaustrukturen werden u. a. Entwicklungen zu metallischen Schäumen und metallischen Hohlkugelstrukturen vorangetrieben. Prozesse und Werkstoffe zur Integration von Funktionen in Bauteile werden entwickelt.

In den Arbeitsgebieten

- Pulvertechnologie/Pulvermetallurgie
- Mikrofertigung
- Leichtbaustrukturen
- Gießereitechnologie
- Rapid Product Development
- Funktionsstrukturen
- Bauteilcharakterisierung und Analytik

liefert der Institutsbereich problemorientierte und kundengerechte Ergebnisse. Minimierung des Material- und Energieeinsatzes sowie Komplettlösungen vom eingesetzten Material bis zum einbaufähigen Bauteil sind die übergeordneten Zielsetzungen.

Neben diesen technischen Zielen strebt das IFAM mit dem Institutsteil in Dresden die Integration in den regionalen Wirtschaftsraum an, um insbesondere auch mit den dortigen Unternehmen Innovationen zu erarbeiten.

Kurzporträt und Organigramm

1968 als Arbeitsgruppe für angewandte Materialforschung gegründet, hat das Institut über die Erforschung und Weiterentwicklung der Fügeverfahren (Schweißen, Löten, Kleben, Thermisches Spritzen) seine Arbeitsgebiete systematisch im Bereich Fertigungs- und Verarbeitungsverfahren erweitert.

Das Institut hat Standorte in Bremen und Dresden.

Es wurde seit 1976 von Professor Dr.-Ing. Hans-Dieter Kunze geleitet. 1994 erweiterte sich die Institutsleitung um Professor Dr. Otto-Diedrich Hennemann. Die Nachfolge von Professor Kunze ist seit Oktober 2002 geregelt; Professor Dr.-Ing. Matthias Busse ist seit April 2003 Mitglied der Institutsleitung.

Auf den Kompetenzfeldern »Klebtechnik und Oberflächen« und »Formgebung und Funktionswerkstoffe« zählt das Institut als neutrale, unabhängige Einrichtung zu den größten in Europa.

Es gehört zum Verbund der 58 selbstständigen Forschungseinrichtungen der gemeinnützigen Fraunhofer-Gesellschaft. Die Gesellschaft betreibt derzeit an über 40 Standorten in ganz Deutschland rund 80 Forschungseinrichtungen. Rund 12 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über einer Milliarde Euro. Davon entfallen mehr als 900 Millionen Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Für rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft Erträge aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten.

2003 betrug der Gesamthaushalt des IFAM rund 20 Millionen Euro, beschäftigt waren 267 Mitarbeiter, davon mehr als die Hälfte Wissenschaftler, Doktoranden und studentische Hilfskräfte.

Professor Dr. Otto-Diedrich Hennemann
(geschäftsführend)
Leitung »Klebtechnik und Oberflächen«
Dr.-Ing. Helmut Schäfer
(Stellvertreter)

Professor Dr.-Ing. Matthias Busse
Leitung »Formgebung und Funktionswerkstoffe«
Dr. Frank Petzoldt
(Stellvertreter)

Professor Dr.-Ing. Bernd Kieback
Leitung Institutsteil Dresden
»Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe«

Andreas Heller
Verwaltungsleitung

Das Institut in Zahlen

Haushalt

Der Gesamthaushalt des IFAM (Aufwendungen und Investitionen) im Jahre 2003 setzte sich zusammen aus den Haushalten der beiden Institutsteile in Bremen und Dresden.

Das vorläufige Haushaltsergebnis betrug insgesamt 19,6 Mio Euro. Die einzelnen Institutsteile erreichten nachstehende Ergebnisse:

Betriebshaushalte, eigene Erträge und davon Wirtschaftserträge

Klebtechnik und Oberflächen

Bremen (2804)

Betriebshaushalt	9,3 Mio Euro
eigene Erträge	7,4 Mio Euro
davon	
Wirtschaftserträge	5,1 Mio Euro
Bund/Land/EU/Sonstige	2,3 Mio Euro
Investitionshaushalt	1,6 Mio Euro

Formgebung und Funktionswerkstoffe Bremen (2801)

Betriebshaushalt	5,4 Mio Euro
eigene Erträge	2,3 Mio Euro
davon	
Wirtschaftserträge	1,4 Mio Euro
Bund/Land/EU/Sonstige	0,9 Mio Euro
Investitionshaushalt	0,2 Mio Euro

Formgebung und Funktionswerkstoffe Dresden (EPW 52)

Betriebshaushalt	2,7 Mio Euro
eigene Erträge	2,3 Mio Euro
davon	
Wirtschaftserträge	1,2 Mio Euro
Bund/Land/EU/Sonstige	1,1 Mio Euro
Investitionshaushalt	0,4 Mio Euro

Investitionen

Im IFAM wurden 2003 Investitionen in Höhe von 2,2 Mio Euro getätigt. Sie verteilen sich wie angegeben auf die verschiedenen Institutsteile. Die wichtigsten Anschaffungen sind aufgeführt.

Klebtechnik und Oberflächen

Bremen (2804)

(1,6 Mio Euro)

- Universalprüfmaschinen
- Lackierkabine zur Temperatur- und Feuchtigkeitssimulation
- Raster-Kelvin-Sonde
- Ellipsometer
- Mikrowellenkalorimeter
- Laser-Akustik(LA-Wave)-Messplatz

Formgebung und Funktionswerkstoffe Bremen (2801) (0,2 Mio Euro)

- CIP Kaltisostatische Presse

Formgebung und Funktionswerkstoffe Dresden (EPW 52) (0,4 Mio Euro)

- NARA Hybridization System
- Selektiver Entbinderungssofen

Die Entwicklung der Haushalte und Erträge 1999 – 2003 ist in den Abb. 1 und 2 dargestellt.

Personalentwicklung

Am 31. Dezember 2003 waren im IFAM insgesamt 267 Personen (davon 88 Prozent im wissenschaftlich-technischen Bereich) tätig.

Im Vergleich zum Vorjahr konnte das Institut bei der Zahl der fest angestellten Mitarbeiter einen Zuwachs von 7 Prozent verzeichnen.

Personalstruktur 2003

Wissenschaftler	102
Technische Mitarbeiter	64
Verwaltung/Interne Dienste und Azubis	28
Doktoranden, Praktikanten und Hilfskräfte	73

Die Personalentwicklung für die Jahre 1999 – 2003 ist in Abb. 3 dargestellt.

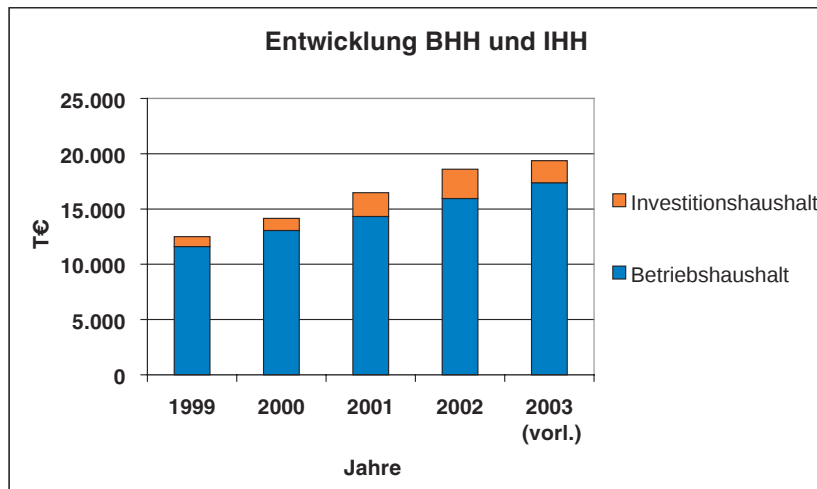


Abb. 1: Aufwendungen (BHH und IHH) »IFAM-Gesamt«.

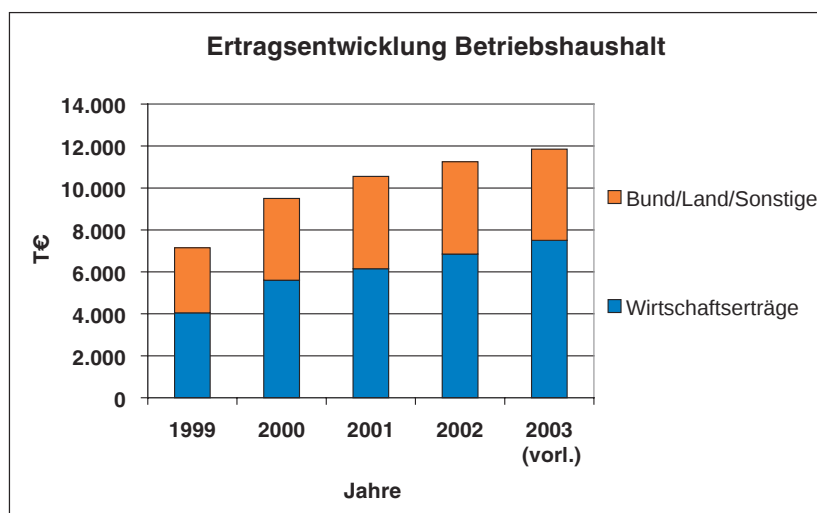


Abb. 2: Erträge (BHH) »IFAM-Gesamt«.

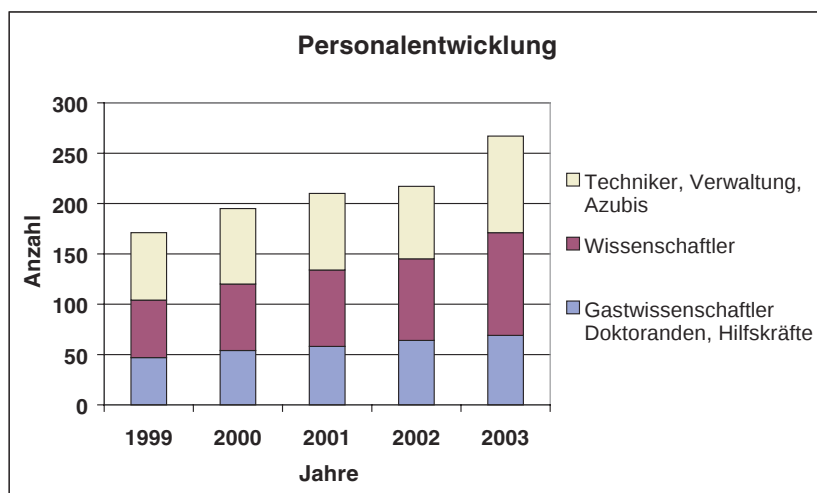


Abb. 3: Personalentwicklung »IFAM-Gesamt«.

Das Kuratorium des Instituts

- **A. Picker**
Vorsitzender
Henkel KGaA
Düsseldorf
- **Dr. H. Friedrich**
Stellvertretender Vorsitzender
Volkswagen AG
Wolfsburg
- **O. R. Dr.-Ing. F. Fischer**
Deutsche Forschungsgemeinschaft
Bonn
- **Prof. Dr. Dr. R. X. Fischer**
Universität Bremen
- **Dr.-Ing. F.-J. Floßdorf**
Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V.
Düsseldorf
- **Prof. Dr.-Ing. J. Klenner**
Airbus Société par Actions Simplifiée
Toulouse, Frankreich
- **Staatsrat R. Köttgen**
Der Senator für Bildung und Wissenschaft
Bremen
- **Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. E. h. mult. emer. E. Macherauch**
Karlsruhe
- **Dr.-Ing. W. Mörsdorf**
The Budd Company
A Thyssen Krupp Automotive Company
Troy, Minnesota, USA
- **Dr. rer. nat. A. De Paoli**
Robert Bosch GmbH
Stuttgart
- **Prof. Dr.-Ing. K. V. Steiner**
University of Delaware
Delaware Biotechnology Institute
Newark, Delaware, USA
- **M. Sc. J. Tengzelius**
Höganäs AB
Höganäs, Schweden
- **Dr. sc. K. Urban**
Bundesministerium für Bildung und Forschung
Bonn
- **Christoph Weiss**
BEGO Bremer Goldschlägerei
Bremen
- **Min.-Rat Dr. rer. nat. R. Zimmermann**
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Dresden
- **Dr. D. Zeyfang**
Bremen
- Ständiger Gast:
Prof. Dr. Gerd Müller
Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung
Würzburg

Gut gerüstet in die Zukunft

Unser Fraunhofer-Institut IFAM geht gut gerüstet in die Zukunft. Im Jahr 2003 wurden hierzu einige wesentliche Weichen gestellt. So hat sich der Bereich »Endformnahe Fertigungstechnologien« nicht nur umbenannt in »Formgebung und Funktionswerkstoffe«, sondern der Bereich ist auch dabei, sich strategisch umzuorientieren und Kompetenzfelder neu zu definieren. Hierdurch kann eine zukunftsorientierte Basis geschaffen werden, diesen Bereich nachhaltig für externe Kooperationspartner attraktiver zu gestalten.

Der neue, beeindruckende Erweiterungsbau ist weitestgehend fertig gestellt. Diese substanziellen Investitionen, die vor allem auch unsere Ausbildungsaktivitäten auf dem Sektor Kleben auf eine vorbildliche, ja einzigartige Plattform in Europa heben, unterstreichen die Akzeptanz und die Attraktivität des IFAM.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussion in Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zu den Themenkreisen »Innovation und Eliten« trägt unser IFAM einige wichtige Aspekte bei: Die Nachhaltigkeit von Forschung kann nur durch Innovationen gewährleistet werden, wenn diese in Wirtschaft und Gesellschaft umgesetzt werden können. Durch die starke Kundenorientierung und die konkrete Nutzenstiftung durch neue Technologien und Systeme hat sich das IFAM in der Vergangenheit als bestes Beispiel dafür erwiesen, wie eine theoretische, politische Vorstellung in ein erfolgreiches und unternehmerisches Institut nach dem Konzept der Fraunhofer-Gesellschaft umgesetzt werden kann.

Das Kuratorium begleitet durch seine Mitglieder aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft mit größtem Interesse und stetig steigendem Engagement die Arbeit des IFAM. Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei an dieser Stelle weiterer Erfolg gewünscht und vergönnt. Die Kunden des IFAM können weiterhin auf die Innovationskraft und auf die Ideen aus Bremen setzen.

Arnd Picker, Henkel KGaA, Düsseldorf
Vorsitzender des Kuratoriums



Erweiterungsbauten

Erweiterungsbauten für das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Materialforschung in Bremen und Dresden.

Das Fraunhofer-Institut IFAM hat sich in den letzten Jahren und nach Inbetriebnahme der Institutsgebäude im Technologie-Park Universität Bremen bzw. im Fraunhofer-Zentrum Winterbergstraße in Dresden überdurchschnittlich entwickelt. Darüber wurde bereits in den Jahresberichten 2001 und 2002 berichtet. Nach Abschluss aller Genehmigungsverfahren begannen in Bremen im April 2002 die Bodenarbeiten. Im Oktober 2002 stand der Rohbau.

Der strenge Frost im Dezember 2002 hatte den 2. Bauabschnitt nur leicht beeinträchtigt, so dass im September 2003 die Gebäudeübergabe an das Institut erfolgen konnte.

Auffällig in dieser Erweiterung sind die Gießereihalle mit 440 m² Grundfläche und einer Höhe von 10 Metern, wobei die Arbeitshöhe durch eine Kran-Ebene in 7 Meter Höhe begrenzt ist.

In der Leichtbauhalle mit ihren 210 m² Grundfläche wurde eine Multifunktions-Lackierkabine installiert, die die volle Höhe des Technikum von 6,35 Metern ausnutzt.

Der Bereich »Klebtechnische Ausbildung« belegt eine Gesamtfläche von knapp 400 m², wovon der speziell ausgerüstete Schulungsraum eine Fläche von 250 m² einnimmt. Im Zentrum dieses Raumes befindet sich eine Lerninsel, die von Laboreinheiten und Prüfmaschinen sowie anderen Lernmitteln umgeben ist.

Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurden weitere Büroflächen gewonnen, insgesamt fast 400 m².

Die technische Ausrüstung wird in der Außenansicht durch einen das Gebäude überragenden schlanken Schornstein für die Abluft aus der Lacktechnik geprägt. In der Dachzentrale sind mehrere Zu- und Abluftsysteme, zwei Kühltürme, eine Kaltwasser-Kühlmaschine, eine Druckluftanlage für ein weitverzweigtes Druckluftnetz sowie die Gebäudeleittechnik aufgebaut. Zwischen den Gebäuden wurde ein fast 7 Meter hoher Gastank für Flüssigstickstoff aufgestellt.



Abb. 1: Südansicht Gießereihalle in Bremen.

Der Erweiterungsbau und seine technische Ausrüstung hat das Institut in seinen Möglichkeiten weiter vorangebracht.

Für die Ausstattung der Gießereitechnik mit ihren Großmaschinen lässt sich jedoch bereits ein weiterer Mehrbedarf von ca. 400 m² Technikfläche erkennen. Die prototypische und industrie-nahe Fertigung ist nicht mehr im Labormaßstab darzustellen.

In Dresden konnte 1996 ein neues Labor- und Bürogebäude im Fraunhofer-Zentrum Winterbergstraße bezogen werden.

Über den geplanten Bau des zweiten Gebäudes wurde im Jahresbericht 2001 berichtet. In Dresden starteten im Frühjahr 2002 gleichzeitig weitere Baumaßnahmen der anderen drei am Institutszentrum Winterbergstraße ansässigen Fraunhofer-Institute IWS, IKTS und FEP.

Die im März 2002 begonnenen Baumaßnahmen gingen planmäßig voran. Das Deckenfest, ein wichtiger Schritt im Baugeschehen, fand im Oktober 2002 statt.

Nach Abschluss des Rohbaus konzentrierten sich die Arbeiten auf die Außenfassade sowie den Innenausbau des Gebäudes. Die Fertigstellung des Neubaus und Inbetriebnahme ist für das erste Halbjahr 2004 vorgesehen. Die Einweihung des Gebäudes wird zusammen mit den weiteren Erweiterungsbauten im Institutszentrum Dresden im Juni 2004 stattfinden.



Abb. 2: Blick aus Südwest auf den Erweiterungsbau in Bremen.



Abb. 3: Blick aus West auf den Erweiterungsbau in Dresden.

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Dabei zielen sie auf eine wirtschaftlich erfolgreiche, sozial gerechte und umweltverträgliche Entwicklung der Gesellschaft.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft eine Plattform zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen, davon 58 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 12 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über einer Milliarde Euro. Davon entfallen mehr als 900 Millionen Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Für rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft Erträge aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern beigesteuert, um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

Ihren Namen verdankt die Gesellschaft dem als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreichen Münchner Gelehrten Joseph von Fraunhofer (1787 – 1826).

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

Vom Werkstoff zum Produkt

Materialforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industrienahen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens in Bauteilen und Systemen.

Der Verbund

Im Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile haben sich elf Fraunhofer-Institute mit vorwiegend materialwissenschaftlicher Ausrichtung zusammengeschlossen. Das Spektrum der aktuellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten reicht von Maschinenbau, Produktions-, Verkehrs- und Bautechnik, Energie- und Umwelttechnik über Mikroelektronik und Optik bis hin zur Medizintechnik. Innerhalb des Verbundes steht Fraunhofer-Know-how für die gesamte

technologische Kette zur Verfügung – angefangen bei der Werkstoffentwicklung auf molekularer Ebene bis hin zum Prototyp eines Bauteils. Moderne numerische Simulationstechniken unterstützen und beschleunigen die experimentellen Entwicklungen, innovative Methoden zur zerstörungsfreien Werkstoff-Prüfung und zur Prüfung der Betriebsfestigkeit erhöhen die Zuverlässigkeit von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen.

Ein wichtiges Ziel ist auch, die Zusammenarbeit in der Fraunhofer-Gesellschaft über die Verbundgrenzen hinaus zu fördern. So konnte in diesem Jahr ein gemeinsames Positionspapier der gesamten Fraunhofer-Gesellschaft zur Materialforschung für das Bundesministerium für Bildung und Forschung erarbeitet werden. Speziell mit dem Fraunhofer-Verbund Informations- und Kommunikationstechnik bestehen gute Kontakte, so ist beispielsweise das Fraunhofer ITWM ständiges Gastmitglied im Verbund Werkstoffe, Bauteile.

Die Institute

Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik,
Ernst-Mach-Institut, EMI
Leitung: Dr. Klaus Thoma
Eckerstraße 4
79104 Freiburg
Telefon: +49 (0) 761 / 27 14-0
Fax: +49 (0) 761 / 27 14-3 16
E-Mail info@emi.fraunhofer.de
Internet www.emi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Angewandte Polymerforschung IAP
Leitung: Dr. Ulrich Buller
Geiselbergstraße 69
14476 Golm
Telefon: +49 (0) 331 / 5 68-10
Fax: +49 (0) 331 / 5 68-30 00
E-Mail info@iap.fraunhofer.de
Internet www.iap.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie ICT
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Peter Eyerer,
Dr.-Ing. Peter Elsner
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal
Telefon: +49 (0) 721 / 46 40-0
Fax: +49 (0) 721 / 46 40-1 11
E-Mail info@ict.fraunhofer.de
Internet www.ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM
Leitung: Prof. Dr. Otto-Diedrich Hennemann
Wiener Straße 12
28359 Bremen

Bereich Klebtechnik und Oberflächen
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 00
Fax: +49 (0) 421 / 22 46-4 30
E-Mail ktinfo@ifam.fraunhofer.de
Internet www.ifam.fraunhofer.de

Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Matthias Busse
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-0
Fax: +49 (0) 421 / 22 46-3 00
E-Mail info@ifam.fraunhofer.de
Internet www.ifam.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien
und Sinterwerkstoffe IKTS
Leitung: Prof. Dr. Waldemar Hermel
Winterbergstraße 28
01277 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 / 25 53-5 19
Fax: +49 (0) 351 / 25 53-6 00
E-Mail info@ikts.fraunhofer.de
Internet www.ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Silicatiforschung ISC
Leitung: Prof. Dr. Gerd Müller
Neunerplatz 2
97082 Würzburg
Telefon: +49 (0) 931 / 41 00-0
Fax: +49 (0) 931 / 41 00-1 99
E-Mail info@isc.fraunhofer.de
Internet www.isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE
Leitung: Prof. Dr. Joachim Luther
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
Telefon: +49 (0) 761 / 45 88-0
Fax: +49 (0) 761 / 45 88-90 00
E-Mail info@ise.fraunhofer.de
Internet www.ise.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Werkstoffmechanik IWM
Leitung: Prof. Dr. Peter Gumbsch
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon: +49 (0) 761 / 51 42-0
Fax: +49 (0) 761 / 51 42-1 10
E-Mail info@iwm.fraunhofer.de
Internet www.iwm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP
Leitung: Prof. Dr. Michael Kröning
Universität, Gebäude 37
66123 Saarbrücken
Telefon: +49 (0) 681 / 93 02-0
Fax: +49 (0) 681 / 93 02-59 01
E-Mail info@izfp.fraunhofer.de
Internet www.izfp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Holzforschung,
Wilhelm-Klauditz-Institut WKI
Leitung: Prof. Dr. Rainer Marutzky
Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig
Telefon: +49 (0) 531 / 21 55-0
Fax: +49 (0) 531 / 35 15 87
E-Mail info@wki.fraunhofer.de
Internet www.wki.fraunhofer.de

Sprecher des Verbundes

Prof. Dr. Gerd Müller
Fraunhofer ISC
Stellvertretender Sprecher:
Dr. Ulrich Buller
Fraunhofer IAP

Ansprechpartnerin für Anfragen

Marie-Luise Righi
Fraunhofer ISC
Neunerplatz 2
97082 Würzburg
Telefon: +49 (0) 931 / 41 00-0
Fax: +49 (0) 931 / 41 00-1 99
E-Mail righi@isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit LBF
Leitung: Prof. Dr. Holger Hanselka
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Telefon: +49 (0) 6151 / 7 05-1
Fax: +49 (0) 6151 / 7 05-2 14
E-Mail info@lbf.fraunhofer.de
Internet www.lbf.fraunhofer.de

Themenverbund »Polymere Oberflächen« POLO

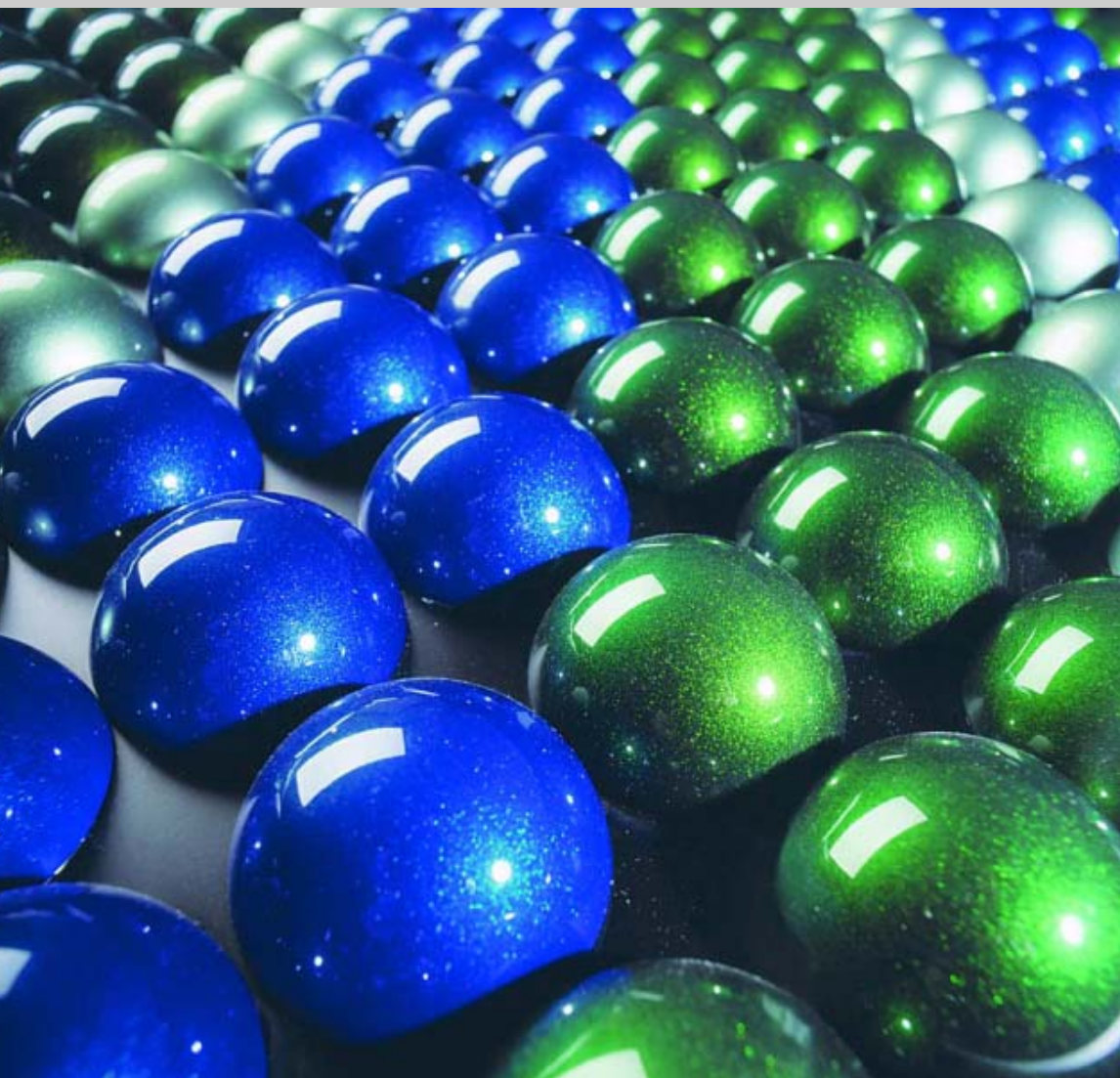
Der Themenverbund »Polymere Oberflächen« POLO ist ein Zusammenschluss aus sieben Fraunhofer-Instituten mit dem Ziel, innovative Produkte durch funktionalisierte Werkstoffe und Halbzeuge zu entwickeln.

Die Kernkompetenzen sind:

- Molekulares Design, polymere Strukturcharakterisierung
- Bildung und Lösung von Molekülen
- Verarbeitungstechnik für Polymere: Flachzeuge, Verbundherstellung, Oberflächenmodifikation
- Beschichtungsverfahren für Bahnware von Rolle zu Rolle, für großflächige Flachsubstrate und 3-D-Teile
- Hochskalierung, Prozesssicherheit und Automatisierung von Behandlungs- und Beschichtungsprozessen.

Bereich Klebtechnik und Oberflächen

Ergebnisse Anwendungen Perspektiven



Kompetenzen und Know-how

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung – Klebtechnik und Oberflächen (IFAM) ist die europaweit größte unabhängige Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der industriellen Klebtechnik. Mehr als 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind aktiv mit der Forschung und Entwicklung für diese Fügetechnik beschäftigt. Ihr Ziel sind anwendungsorientierte klebtechnische Systemlösungen für die Wirtschaft. Multifunktionale Produkte, Leichtbau und Miniaturisierung – erreicht durch die intelligente Kombination von Werkstoffen – bieten neue Möglichkeiten, auf deren Realisierung sich das IFAM versteht. Die Arbeiten des Instituts reichen von der Grundlagenforschung über die Fertigung bis hin zur Markteinführung neuer Produkte. Die industriellen Einsatzfelder liegen im Anlagen- und Fahrzeugbau, in der Mikrofertigung sowie in der Verpackungs-, Textil- und Elektroindustrie.

Der Arbeitsbereich Klebtechnik befasst sich vorrangig mit der Entwicklung und Charakterisierung von Klebstoffen, mit der konstruktiven Gestaltung von Klebverbindungen sowie ihrer Realisierung und Qualifizierung. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf zertifizierenden Aus- und Weiterbildungen in der Klebtechnik, denn eine zeitnahe, direkte und kompetente Personalqualifizierung wird beim Technologietransfer immer bedeutender. Der Arbeitsbereich Oberflächen ist in die Gebiete Plasmatechnik und Lacktechnik gegliedert. Hier geht es um die Vorbehandlung von Oberflächen der verwendeten Materialien. Dadurch werden den Werkstoffen zusätzliche Eigenschaften verliehen, die sie für weitere Anwendungsbereiche qualifizieren. Ein von beiden Bereichen bearbeitetes Feld ist die Oberflächen- und Grenzflächenanalytik. Das dort erlangte Basiswissen gewährleistet die Zuverlässigkeit von Klebverbindungen und Beschichtungen. Der Institutsteil Klebtechnik und Oberflächen ist nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert, das Werkstoffprüflabor ist nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert, das Werkstoffprüflabor ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert, das Klebtech-

nische Zentrum – KTZ ist nach DIN EN 45013 als Zertifizierungsstelle für die klebtechnische Weiterbildung anerkannt.

Perspektiven

Technologietrends müssen mittel- bis langfristigen Bedarf erkennen und Entwicklungen initiieren. Dabei gilt es, technologische Potenziale zu nutzen und Zukunftstechnologien zu erarbeiten. Von besonderer Bedeutung sind Querschnittstechnologien, die für wichtige Gestaltungsfelder – wie Kommunikation, Transport, Energie, Wohnen, Umwelt usw. – einen Entwicklungs- und Lösungsbeitrag leisten. Sie nützen damit der Gesellschaft und der Industrie nachhaltig.

Der Institutsteil Klebtechnik und Oberflächen leistet hierzu seinen Beitrag und erarbeitet neue Technologien und Methoden, mit denen Unternehmen innovative Produkte entwickeln und erfolgreich auf den Markt bringen können. Die Fertigungstechniken spielen dabei eine wichtige Rolle, denn die hohe Qualität und Reproduzierbarkeit der Fertigungsprozesse ist Voraussetzung für den Markterfolg.

Verstärkt wird die Digitalisierung von Prozessen (Prozess-Simulation) eingesetzt. Die Arbeitsfelder Hybridfügen – Kleben und mechanisches Fügen – und das Kleben in der Mikrofertigung sind zwei Beispiele, bei denen die Prozess-Simulation neue, innovative Wege eröffnet.

Das Langzeitverhalten von Klebverbindungen und Beschichtungen hinsichtlich ihrer Haftung und Korrosionsbeständigkeit ist bisher nur eingeschränkt vorhersagbar. Erst der Einsatz verschiedener spektroskopischer, mikroskopischer und elektrochemischer Verfahren gibt einen Einblick in die Vorgänge der Degradation und Korrosion von Werkstoffen und Bauteilen. Mit diesen »instrumentierten Prüfungen« und begleitenden Simulationsrechnungen werden im IFAM Erkenntnisse gewonnen, die empirische Testverfahren auf der Basis von standardisierten Alterungs- und Korrosionstests nicht bieten.

Abb. linke Seite: Plasmavorbehandelte Polypropylen-Kugeln, lackiert mit Effektlack.

Branchen mit hohen Ansprüchen an die Oberflächentechnik, wie z. B. der Flug- und Fahrzeugbau, können das hohe technologische Niveau nur durch die Einbindung externen Wissens halten. Das IFAM arbeitet deshalb mit namhaften Unternehmen aus diesen Bereichen zusammen, um Problemlösungen für die Entwicklung innovativer Produkte zu bieten. Die Kombination der Arbeitsschwerpunkte Oberflächenanalytik, Plasmatechnik und Lacktechnik ermöglicht es hier, neue und viel versprechende Wege zu gehen.

So ermöglicht die Kombination von innovativen Lacksystemen, die sich durch hohe Kratzfestigkeit und chemische Beständigkeit auszeichnen können, mit der Plasmatechnik zur Reinigung, Aktivierung und Funktionalisierung von Oberflächen ganz neue Lösungen für alte Probleme.

Auf dem Gebiet der Nanotechnologie werden Möglichkeiten untersucht und Verfahren erarbeitet, mit Plasmen bei Atmosphären- und Niederdruck nanometerdünne funktionale Schichten auf Oberflächen abzuscheiden. Durch diese innovative Technologie können Werkstoffen und Gebrauchsgütern neue Eigenschaften gegeben und weitere Anwendungen erschlossen werden.

Die Multiskalen-Simulation mit den Stichworten Molekular-Dynamik, Mesoskalen-Simulation und Makroskalen-Simulation wird ebenfalls als zukunftsweisend eingestuft und vom IFAM aktiv betrieben. Dazu arbeitet das Institut in einer Fraunhofer MAVO mit anderen Fraunhofer-Instituten zusammen.

Systementwicklungen im Bereich proteinbasierte Materialien sind ein Zukunftsthema, dem sich das IFAM schon heute widmet. Wo und wie wird in der Natur geklebt, lautet eine der gestellten Fragen. Untersucht wird der Weg von der Bioadhäsion auf molekularer Ebene bis zu makroskopischen Klebstoffen aus Proteinen.

Die Internationalisierung des Personalqualifizierungsangebotes im Bereich Klebtechnik für den weltweiten Einsatz ist bereits begonnen worden und soll in den nächsten Jahren ein Schwerpunktthema sein.

Arbeitsschwerpunkte

- Formulierung und Erprobung neuer Polymere für Klebstoffe, Laminier-/Gießharze, bis hin zur industriellen Einführung
- Entwicklung von Zusatzstoffen (Nanofüllstoffen, Initiatoren etc.) für Klebstoffe
- Formulierung von Polymeren mit Überstruktur und Biopolymeren
- Computergestützte Materialentwicklung mit quanten- und molekularmechanischen Methoden
- Implementierung der Lehrgänge zum/zur Klebpraktiker/in, Klebfachkraft, European Adhesive Engineer (Klebfachingenieur) im Markt
- Fertigungstechnik
- Entwicklung innovativer Verbindungskonzepte z. B. für den Fahrzeugbau (Kleben, Hybridfügen)
- Applikation von Kleb-/Dichtstoffen, Vergussmassen (Mischen, Dosieren, Auftragen)
- Kleben in der Mikrofertigung (z. B. Elektronik, Optik, Adaptronik)
- Rechnergestützte Fertigungsplanung
- Ökonomische Aspekte der Kleb-/Hybridfügetechnik
- Konstruktive Gestaltung geklebter Strukturen (Simulation des mechanischen Verhaltens geklebter Verbindungen und Bauteile mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente, Prototypenbau)
- Entwicklung von umweltverträglichen Vorbehandlungsverfahren für das langzeitbeständige Verkleben von Kunststoffen und Metallen
- Funktionelle Beschichtungen durch Plasmaverfahren
- Qualifizierung von Beschichtungsstoffen und Lackierverfahren
- Entwicklung von Lackrezepturen für Spezialanwendungen
- Prüfung der physikalisch-mechanischen Eigenschaften
- Kennwertermittlung, Schwing- und Betriebsfestigkeit von Kleb- und Hybridverbindungen
- Werkstoffmodellgesetze für Klebstoffe und polymere Werkstoffe (quasi-statisch und Crash)
- Bewertung von Alterungs- und Degradationsvorgängen in Materialverbunden
- Elektrochemische Analytik
- Bewertung und Entwicklung neuer Korrosionsschutzsysteme.

Arbeitsgebiete und Ansprechpartner

Klebtechnik

Dr.-Ing. Helmut Schäfer
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 41
E-Mail sch@ifam.fraunhofer.de

Arbeitsgruppen

Polymerchemie

Entwicklung und Charakterisierung von Polymeren, Nanokomposite, Netzwerkpolymere, Formulierung von Klebstoffen und Funktionspolymeren, chemische und physikalische Analytik
Dr. Andreas Hartwig
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 70
E-Mail har@ifam.fraunhofer.de

Anwendungstechnik

Kleb-, Dicht- und Beschichtungswerkstoffe, Laminier- und Gießharze, Auswahl und Qualifizierung, Charakterisierung, Recherchen, Anmeldung von Schutzrechten, Schadensanalyse
Dr. Erwin Born
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 67
E-Mail bo@ifam.fraunhofer.de

Fertigungstechnik

Fertigungsplanung, Dosier- und Auftrags-technik, Automatisierung, Hybridfügen, Fertigung von Prototypen, ökonomische Aspekte der Klebtechnik
Dipl.-Ing. Manfred Peschka
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-5 24
E-Mail pe@ifam.fraunhofer.de

Kleben in der Mikrofertigung

Elektrisch/optisch leitfähige Kontaktierungen, adaptive Mikrosysteme, Dosieren kleinster Mengen, Eigenschaften von Polymeren in dünnen Schichten, Fertigungskonzepte
Dr.-Ing. Helmut Schäfer
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 41
E-Mail sch@ifam.fraunhofer.de

Werkstoffe und Bauweisen

Werkstoff- und Bauteilprüfung, Faserverbundbauteile, Leicht- und Mischbauweisen, Auslegung von strukturellen Klebverbindungen
Dr. Markus Brede
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 76
E-Mail mb@ifam.fraunhofer.de

Aus- und Weiterbildung

Qualifizierung zum/zur Klebpraktiker/in, Klebfachkraft, Adhesive Bonding Engineer (Klebfachingenieur/in) mit europaweit anerkannten DVS®/EWF-Zeugnissen, Inhouse-Lehrgänge, Beratung, Studien, Arbeits- und Umweltschutz

Prof. Dr. Andreas Groß
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 37
E-Mail gss@ifam.fraunhofer.de

Oberflächen

Dr. Guido Ellinghorst
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 99
E-Mail eh@ifam.fraunhofer.de

Arbeitsgruppen

Niederdruck-Plasmatechnik

Oberflächenmodifizierung und Funktionsschichten, Anlagenkonzepte und Pilotanlagenbau
Dipl.-Phys. Klaus Vissing
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 28
E-Mail vi@ifam.fraunhofer.de

Atmosphärendruck-Plasmatechnik

Oberflächenmodifizierung und Funktionsschichten für Inline-Anwendungen
Dr. Uwe Lommatzsch
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 56
E-Mail lom@ifam.fraunhofer.de

Lacktechnik

Prüfung und Beratung auf dem Gebiet der Farben, Lacke und Beschichtungsstoffe; Charakterisierung und Qualifizierung von Lacksystemen, Farbmanagement
Dr. Volkmar Stenzel
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 07
E-Mail vs@ifam.fraunhofer.de

Angewandte Oberflächen- und Grenzflächenanalytik

Dr. Stefan Dieckhoff
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 67
E-Mail df@ifam.fraunhofer.de

Arbeitsgruppen

Grenzflächenforschung

Oberflächen-, Grenzflächen-, Schichtanalytik, Untersuchung von Adhäsions-, Trenn- und Degradationsmechanismen, Analyse reaktiver Wechselwirkungen an Werkstoffoberflächen, Schadensanalyse; Mikrotribologie
Dr. Stefan Dieckhoff
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 67
E-Mail df@ifam.fraunhofer.de

Elektrochemie

Korrosion an metallischen Werkstoffen, unter Beschichtungen und in Klebverbindungen, Untersuchung von Anodisierschichten, elektrolytische Metallabscheidung
Dr. Michael Schneider
Telefon: + 49 (0) 4 21 / 22 46-4 35
E-Mail msch@ifam.fraunhofer.de

Molecular Modelling

Quantenmechanische Simulation reaktiver Wechselwirkungen, Modellierung von Adhäsions- und Korrosionsmechanismen, Berechnung spektroskopischer Daten (IR, XPS)
Dr. Bernd Schneider
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 22
E-Mail sb@ifam.fraunhofer.de

Dienstleistungszentren und Ansprechpartner

Klebtechnisches Zentrum – KTZ

Prof. Dr. Andreas Groß
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 37
E-Mail gss@ifam.fraunhofer.de
Internet www.kleben-in-bremen.de

Technologiebroker

Dr. habil. Hans-Gerd Busmann
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-4 18
E-Mail bu@ifam.fraunhofer.de

Ausstattung

Bereich Klebtechnik und Oberflächen

- Niederdruck-Plasmaanlagen für 3-D-Teile, Schüttgut und Bahnware bis 3 m³ (HF, MW)
- Atmosphärendruck-Plasmaanlagen für 3-D-Teile und Bahnware
- Gas-Fluorierungsanlage
- Universalprüfmaschinen bis 400 kN
- Anlagen zur Werkstoff- und Bauteilprüfung für hohe Belastungs- und Verformungsgeschwindigkeiten bei ein- und mehrachsigen Spannungszuständen
- Labor-Vakuumpresse mit PC-Steuerung zur Herstellung von Multilayer-Prototypen, kleinen Fabrikationsserien und als Testpresse im Labor
- 300-kV- und 200-kV-Transmissions-Elektronenmikroskope mit EDX und EELS
- Rasterkraftmikroskop (AFM)
- Oberflächenanalytiksysteme und Polymeranalytik mit ESCA, UPS, TOF-SIMS und AES
- Chromatographie (GC-MS; Pyr-GC-MS, Thermodesorption, HPLC, GPC)
- Thermoanalyse (DSC, modulierte DSC, DMA, TMA, TGA, Torsionspendel)
- MALDI-TOF-MS zur Proteincharakterisierung
- Peptidsyntheseautomat
- Lichtstreuung zur Charakterisierung trüber Dispersionen
- Technikum für organische Synthese
- IR- und Ramanspektrometer
- Rheologie (Rheolyst AR 1000 N, ARES – Advanced Rheometric Expansion System)
- Wärmeleitfähigkeitsmesseinrichtung; Dielektrometer
- Elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS)
- Elektrochemische Rauschanalyse (ENA)
- Doppelschnecken-Extruder (25/48D) und Knetzer zum Einarbeiten von Füllstoffen in Polymere
- Einschnecken-Messextruder (19/25D) zur Charakterisierung der Verarbeitungseigenschaften von Polymerkompositen
- 12-achsiger Roboter zur Fertigung von Mikroklebverbindungen
- sgi Origin 3400
- Linux PC-Cluster mit 32 CPUs
- Spektroskopisches Ellipsometer
- Wave Scan DOI
- Farbmessgerät MA 68 II
- Labordissolver
- Haze Gloss
- Applikationsgeräte für Dichtmassenauftrag
- Lackapplikationsautomat
- Lacktrockner mit entfeuchteter Luft
- Vollklimatisierte Lackierkabine
- Raster-Kelvin-Sonde
- 6-Achsen-Industrieroboter, 125 kg Traglast, auf zusätzlicher Linearachse, 3 000 mm
- 1K-Kolbendosiersystem SCA SYS 3000/Sys 300 Air
- 1K/2K-Zahnrad dosiersystem t-s-i, umrüstbar auf Exzentrerschneckenpumpen
- Materialzuführungen von 320-ml-Eurokartusche bis 200-l-Fass, beliebig mit dem t-s-i Dosiersystem kombinierbar
- 2K-Minidosierer zur automatischen Verarbeitung aus 50-ml-Doppelkartuschen (Eigenentwicklung)
- PUR-Hotmeltdosierer für wahlweise Raupen- oder Swirlapplikation aus 320-ml-Eurokartusche (Eigenentwicklung)



Abb. 1: Anlage zur Lacktrocknung mit entfeuchteter Luft («Kältetrockner»).



Abb. 2: Niederdruck-Plasmaanlage.



Abb. 3: Raster-Kelvin-Sonde, Detail.

Arbeitsgebiet Fertigungstechnik: Von der ersten Idee zur praktischen Anwendung

In dem Maße, wie sich das Kleben neben bewährten Verbindungsarten wie Schweißen, Löten, Nieten oder Schrauben etabliert, ergibt sich die Frage, wie diese Schlüsseltechnologie im industriellen Alltag am besten eingesetzt werden kann. Als Hochtechnologie stellt die Klebtechnik nämlich ihrerseits hohe Anforderungen an das Produktionsumfeld, die eine exakte Planung und Durchführung der komplexen Prozesse unabdingbar machen. Zu diesem Zweck hat das Fraunhofer IFAM in den vergangenen Jahren geeignete Ressourcen geschaffen: Das eigens eingerichtete Arbeitsgebiet Fertigungstechnik entwickelt individuell auf die Anforderungen des Kunden zugeschnittene Lösungen für die technisch und wirtschaftlich vorteilhafte Integration dieser Füge-technik in die Produktion.

Das Arbeitsgebiet Fertigungstechnik ist eingebunden in die umfangreichen Aktivitäten auf dem Gebiet der Klebtechnik und greift auf die vorhandenen Ressourcen der übrigen Arbeitsgebiete zurück. So fließt das Know-how aus der Klebstoffentwicklung ebenso in die Arbeit ein wie die Kenntnisse aus der Oberflächenmodifikation oder der konstruktiven Bauteilgestaltung. Damit hält das Institut ein in dieser Breite im europäischen institutionellen Bereich einmaliges Angebot vor. Dies gilt sowohl für das Kleben als singuläre Füge-technik als auch für das Hybridfügen im Sinne der Kombination des Klebens mit anderen Füge-techniken. Die Integration der Klebtechnik in die Fertigung gelingt besonders dann, wenn alle Aspekte des Gesamtsystems aufeinander abgestimmt sind – eine Dienstleistung, die das IFAM seinen Kunden offeriert.

Anforderungsprofil

In einem ersten Schritt ermittelt die Arbeitsgruppe Fertigungstechnik das genaue Anforderungsprofil für die Fragestellung des Kunden. Hierbei sind eine Reihe von Randbedingungen zu berücksichtigen.

Klebstoffauswahl

Die Suche nach dem geeigneten Klebstoff konzentriert sich zunächst auf kommerziell verfügbare Systeme. Ist für eine spezielle Anwendung am Markt kein geeigneter Klebstoff erhältlich, kann das IFAM den passenden Klebstoff gegebenenfalls selbst formulieren bzw. entwickeln. Dazu können beispielsweise markverfügbare Produkte modifiziert werden. Erscheint dies nicht aussichtsreich, kann auch ein völlig neuer Klebstoff entwickelt werden. Fundierte Kenntnisse der Klebstoffchemie und umfassende Erfahrungen aus praktischen Anwendungen garantieren auch für diesen Fall eine für die Praxis anwendbare Lösung.

Oberflächenvorbehandlung

Viele hoch beanspruchte Klebverbindungen erfordern die Vorbehandlung der Bauteile. Die zu klebenden Werkstoffe werden materialspezifisch gereinigt, die Oberflächen gezielt aktiviert und modifiziert. Neben einer Verbesserung der Adhäsionsbedingungen werden zusätzliche Effekte erzielt, wie beispielsweise ein verbesserter Korrosionsschutz. Ein Beispiel dafür ist die Vorbehandlung von Aluminiumwerkstoffen für den Flugzeugbau.

Klebgerechte Gestaltung

Die Auslegung von Klebverbindungen muss nicht nur die Übertragung von Kräften berücksichtigen. Neben der mechanischen Beanspruchung muss die Langzeitbeständigkeit der Verbindung kalkuliert werden. Umwelt- und Medieneinflüsse reduzieren das übertragbare Lastniveau. Rechnerische Simulationen und begleitende Untersuchungsreihen an Normproben geben Hinweise auf die optimale geometrische Gestaltung der Klebverbindung. Mit Belastungsversuchen an bauteilnahen Proben werden die Simulationsergebnisse verifiziert und abgeglichen.

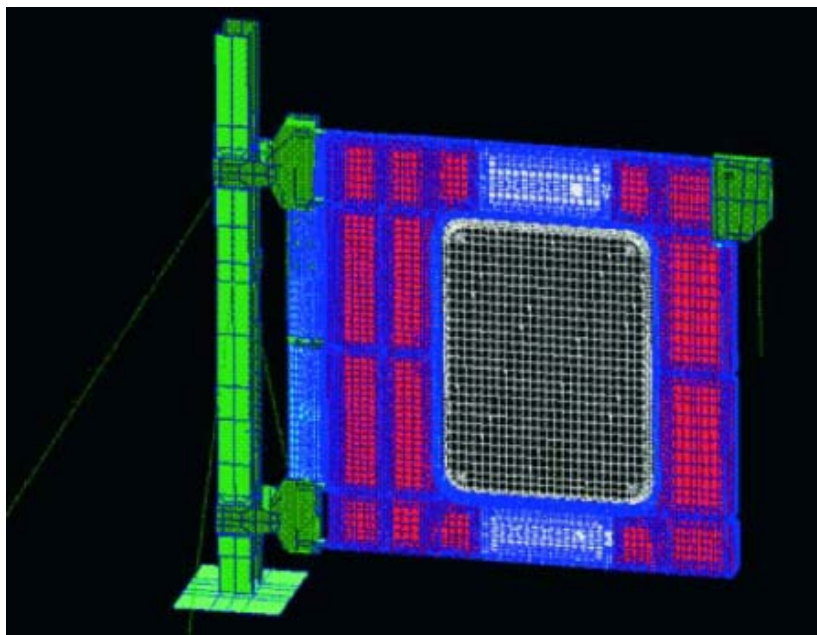


Abb. 1 und 2: (links) Messeaufbau an einem Seitenwandmodul, (rechts) Vernetzung für FE-Simulation.

Zentraler Punkt: die Konzipierung

Sind diese Vorarbeiten durchgeführt, erfolgt in mit dem Kunden abgestimmten Schritten die reale Umsetzung der Klebverbindung in dessen Fertigung. Zentraler Punkt der Fertigungsintegration ist die möglichst gute Konzipierung und Auslegung der klebtechnischen Fertigungsanlage, die immer unter dem Aspekt der Prozessfähigkeit erfolgt. Dies garantiert dem Kunden eine in der Praxis funktionierende Fertigungseinheit. Die Unabhängigkeit des IFAM als eigenständiges Forschungs- und Entwicklungsinstitut innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft verspricht darüber hinaus ein Ergebnis, das nicht durch fremdbestimmte wirtschaftliche Interessen verzerrt wird.

Der Fügeprozess muss mit vorangehenden und nachfolgenden Fertigungsschritten kompatibel sein. Die Handhabung der Fügeteile ist dabei ebenso wichtig wie eine auf die Anwendung abgestimmte Applikationstechnik: Zuführen, Dosieren, Mischen und Auftragen. So wird in der Fertigungsplanung beispielsweise detailliert untersucht, wie der Klebstoff besonders vorteilhaft auf das Bauteil appliziert werden kann: mit einer von einem Handhabungsautomaten bewegten Klebstoffdüse oder mit einer fest angeordneten Düse (externer TCP), unter der die Bauteile bewegt werden. Die Fertigungsalter-

nativen werden unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten bewertet, um eine individuell optimale Lösung zu finden. Die Phase bis zur endgültigen Investitionsentscheidung wird dadurch deutlich verkürzt.



Abb. 3: Präzisionsdosieranlage zur automatischen Applikation von 2K-Klebstoffen aus Zwillingskartuschen (IFAM-Eigenentwicklung).

Auswahl der besten Komponenten

Sind die Fertigungsrandbedingungen bekannt, stellt sich die Frage nach der bestmöglichen Kombination von Applikationsverfahren, Maschinen, Dosieranlagen, Robotern und weiteren Einflussgrößen. Ein Beispiel: Allein bei Dosieranlagen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Einzelkomponenten. Die besonderen Verarbeitungseigenschaften der Klebstoffe wie Scherempfindlichkeit, Abbau der Thixotropie etc. müssen bei einer Auswahl ebenso berücksichtigt werden wie eine volumenstromangepasste Pumpendimensionierung. Bei der Suche nach der richtigen Lösung wird dies berücksichtigt. Anhand der Kenngrößen aus Prozess und Klebstoffentwicklung ermittelt das IFAM aus dem großen Angebot eine Auswahl der am besten geeigneten Anlagenkomponenten – beispielsweise Mischsysteme, Pumpen oder Antriebe. Diese Auswahl wird dann unter industrienahen Bedingungen praktisch überprüft. Hier bietet das IFAM ebenfalls individuelle, modular aufgebaute Konzepte an, die zu einem für den Anwender sinnvollen Ergebnis führen.

Bei der Gestaltung des Arbeitsplatzes verwendet das IFAM u. a. rechnergestützte 3-D-Simulationswerkzeuge, für die Zusatzmodule mit benutzerspezifischen Funktionen entwickelt werden. Dabei werden verstärkt klebspezifische Parameter in der Robotersimulation berücksichtigt, um gegenüber bisherigen Lösungsansätzen noch realistischere Aussagen zu erhalten. Statt aufwändiger Versuchsanordnungen lassen sich damit kostengünstig verschiedene Szenarien erproben. Robotereinsatz, Bauteilbewegungen, Taktzeitveränderungen, Zugänglichkeit oder Kollisionsgefahren werden in ihrer ganzen Bandbreite untersucht und bewertet. Mögliche Fehlerquellen sind dadurch schon sehr früh erkennbar, was spätere Anlauf- und Änderungskosten minimiert. Durch dieses Vorgehen wird die Zeit bis zum realen Einsatz erheblich verkürzt.

Nach Abschluss des Planungsprozesses wird die erarbeitete Lösung mit dem Kunden diskutiert. Sämtliche Vorschläge des Arbeitsgebietes Fertigungstechnik beleuchten dabei neben der besten technischen Umsetzung auch die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Alternativen. Zur ökonomischen Bewertung des Einsatzes der Klebtechnik entwickelt das IFAM ein rechnerbasiertes Kennzahlensystem, das die Auswirkungen unterschiedlicher Entscheidungen visualisiert.

Umfassende Ausstattung im Technikum

Im neuen, hochmodernen Technikum des IFAM kann die zuvor planerisch erstellte Lösung praktisch umgesetzt werden. Dazu verfügt das IFAM über eine äußerst flexible Fertigungszelle. Herzstück ist ein Industrieroboter, dessen Arbeitsbereich durch eine zusätzliche Linearachse vergrößert wird. Eine in ihrer Modularisierung einzigartige Dosiertechnik ermöglicht die Verarbeitung von 1-komponentigen und 2-komponentigen Klebstoffen. Zuführeinheiten für unterschiedliche Gebinde von der 320-ml-Eurokartusche bis zum 200-l-Fass können mit Dosierpumpen (Kolben-, Zahnrad-, Exzentrerschneckenpumpe), statischen oder dynamischen Mischköpfen sowie Applikatoren für Raupen- und Wirbelsprühauftrag frei kombiniert werden. Die Dosiertechnik lässt sich an die jeweiligen Bedingungen ideal anpassen – ein bislang nicht bekanntes Testfeld. Die Oberflächenvorbehandlung erfolgt u. a. mit einer Atmosphärendruck-(AD)-Plasmaanlage, die einen kontinuierlichen Inline-Betrieb mit hohen Prozessgeschwindigkeiten erlaubt. Zusätzlich ist durch Kombination mit mechanischen Fügeverfahren wie Clinchen oder Nieten die Realisierung »kalter« Hybridverfahren möglich. Die reale Integration ist mit der rechnergestützten Simulation verzahnt. Dies ermöglicht es, verschiedene Varianten auszutesten und nachzubessern. Das Endergebnis kann dadurch den Wünschen des Kunden entsprechend entwickelt werden.

Mikrofertigung

Auch in der Mikrofertigung entwickelt das IFAM wegweisende Lösungen. Bei Klebvorgängen im Bereich weniger Mikrometer garantiert erst die perfekte Abstimmung der Fertigungsprozesse den Erfolg. Fragen der Positionierung, Fixierung und Justierung in mikroskopischen Bereichen spielen ebenso eine Rolle wie die richtige Applikation von Klebstoffen in Größenordnungen von billionstel Litern. Die typischen Veränderungen des Klebstoffes, beispielsweise beim Härten, werden schon bei seiner Auswahl und Charakterisierung berücksichtigt. In enger Abstimmung mit den Kunden werden die Voraussetzungen für die Reproduzierbarkeit von Klebvorgängen in Klein- und Großserien erarbeitet.

Die Branchen, die das Arbeitsgebiet Fertigungstechnik »Kleben« bedient, sind breit gestreut: Neben der Mikroelektronik, Feinwerktechnik, Mikrosystemtechnik, Kommunikationstechnik und Optik sind es Auftraggeber aus den Bereichen Fahrzeug- und Armaturenbau samt Zulieferern oder auch die Medizintechnik. Zahlreiche Kooperationen mit namhaften Industriebetrieben zeugen von der starken Nachfrage, die diese Fertigungstechnik inzwischen verzeichnen kann – ein Bereich mit großer Zukunft.

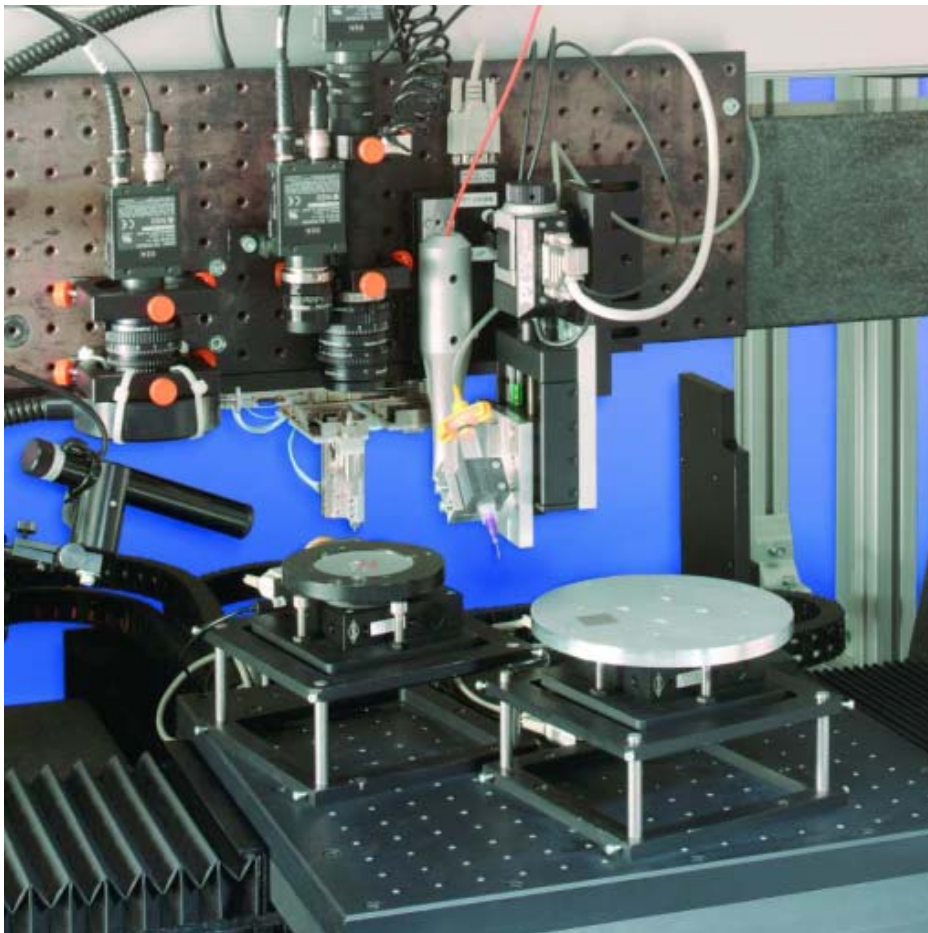


Abb. 4: Mikrofertigung im IFAM: 12-achsige Nanorobotikanlage mit Sub- μ m-Wiederholgenauigkeit. (Hersteller: Klocke, Aachen)

Ansprechpartner

Helmut Schäfer
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 41
E-Mail sch@ifam.fraunhofer.de

Manfred Peschka
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-5 24
E-Mail pe@ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Klebtechnik und Oberflächen,
Bremen

Korrosion im Fokus: Von der Grundlagenforschung zum anwendungsreifen Schutzkonzept

Zu einem der Schwerpunktthemen im Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) ist die Korrosion geworden. Im Bereich Klebtechnik und Oberflächen wird seit vielen Jahren in verschiedenen Arbeitsgruppen und Organisationseinheiten zu Verfahren und Technologien geforscht, in denen es um den Schutz von Oberflächen geht. Mit hohen Investitionen in Personal und apparative Ausstattung wurden Weichen für die Zukunft gestellt: In verschiedenen Arbeitsgruppen, insbesondere der Elektrochemie, aber auch in der Grenzflächenanalytik, Metallographie, Lacktechnik und mit Molecular Modelling werden die Schäden und Mechanismen der Korrosion untersucht sowie ein effizienter und kostengünstiger Korrosionsschutz entwickelt.

Die hervorragenden Voraussetzungen und das große Know-how, über die das IFAM bei diesem Thema verfügt, sind die Basis für grundlagen-

orientierte Forschung auf hohem Niveau. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der verschiedenen Gruppen im IFAM ermöglicht ein umfassendes Verständnis für die Prozesse der Korrosion und Degradation. Einzigartig für die deutsche Forschungslandschaft ist dabei, dass im IFAM aus diesen Erkenntnissen sofort innovative Korrosionsschutzkonzepte entwickelt werden. Diese werden in enger Zusammenarbeit zwischen den oben erwähnten Arbeitsgruppen bis zur technologischen Anwendungsreife gebracht. Über die AG Elektrochemie ist das IFAM zudem in die »Corrosion Community« eingebunden – das Institut ist Mitglied der Gesellschaft für Korrosionsschutz e.V. (GfKORR).



Abb. 1:
Nicht fachgerechte Applikation und falsche Auswahl des Beschichtungstoffes können katastrophale Folgen haben.

Korrosion verschlingt große Summen

Die Korrosion ist in den vergangenen Jahren zunehmend ins Blickfeld gerückt. Bereits 1991 wurden die direkten und indirekten Kosten, die durch Korrosion entstehen, allein für die alte Bundesrepublik auf 110 Milliarden Mark geschätzt! Der Anteil von annähernd fünf Prozent am Bruttoinlandsprodukt zeigt, dass Korrosionsschäden ein ungeheures Ausmaß angenommen haben. Die Verhinderung von Korrosion bzw. die Instandsetzung von Schäden verschlingt somit große Summen, birgt aber auch erhebliche Einsparpotenziale: Je besser der Korrosionsschutz, desto geringer die Kosten.

Spätestens seit dem Einsturz der Berliner Kongresshalle (»Schwangere Auster«) im Mai 1980 – zurückzuführen auf Korrosionsschäden an tragenden Teilen des Baus – ist diese Problematik auch einer größeren Öffentlichkeit bekannt. Bei chemischen Industrieanlagen, in Kraftwerken, an Brücken, in der Ölförderindustrie und am Bau gehört Korrosion zum Alltag. Dies gilt in zunehmendem Maße auch für die Verfahrenstechnik, denn neue Entwicklungen erhöhen die Anforderungen an das Material: Höhere Drücke, höhere Temperaturen und Strömungsgeschwindigkeiten sowie aggressivere Verunreinigungen erfordern einen zeitgemäßen, anwendungsfreundlichen Korrosionsschutz. Auch in der Mikroelektronik, wo schon minimale Korrosionsschäden – etwa an Leiterbahnen – zum Komplettausfall von Systemen führen können, bedarf es praktikabler, intelligenter Lösungen. Ein Beispiel: Bei den hoch technisierten Automobilen der jüngsten Generationen sind fast die Hälfte aller Schäden an der Elektronik auf Korrosion zurückzuführen. Und schließlich stellt auch ein ständig steigendes Bewusstsein für Umwelt- und Gesundheitsschutz immer höhere und komplexere Anforderungen an die Werkstoffe.

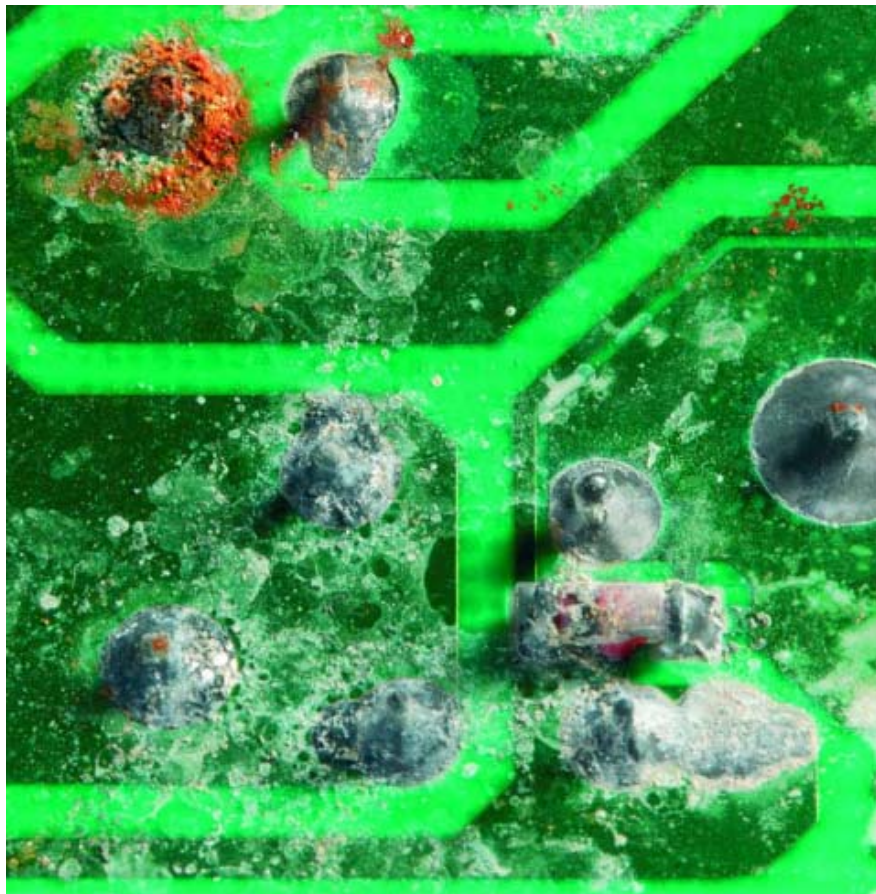


Abb. 2: Korrodierte Leiterplatte.

Als Kompetenzzentrum etabliert

Um in Sachen Korrosionsschutz maßgeschneiderte Lösungen anbieten zu können, bedarf es einer genauen Kenntnis der ablaufenden Prozesse. Hier hat sich das IFAM als Kompetenzzentrum etabliert. Die seit Oktober 2001 im Bereich Klebtechnik und Oberflächen forschende Arbeitsgruppe Elektrochemie befasst sich vor allem mit der Aufklärung von elektrochemischen Mechanismen, die der Korrosion von Metallen zugrunde liegen. Dazu kommt die Erforschung von Fragen der Alterung und Degradation von Beschichtungen und Klebverbindungen. Mit einer kleinen, aber feinen Ausstattung, bei der die Geräte exzellent miteinander kombinierbar sind, ist die Arbeitsgruppe für alle Herausforderungen gewappnet. Sie verfügt neben Geräten für konventionelle elektrochemische Messtechniken (Potentiometrie, Amperometrie, Linear Sweep Voltammetrie, Cyclo Voltammetrie) auch über die Möglichkeit der elektrochemischen

Impedanzspektroskopie, über Messplätze zur Erfassung des elektrochemischen Rauschens, über einen High-Voltage-Potentiostaten zum Anodisieren und eine Raster-Kelvin-Sonde.

Im Zusammenarbeit mit weiteren Arbeitsgruppen gelingt eine fruchtbare Kombination von Grundlagenforschung und der Entwicklung von anwendungsreifen Korrosionsschutz-Konzepten. Einer der Themenschwerpunkte der fachübergreifenden hausinternen Kooperationen ist die Untersuchung der Wirkungsweise von alternativen Inhibitoren, die im Flugzeugbau die Verwendung von Chromat ersetzen sollen. An den verschiedenen Fragestellungen arbeiten die Arbeitsgruppen Elektrochemie, Grenzflächenanalytik, Polymerchemie und Molecular Modeling gemeinsam. Auch innerhalb der einzelnen Fachgruppen ist die Korrosion stets ein wichtiger Schwerpunkt. So laufen in den Arbeitsgruppen Polymerchemie und Grenzflächenanalytik eigene Arbeiten zur Entwicklung neuer Korrosionsinhibitoren auf organischer und metallorganischer Basis oder von Bindemittelsystemen mit intrinsisch korrosionsinhibierender Wirkung für Lacke und Klebstoffe.

Enge Partnerschaft mit der Industrie

Selbstverständlich ist auch eine enge Partnerschaft mit der Industrie. Ob Flugzeugbau, Energietechnik, Automobilindustrie, Stahlbau, Offshore-Windenergietechnik oder Mikroelektronik:

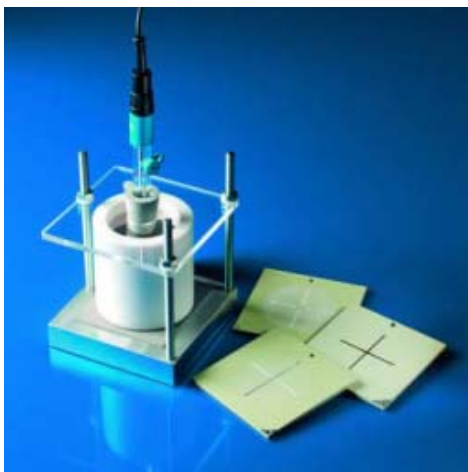


Abb. 3: Aufsatzmesszelle für elektrochemische Messungen an beschichteten Oberflächen.

In Sachen Korrosion sind die entsprechenden Arbeitsgruppen über verschiedene Projekte nah an den aktuellen Problemen positioniert. So entwickeln und prüfen die Arbeitsgruppen Elektrochemie und Lacktechnik zusammen mit der Firma Mühlhan und gefördert durch das Land Bremen Korrosionsschutzkonzepte für Offshore-Windanlagen. Für den Flugzeugbauer Airbus Deutschland GmbH werden derzeit Anodisierschichten erarbeitet und geprüft. Weitere Kontakte bestehen zu namhaften Unternehmen wie Bosch oder DaimlerChrysler.

Die Korrosionsschutz-Forschungen und -Aktivitäten werden stets auch einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt. So fand 2003 ein gut besuchter Workshop zum Thema »Korrosionsschutz für Offshore-Windenergieanlagen« statt. Zum Anodisieren im Flugzeugbau ist vom 14. bis 16. April 2004 eine entsprechende Veranstaltung mit internationalen Teilnehmern geplant.



Abb. 4: Raster-Kelvin-Sonde.

Ansprechpartner

Michael Schneider
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 35
E-Mail: msch@ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Klebtechnik und Oberflächen,
Bremen

Bondship

Bonding of lightweight materials for cost effective production of high speed craft and passenger ships.

EU 5. Rahmenprogramm,
Growth GRD1-1999-11012 (2000 – 2003).

Situation

Das Kleben gewinnt im Schiffbau zunehmend an Bedeutung. Zum einen ermöglicht die Klebtechnik die Realisierung neuer Mischbauweisen, zum anderen erlaubt sie – auch in Kombination mit anderen Fügeverfahren – neue Leichtbauweisen, die auch für Schiffe von Bedeutung sind. Bislang blieb das Potenzial der Klebtechnik für den Schiffbau aufgrund der Fertigungsbedingungen, des schwer zugänglichen Langzeitverhaltens und fehlender Zulassungsrichtlinien vielfach ungenutzt. Die Klebtechnik ist im Schiffbau an den Stellen interessant, an denen verschiedene Werkstoffe, wie zum Beispiel Aluminium und Stahl oder Stahl mit Faserverbundwerkstoffen verbunden werden sollen. Kreuzfahrtschiffe werden zunehmend in modularer Bauweise erstellt. Die Module befinden sich in fast allen Bauphasen und werden gleichzeitig bearbeitet.

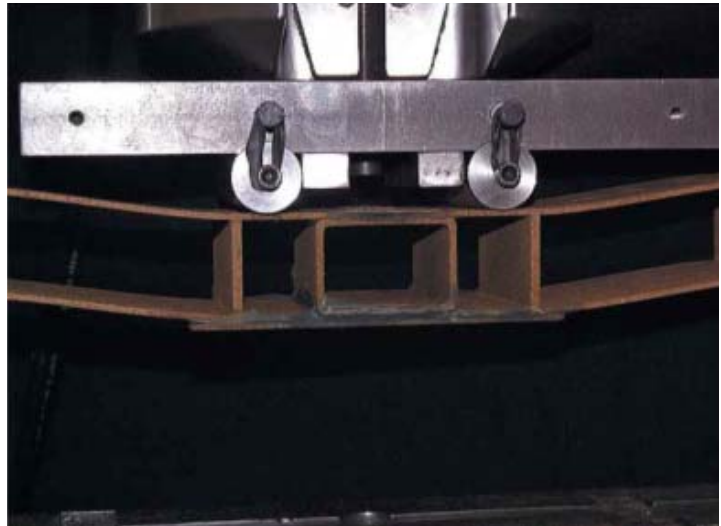


Abb. 2: Mechanische Prüfung einer gealterten Klebverbindung.

Die Klebtechnik als wärmearmes Fügeverfahren ermöglicht das Verbinden von bereits endlackierten Bauteilen, bei denen das Schweißen aufgrund der Brandgefahr ein erhebliches Risiko darstellt. Eine weitere Forderung resultiert aus den Toleranzen der Bauteile, die oft Klebnaht-dicken und Dickenänderungen bis zu einigen Millimetern erfordern.



Abb. 1: Eingeklebtes Schwimmbecken.

Aufgabe

Im Mittelpunkt eines dreijährigen Forschungsprojektes stand die Untersuchung mehrerer Anwendungsfälle für den Bau von Schnellfähren und Kreuzfahrtschiffen. Ziel des Projektes war die Erarbeitung von Konstruktionsmethoden mit Berücksichtigung des Langzeitverhaltens. Weiterhin sollen die Projektergebnisse eine Basis für Zulassungsrichtlinien bilden. Für die spezifizierten Anwendungsfälle sollten Verbindungstechniken qualifiziert werden.

Ergebnisse

Zur Entwicklung einer praxisnahen Vorgehensweise wurden bei den teilnehmenden Werften Anwendungsfälle für die Klebtechnik im Schiffbau spezifiziert. Zu diesen Anwendungsfällen wurden Anforderungsprofile erarbeitet, die konkrete Daten zur Geometrie und den Lasten, zur Fertigung, zur Montage, zu den Betriebsbedingungen und zu weiteren Aspekten der Produktentwicklung und des Produktlebens enthielten.

Zum Einsatz kamen sowohl höherfeste Klebstoffe auf Epoxy- und Methylmetacrylatbasis als auch gummielastische, flexible Klebstoffe auf Polyurethanbasis. Die Klebverbindungen sollten

sowohl auf vorbehandelten Metalloberflächen als auch auf gestrichenen bzw. endlackierten Oberflächen ausgeführt werden können. Bei der konstruktiven Auslegung und der Kennwertermittlung mussten die Oberflächen und Oberflächenzustände berücksichtigt werden, die unter Werftbedingungen erzielt werden konnten.

Entsprechend der schiffbauspezifischen Anforderungen an die Substratoberflächen, Klebschichtdicken und Alterungsbedingungen wurde eine Vorauswahl von Klebstoff und Oberflächenkombinationen durch kleine Proben, insbesondere Zugscherproben, getroffen. Untersucht wurden für eine Qualifizierung neben den mechanischen Eigenschaften insbesondere der spezifische elektrische Widerstand der Klebverbindung zur Abschätzung der Kontaktkorrosionseigenschaften und der pH-Wert des ausgehärteten Klebstoffes in demineralisiertem Wasser zur groben Einschätzung des Korrosionsverhaltens auf Aluminiumoberflächen. Weiterhin wurde die Kompatibilität zwischen Klebstoffen und den Polymeren der Beschichtungssysteme festgestellt.

Die Anwendungsfälle wurden auf den Werften in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern in Demonstratoren realisiert, die auf jeder Werft aufgebaut wurden. Neben der gewonnenen Fertigungserfahrung an 1:1-Bauteilen konnten notwendige Bauteilversuche durchgeführt werden, die insbesondere zur Verifikation der Auslegungsmethoden herangezogen wurden. Parallele Bauteilversuche für ausgewählte Fälle unter schwingender und kombiniert schwingender und korrosiver Belastung im Labor und unter Freibewitterung ergänzten die Datengrundlage.



Abb. 3: Alterung mit Seewasser.

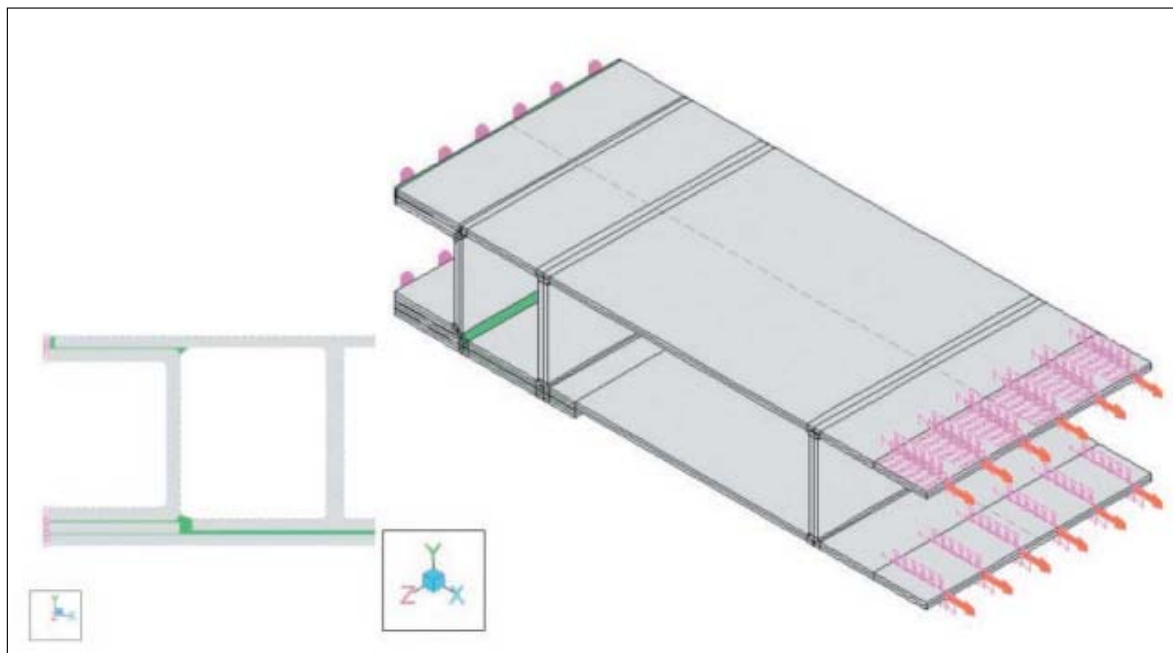


Abb. 4: Finite-Elemente-Modell einer Stahlsandwichverbindung.

Der Schiffbau fordert für die Auslegung der Klebverbindungen einfache Methoden. Eine konstruktive Auslegung sollte auf Grundlage einiger einfacher Formeln erfolgen können. Das Projekt hat gezeigt, dass es diese Art der »einfachen« Lösungen nicht gibt. In der Regel wird es nicht möglich sein, im Schiffbau alle Verbindungen ausschließlich so zu gestalten, dass die Lasten in Scherung übertragen werden. Neben der variablen Klebschichtdicke erzeugen lokales Beulverhalten, Momente und Querkräfte in den Klebfugen Spannungszustände, die analytischen Ansätzen nicht mehr leicht zugänglich sind. Es hat sich gezeigt, dass in diesen Fällen parametrisierbare Finite-Elemente-Modelle mit linear-elastischer Näherung den »einfachsten« Zugang zur Bewertung von Klebverbindungen ermöglichen. Es können experimentell basierte Bewertungskriterien erzeugt werden, die zwar nicht zu einer 100-prozentigen Ausnutzung des Potenzials der Klebverbindung führen, jedoch einen konservativen Ansatz ermöglichen.

Ansprechpartner

Markus Brede
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 76
E-Mail: mb@ifam.fraunhofer.de

Projektpartner

Det Norske Veritas
Fincantieri
Vosper Thornycroft
Meyer Werft
Alusuisse
Sika AG
Cetena
Fireco
NDT Solutions Ltd
Stena Rederi
University of Southampton
DGA/CTA

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Klebtechnik und Oberflächen,
Bremen

Reproduzierbares Auftragen elektrisch isotrop leitfähiger Klebstoffe im Sub-Nanoliter-Bereich bei kurzen Taktzeiten

Situation

Zur Kontaktierung sind elektrisch isotrop leitfähige Klebstoffe bei vielen Anwendungen bereits fest etabliert. Dabei hat sich das Dispensieren als flexible Applikationstechnik bewährt, die auch bei unebenen Substraten oder bei der Nachbestückung gut einsetzbar ist. Zukünftige Anwendungen erfordern eine deutliche Absenkung des prozesssicher dispensbaren Klebstoffvolumens bzw. der Durchmesser der Klebstoffpunkte gegenüber dem heutigen Stand der Technik. Der nahe liegende Lösungsansatz, Dispenskapillaren mit kleineren Durchmessern einzusetzen, führt aus verschiedenen Gründen nicht unmittelbar zum Erfolg.

Projektziel

Das primäre Projektziel wurde von dem projektbegleitenden Ausschuss wie folgt definiert: Dispensieren eines gefüllten, elektrisch leitfähigen Klebstoffs mit einer Prozesssicherheit von 4σ (entsprechend maximal einem Fehlpunkt bei 10 000 Klebstoff-Punkten) und einem Durchmesser der Klebstoff-Punkte von ca. $180\text{ }\mu\text{m}$ bei einer Taktzeit $< 1\text{ s}$. Für ein konkretes

Beispiel wählte der projektbegleitende Ausschuss ein Toleranzband für den Durchmesser von $-50\text{ Prozent} / +20$. Ferner war eine kostengünstige, einfach zu handhabende, zerstörungsfreie Wareneingangsprüfung für Klebstoffe zu konzipieren und prototypisch zu realisieren, die die Beurteilung der Klebstoffe bezüglich des Dispensens kleiner Volumina erlaubt.

Einflussfaktoren

Zunächst wurden die Ursachen der ungenügenden Reproduzierbarkeit beim Dispensieren kleiner Volumina ermittelt, wobei folgende Einflussbereiche Beachtung fanden: Leitklebstoffe, Dispensertechnik und Dispenszubehör sowie Prozessführung.

Klebstoffe

Eine Recherche bei Klebstoff-Herstellern zeigte, dass potenziell geeignete Leitklebstoffe (100 Prozent der Füllstoffe $< 20\text{ }\mu\text{m}$, Inhomogenitäten im Klebstoff, z. B. Gasblasen oder füllstoffarme Bereiche $< 10\text{ }\mu\text{m}$ usw.) kommerziell kaum erhältlich sind. Erst Klebstoff-Optimie-

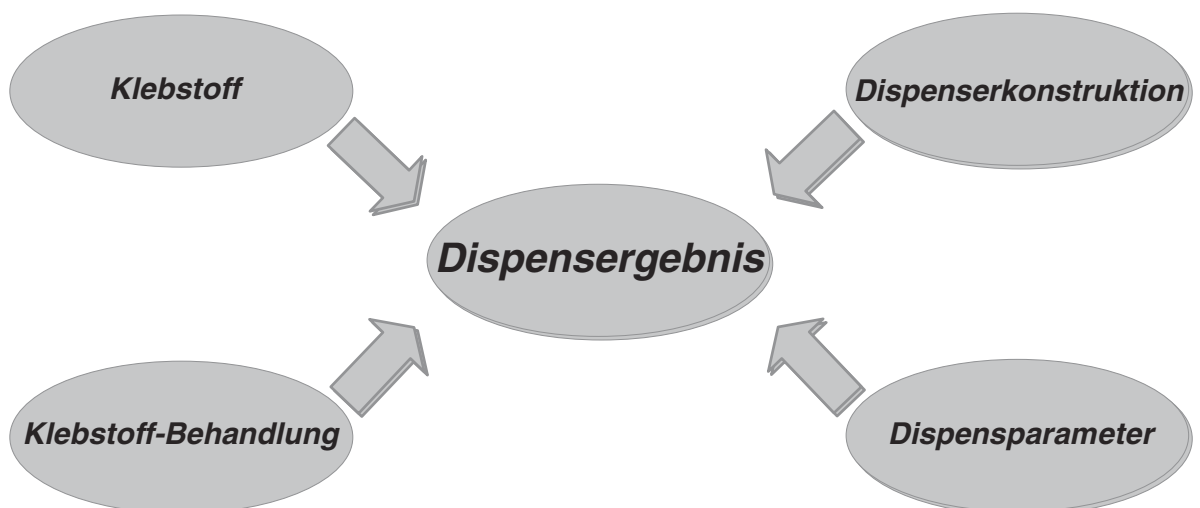


Abb. 1: Einflussgrößen bezüglich des Dispensergebnisses.

rungen durch alle drei Hersteller des projektbegleitenden Ausschusses resultierten schließlich in Klebstoffen, die annähernd den eingangsgestellten Anforderungen entsprachen.

Zerstörungsfreie Untersuchungen bestätigten im Wesentlichen die Befunde bezüglich der im Allgemeinen unzureichenden Ausgangsqualität der Leitklebstoffe.

Auftragstechnik

Bezüglich der Dispensertechnik standen mehrere kommerzielle Dispenser, Modifikationen und Eigenkonstruktionen zur Verfügung, die die Dispensprinzipien Druck-Zeit sowie vom »Positive Displacement«-Prinzip Schraube bzw. Schnecke und Kolben abdeckten. Anfangs wurde die gute Reproduzierbarkeit der Förderpulse der Druck-Zeit-Dispenser nachgewiesen (nicht die der diesbezüglich als eher unkritisch eingestuften »Positive Displacement«-Dispenser). Die Klebstoffe standen in handelsüblichen Kartuschen zur Verfügung, an die kommerzielle Luer-Lock-Dispenskapillaren angeschraubt wurden. Der gesamte Fließweg des Klebstoffs wurde untersucht, und das Fließen des Klebstoffs konnte in Echtzeit verfolgt werden. Bei den kommerziellen Kartuschen und Kapillaren ist zum Nanodispensen der Fließweg als strömungsmechanisch eher ungeeignet zu bewerten. Lösungsansätze wurden aufgezeigt. Die Kapillar-Röhrchen wiesen erhebliche Fertigungstoleranzen auf, sind jedoch im Allgemeinen frei von Graten und anderen Verunreinigungen. Die Rauheit R_A der Kapillaren-Innenflächen gibt möglicherweise zur Agglomeration von Füllstoff-Partikeln Anlass.



Plasmapolymerbeschichtungen erzielten nicht den gewünschten Effekt der schlechteren Benetzung der Kapillaren-Stirnfläche durch den Klebstoff.

Klebstoffauftrag mittels Dispenser

Im Rahmen der Versuche wurden Dispensmuster mit bis zu 50 000 Punkten auf 4" Si-Wafer erzeugt. Es fand eine 100-Prozent-Kontrolle bezüglich Aussetzern statt. Bei fünf Messfeldern à 1 000 Punkten wurden zusätzlich die Punkt-Volumina vermessen. Insgesamt wurden Dispensmuster mit ca. vier Millionen Klebstoff-Punkten angefertigt und ausgewertet. Dispensmuster wurden erzeugt durch Variation des Klebstoffs, der Dispensertechnik oder der Prozessführung. Das Ziel war jeweils die Ermittlung der minimalen erreichbaren Punkt-Volumina unter Einhaltung der o. g. Prozesssicherheit und Toleranzgrenzen. Es wurde eine Katalogisierung von acht charakteristischen Fehlertypen vorgenommen, um Fehlertyphäufigkeitsanalysen und Ursache-Wirkungs-Korrelationen herzustellen. Bei der Variation der Prozessführung wurden anwendungsrelevante Einflussgrößen untersucht wie z. B. Lagerdauer des Klebstoffs bei Raumtemperatur, unterschiedlich lange Verfahrswege/Wartezeiten oder verschiedene große Nadelspalte.

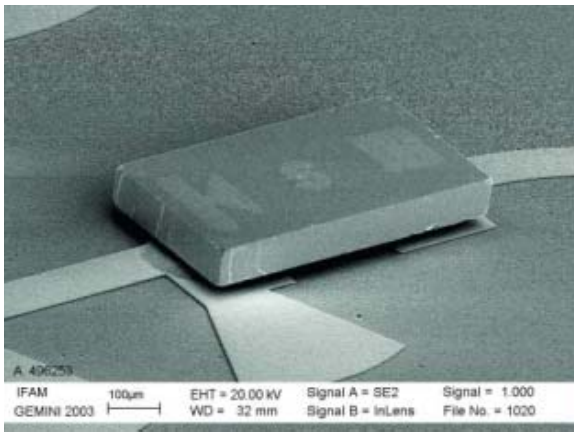
Ergebnisse unter optimierten Bedingungen

Schließlich wurden mit einer optimalen Auswahl aus jedem der drei Einflussbereiche Klebstoff, Dispensertechnik und Prozessführung optimierte Dispensmuster hergestellt. Mit den optimierten Parametern wurden prozesssichere Punkt-Muster dispent. Die dabei minimal erreichbaren Punktdurchmesser betrugen 170 – 179 μm (jeweils arithmetischer Mittelwert eines Dispensmusters à 50 000 Punkte). Einen Ausschnitt eines solchen Dispensmusters zeigt Abb. 2. Die elektrische Leitfähigkeit der erzeugten Punkte wurde stichprobenartig qualitativ nachgewiesen. Diese Punkt-Muster sind bezüglich des Klebstoff-Volumens um einen Faktor 3 besser als der Stand der Technik. Mittels einer »vorläufigen Prozessfähigkeitsanalyse« wurde anhand von

Abb. 2: Ausschnitt eines optimierten Dispensmusters.

Qualitätsregelkarten, Qualitätsfähigkeitskennzahlen und Prozessfähigkeitsindizes die Stabilität des verwendeten Prozesses nachgewiesen.

Der erarbeitete Prozess fand seine erfolgreiche Anwendung bei einem Industrie-Demonstrator. Dies war die elektrisch leitfähige Präzisionsklebung bei einem Radarsensor für Kfz mit Bondpads von $0,15 \times 0,36 \text{ mm}^2$, Abb. 3.



Zerstörungsfreie Qualitätskontrolle

Die zerstörungsfreie Qualitätskontrolle durch das Fraunhofer-Institut IZFP beinhaltetete zum einen die Charakterisierung abgesetzter Klebstoffpunkte mittels sich ergänzender Prüfmethoden. Zum anderen wurde eine Wareneingangsprüfung für Klebstoffe konzeptioniert und prototypisch realisiert, Abb. 4. Sie basierte auf einer Ultraschall-Laufzeitmessung und wurde mit Röntgenabsorptionsmessungen korreliert. Theoretische Abschätzungen gaben bezüglich der für Aussetzer und für zu kleine Punkte im Dispensprozess verantwortlichen Mikrobblasen die Empfindlichkeit der Prüfung an. Sie kann etwa einen Aussetzer pro 2 000 Dispens-Punkten im Voraus detektieren. Die Prüfgeschwindigkeit beträgt unter 20 s pro Klebstoff-Kartusche, die Kosten einer diesbezüglichen kommerziellen Apparatur würden voraussichtlich um 20 000 Euro betragen.

Abb. 3: Elektrisch leitfähige Präzisionsklebung.

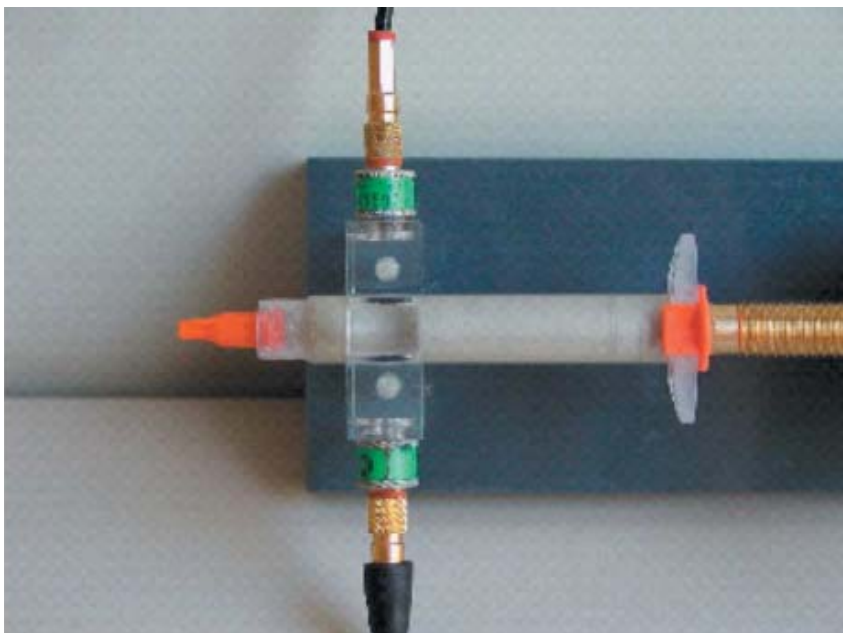


Abb. 4: Ultraschall-Laufzeitmessung als Qualitätskontrolle einer Klebstoff-Kartusche.

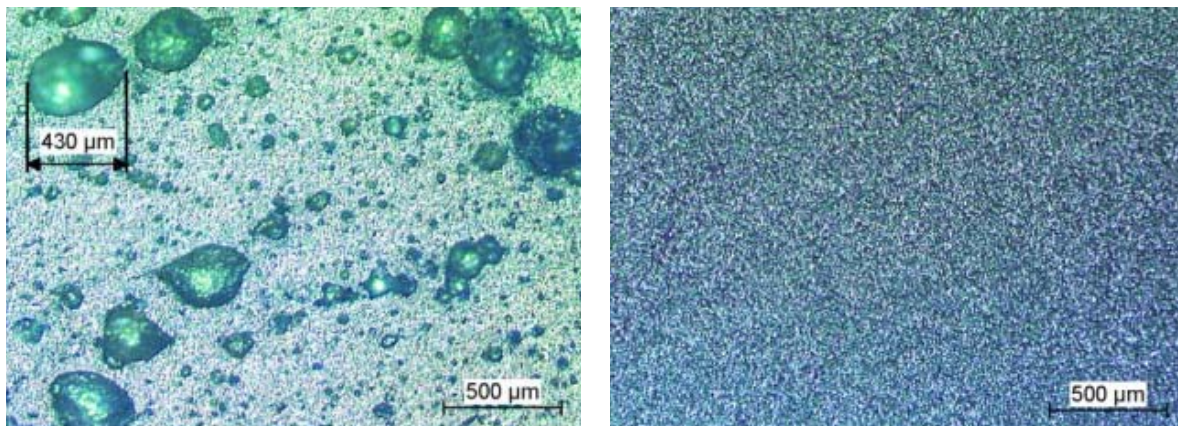


Abb. 5: (links) Kommerzieller Leitklebstoff vor und (rechts) nach Entgasung.

Ausblick

Von den untersuchten Einflussbereichen ist derzeit die Qualität kommerziell verfügbarer elektrisch isotrop leitfähiger Klebstoffe der limitierende Faktor beim reproduzierbaren Dispensen im Sub-Nanoliter-Bereich. In einer vom IFAM betreuten Dissertation im Hause BOSCH wurde deshalb u. a. ein Verfahren zur Entgasung elektrisch leitfähiger Klebstoffe entwickelt und zum Patent angemeldet, das die Qualität der Klebstoffe wesentlich verbessern kann, Abb. 5.

Ansprechpartner

Thomas Gesang
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 74
E-Mail ge@ifam.fraunhofer.de

Projektpartner

3p Industrieversand AG
DaimlerChrysler Aerospace AG
DaimlerChrysler AG
Elbau Elektronik Bauelemente GmbH
Gemac mbH
KSW Microtec GmbH
Lewicki Mikroelektronik GmbH
Miele & Cie. GmbH & Co.
Rafi GmbH & Co. KG
Robert Bosch GmbH
Scientific Precision Instruments
SMT & Hybrid GmbH
Temic GmbH
Cybertron GmbH
Martin GmbH
Microtronic GmbH
Panacol-Elosol GmbH
Polytec GmbH
W.C. Heraeus GmbH

Institute

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Klebtechnik und Oberflächen,
Bremen

Fraunhofer-Institut für
Zerstörungsfreie Prüfverfahren, IZFP,
Saarbrücken

laminierten Rippe, in der systematisch definierte Spalte eingearbeitet wurden. In der realen Fertigung wird der pastöse Klebstoff (Shim) auf die Rippe aufgetragen und die Beplankung in einer Hubbewegung flächig aufgedrückt.

Bei der Vermessung wurde ein optisches Verfahren auf Basis der Lasertriangulation mit einer Abstandsgenauigkeit von wenigen Mikrometern zugrunde gelegt. Ein mobiler Messkopf kann in wenigen Sekunden über die zu vermessenden Oberflächen geführt werden, wobei mittels IR-Dioden und einem statisch angebrachten Modul aus drei Kameras die Position des Handgeräts bestimmt werden kann (Abb. 2). Die Verarbeitung der Messdaten erfolgt in einer speziellen Software, die eine digitale Repräsentation der Oberfläche bei niedrigen Datenmengen gewährleisten muss. Ein im Projekt entwickeltes Softwaremodul kann nach Vermessung der zu fügenden Bauteile automatisch eine Positionierung und Orientierung der digitalen Oberflächen an definierten Referenzpunkten durchführen. Dieser Status gilt als Ausgangsbasis für das

anschließende System zur Spaltmaßbestimmung. Wesentlicher Vorteil des letzten Schritts ist, dass Bauteile nun nicht mehr real für die Spaltermittlung vorliegen bzw. ausgerichtet werden müssen. Besonders bei komplexen und großen Bauteilstrukturen können somit Zeit und Kosten gespart werden.

Die automatische Passungsanalyse kann anschließend losgelöst von den Messorten nach einem globalen Datentransfer erfolgen. Hierbei wird auf das im Rechner ausgerichtete Bauteil, das für den Klebstoffauftrag vorgesehen ist, eine Punktefolge mit den jeweiligen Abstandsvektoren entlang frei definierbarer Applikationsbahnen errechnet und grafisch visualisiert. Für den mechanisierten Klebstoffauftrag, beispielsweise mit einem Industrieroboter, werden diese Daten zur Offline-Programmierung genutzt.

Das Modul »Robotercode« ist so entwickelt worden, dass entlang der Applikationsbahnen die geeignete Orientierung des TCP nach Referenzierung eines Robotermodells automatisch

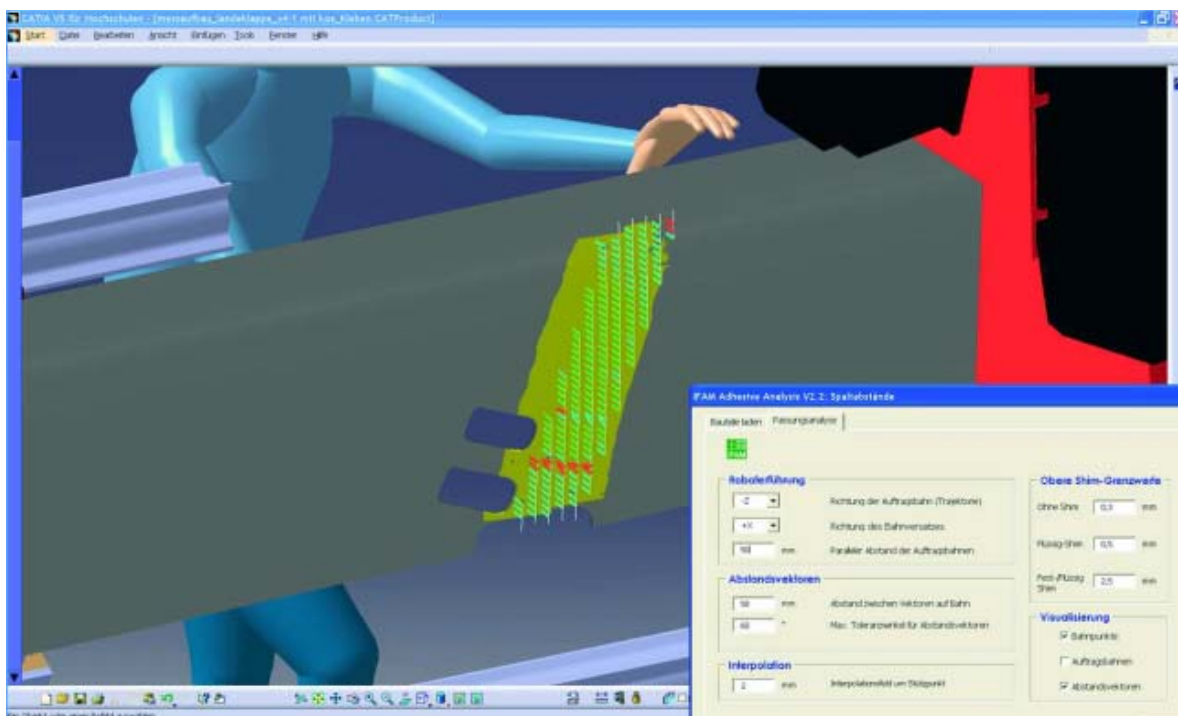


Abb. 2: Realer Messaufbau mit anschließender digitaler Spaltmaßbestimmung im Technikum des Fraunhofer IFAM.

bestimmt wird. Beim Hochladen der Programmstruktur in ein Robotersimulationssystem kann der Bewegungsablauf auf transparente Weise überprüft bzw. modifiziert werden (Abb. 3).

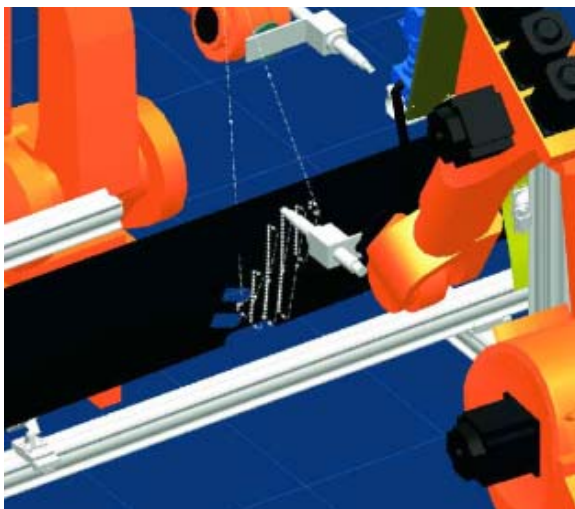


Abb. 3: Automatische Erstellung und grafische Überprüfung eines Roboterprogramms auf Basis der geometrischen Spaltmaße.

Alternativ ermöglicht es die Passungsanalyse, die errechneten Spalte in einem CAD-System (CATIA V5) zu visualisieren, so dass auch seitens der Konstruktion Zeichnungen abgeleitet werden können. Die Ausgabe über Programme zur Tabellenkalkulation kann für statistische Untersuchungen sowie als Zusatzinformation für die manuelle Fertigung genutzt werden.

Ein weiteres wesentliches Funktionsmodul im Gesamtsystem stellt die systematische Verwaltung der Daten dar. Hierfür wurden nach dem Client-Server-Prinzip der Datenaustausch und die Datenbankstruktur konzipiert sowie ein Client-Benutzerprogramm (Front-End) entwickelt. Wesentliche Merkmale sind hier die eindeutige Zuordnung der Mess-, Passungs- und Roboterdaten zu einem Montageauftrag sowie die funktionsorientierte Navigation; d. h. je nach durchzuführender Aufgabe befindet sich der Nutzer in einem zugewiesenen Reiter (Abb. 4).

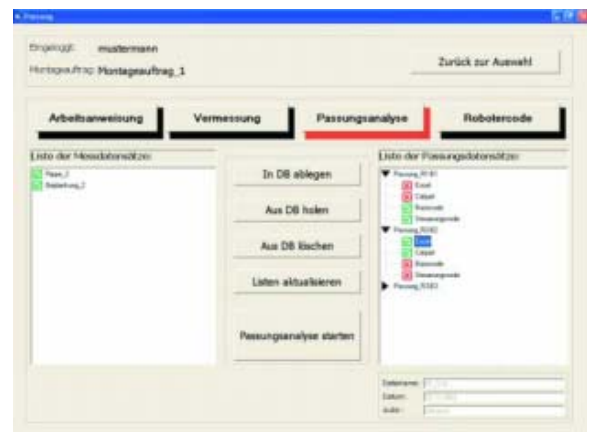


Abb. 4: Client-Programm zur transparenten Verwaltung der Daten.

Da jeder Benutzer in der Prozesskette das Client-Programm lokal auf seinem Rechner vorliegen hat und die Vollständigkeit der Daten auf dem Server automatisch überwachen kann, fungiert dieses als zentrales Management-Werkzeug im Projekt.

Ergebnis und Nutzen

Es liegt ein Prototyp vor, der ein integriertes Gesamtsystem aus optischer Vermessung, automatischer Spaltmaßbestimmung und Offline-Programmierung eines Industrieroboters für den Klebstoffauftrag auf toleranzbehafteten Bauteilen darstellt. Dazu wird die Verwaltung der Daten mittels einer angepassten Datenbankstruktur und eines eigens entwickelten Client-Programms bewerkstelligt.

Die wesentlichen Vorteile des Systems sind:

- Zeit- und Aufwandsreduzierung beim Messvorgang und der Spaltermittlung, da die Bauteile nicht wie bisher physisch in der Vorrichtung in den Montagezustand ausgerichtet werden müssen.
- Die Spaltermittlung erfolgt nun digital, d. h. vor der realen Endmontage können die Geometrieabweichungen ermittelt und Maßnahmen gezielt durchgeführt werden.
- Effiziente Reduzierung der Messdaten, durch die eine digitale Spaltermittlung ermöglicht wird.
- Toleranzangepasste Steuerung der Fertigung führt u. a. zu einem genauen und damit geringeren Materialauftrag als bei einer konstanten Auftragsdicke. Dadurch lassen sich auch die Druckkräfte beim Zusammenbau reduzieren.
- Vielfältige Datenaufbereitung, so dass in der Konstruktion, Fertigungsplanung und operativen Montage Maßnahmen ergriffen werden können.
- Durchgängiges Gesamtsystem, bei dem der Nutzer die Daten zwischen den Anwendungen nicht selbst aufbereiten muss.
- Globales Datenmanagement.

Ausblick

Als Ausblick für die Zukunft ist die reale Montage zur Herstellung eines Bauteilprototyps zu nennen, mit dem im IFAM kurzfristig begonnen wird. Ein hoher Nutzen ist durch eine Automatisierung der Klebstoffapplikation mittels Industrieroboter und Dosieranlage zu sehen, wobei hierfür eine Synchronisierung zwischen den Subsystemen Material, Maschinenteknik und Software erfolgen muss.

Auftraggeber

Bremer Innovations-Agentur – BIA GmbH
im Rahmen des Grundlagenforschungsprojekts AMST 008:
»Computergestützte Methoden zur virtuellen Montage komplexer technischer Systeme«

Zahlen/Technische Daten

Projektbeginn Mai 2002
Projektende Mai 2004

Definitionen

AMST = Airbus Material and System Technology
CAD = Computer Aided Design
TCP = Tool Center Point

Projektdurchführung und Ansprechpartner

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Klebtechnik und Oberflächen, Bremen
Stephan J.-M. Kim
(Projektleitung und technische Entwicklung)
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-5 25
E-Mail kim@ifam.fraunhofer.de

Christian Behrens (Softwareentwicklung)
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 36
E-Mail chb@ifam.fraunhofer.de

Hartmut Seifert (Fertigungskonstruktion)
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 59
E-Mail hs@ifam.fraunhofer.de

Bremer Institut
für Angewandte Strahltechnik – BIAS
Abteilung Optische Messtechnik, Bremen

Christoph von Kopylow (Projektleitung)
Telefon: +49 (0) 421 / 218-50 16
E-Mail vonkopylow@bias.de

Jan Müller (Messtechnik)
Telefon: +49 (0) 421 / 218-50 15
E-Mail mueller@bias.de

Bremer Institut für Betriebstechnik und
angewandte Arbeitswissenschaft – BIBA
Bereich Produktentwicklung, Prozessplanung
und Computerunterstützung, Bremen

Claus Aumund-Kopp (Projektleitung)
Telefon: +49 (0) 421 / 218-55 84
E-Mail ak@biba.uni-bremen.de

Christian Panse
(Entwicklung Datenbankserver)
Telefon: +49 (0) 421 / 218-56 18
E-Mail pan@biba.uni-bremen.de

Entwicklung von Vorbehandlungsprozessen für Kunststofffolien mit Atmosphärendruckplasmen

Ausgangssituation

Polypropylenfolien finden in den unterschiedlichsten Gebieten in Industrie und Haushalt Verwendung, so z. B. in der Elektronikindustrie und zur Verpackung von Lebensmitteln und Zigarettenschachteln. Um ein gutes Bedrucken und Verkleben solcher Folien zu gewährleisten, muss die Oberflächenenergie und damit der Anteil polarer Gruppen an der Folienoberfläche erhöht werden. Diese Aktivierung geschieht derzeit einerseits oft durch eine so genannte Beflammung, bei der die Oberfläche einer Gasflamme ausgesetzt wird, und andererseits durch eine Corona-Behandlung, ein Verfahren zur Plasma-behandlung unter Atmosphärendruck. Hierbei ist allerdings eine schlechte Langzeitstabilität der Vorbehandlung zu beobachten. Außerdem treten beim Corona-Verfahren oft beidseitige Aktivierungen von Oberflächen auf, die zu einer erhöhten Ausschussproduktion der Folien führen.

Neben langjährigen Erfahrungen im Bereich der Niederdruckplasmen engagiert sich das IFAM seit einiger Zeit auch in der Atmosphärendruck-Plasmatechnologie. Dabei wird das im Vergleich zu anderen Plasmatechniken wie Corona- oder Barriereentladungen noch relativ junge Verfahren der Plasmadüsen verwendet. In diesen Düsen wird in einem Ionisationsgas eine Bogenentladung erzeugt. Das ionisierte Gas durchströmt die Düse mit hoher Geschwindigkeit und wirkt auf das Substrat ein.

Aufgabe

Ziel ist die Implementierung eines neuartigen Vorbehandlungsverfahrens in eine industrielle Fertigungsanlage für Polypropylenfolien als In-line-Prozess ausgehend von Labor- und Technikumsversuchen. Dabei wird von dem Verfahren eine effektivere Behandlung als derzeit möglich gefordert, die gleichzeitig eine gute Langzeit- und Temperaturstabilität sowie keine Aktivierung der Rückseite aufweisen soll. Außerdem soll die Siegelfähigkeit der Folien erhalten bleiben.

Folienherstellung und Vorbehandlung

Eine Polypropylenfolie wird aus einem Granulat hergestellt, das in einem Extruder aufgeschmolzen und miteinander vermischt wird, danach aus einem breiten Schlitz austritt und als Bahn über mehrere Walzen läuft.

Durch unterschiedliche Umdrehungsgeschwindigkeiten der Walzen wird die Folie zunächst in der Länge verstreckt, um danach in einem weiteren Prozess unter erneutem Anschmelzen in der Breite verstreckt und aufgewickelt zu werden. Eine Vorbehandlung der Folie kann direkt hinter dem Extruder, hinter der Längs- oder der Querverstreckung erfolgen. Eine Positionierung nach der Querverstreckung erfordert eine homogene

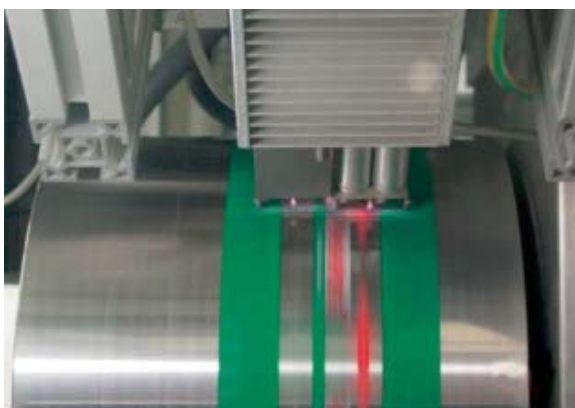


Abb. 1: Vorbehandlung einer Folienbahn mit dem Plasmadüsentool.

Behandlung von vier bis zehn Metern Breite, was nicht leicht zu realisieren ist und zu hohen Kosten führt. Daher wird angestrebt, ein Plasma-werkzeug vor diesem Schritt bei einer Bahnbreite von bis zu einem Meter zu platzieren. Hierfür wird ein Werkzeug von der Firma PlasmaTreat, Steinhagen, eingesetzt, das es ermöglicht, ein Substrat homogen zu behandeln (Abb. 1).

Ein Problem hierbei ist der Verlust der Oberflächenenergie durch den Einfluss von Wärme. Die im Herstellungsprozess vor der Querverstreckung vorbehandelte Folie erfährt ein starkes Absinken des gerade erzielten Behandlungseffektes durch das bei der Verstreckung erforderliche Erhöhen der Temperatur. Dabei drehen sich die an der Oberfläche befindlichen polaren Gruppen in das Innere des Materials und sorgen so für eine Erniedrigung der Oberflächenenergie. Deswegen werden derzeit Vorbehandlungen meist erst nach der Querverstreckung durchgeführt, was zu höheren Anlagenkosten und größeren Problemen mit der Homogenität der Vorbehandlung führt.

Aufgrund der im Vergleich zur Corona zwar heißeren, aber auch effektiveren Vorbehandlung wird eine wirkungsvolle und gleichzeitig langzeitstabile Aktivierung von PP-Folien erreicht. Es werden Oberflächenenergien erzielt, die im Gegensatz zu herkömmlich behandelten Oberflächen sogar ein Bedrucken der Folie mit wasserbasierten Lacksystemen ermöglichen. Zudem ist bei diesem Verfahren aufgrund der Potenzialfreiheit des Plasmastrahls zum Substrat die beidseitige Vorbehandlung der Folien ausgeschlossen.

Durch eine Vorbehandlung der Folie mit den Plasmadüsen kann eine mit Testtinte gemessene Oberflächenenergie von bis zu 72 mN/m erreicht werden, was einer Benetzbarkeit mit Wasser entspricht. Damit werden weit höhere Oberflächenenergien erzielt, als dies mit herkömmlichen Methoden zu erreichen ist (Abb. 2).

XPS-Messungen zeigen, dass der Sauerstoffanteil von null auf ca. 20 Atomprozent steigt. Gleichzeitig kann nachgewiesen werden, dass ein hoher Anteil an unterschiedlichen sauerstoffhaltigen funktionellen Gruppen an der Oberfläche zu finden ist. Außerdem wird in geringen Mengen von ein bis zwei Atomprozent Stickstoff in die Oberfläche eingebaut.

Abb. 3 zeigt zwei Folien, die mit einem wasserbasierten Lack lackiert worden sind. Nach dem Abtrocknen der Farbe wurde mit einer definierten Kraft ein Klebestreifen aufgebracht und wieder abgezogen. Die Folie auf der linken Seite ohne Vorbehandlung zeigt eine vollständige Ablösung des Lacks, bei der rechten vorbehandelten Folie ist der Lackfilm zu fast hundert Prozent erhalten geblieben.

Allerdings kommt es zum Verlust dieser hohen Oberflächenenergien, wenn beim Querverstreckungsprozess höhere Temperaturen auf die Folie einwirken. Am IFAM wird derzeit eine besondere Methode der Plasmapolymersation erprobt, die für eine Stabilisierung der Oberflächenenergie nach Wärmeeinfluss sorgen soll. Dabei wird ein spezieller Precursor in das Plasma eingespeist, der radikalisiert wird und auf der Oberfläche anbindet, was ein Umklappen der

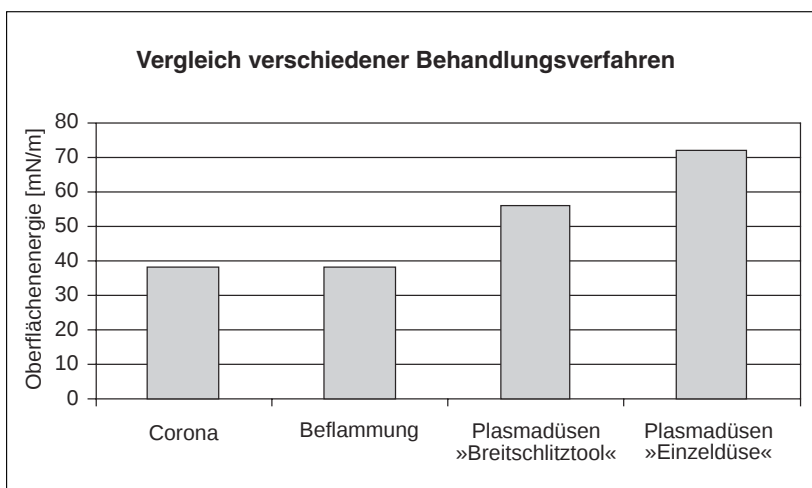


Abb. 2: Vergleich der erreichbaren Oberflächenenergien verschiedener Behandlungsverfahren (»Breitschlitztool« gezeigt in Abb. 1).



Abb. 3: Wasserbasiertes Lacksystem auf PP-Folien; links ohne, rechts vorbehandelt mit »Breitschlitztool«.

polaren Gruppen verhindert. Nach ersten viel versprechenden Laborversuchen wird die Entwicklung dieses Verfahrens derzeit weiter vorangetrieben.

Eine weitere wichtige Eigenschaft ist die Siegelfähigkeit einer Folie. Dabei wird überprüft, ob zwei Folien miteinander dauerhaft verschmolzen werden können. In der Praxis tritt dies auf beim Verschließen von Kunststofftüten für Lebensmittel, wie z. B. Kartoffelchips.

Um die Festigkeit einer Siegelnaht zu testen, werden zwei Folien mit einer speziellen Apparatur unter Temperatur- und Druckeinwirkung miteinander verbunden und danach in einem Winkel von 180° unter Messung der benötigten Kraft wieder auseinander gezogen.

Untersuchungen des IFAM zeigen, dass die Siegeltemperatur der vorbehandelten Folie sich nicht erhöht und die zum Auseinanderziehen der Probestücke benötigte Kraft durch die Vorbehandlung etwas absinkt. Allerdings stellten alle

ermittelten Kräfte Einreißwerte dar, d. h. die Folie zerriss, bevor die Naht sich lösen konnte. Somit ist die Festigkeit der Siegelnaht auf jeden Fall zufrieden stellend.

Ausblick

Der Schwerpunkt zukünftiger Tätigkeit liegt in der Umsetzung der im Technikumsmaßstab erzielten Ergebnisse auf eine Industrieanlage. Zudem soll das Verfahren zur Stabilisierung der Oberflächenenergie weiterentwickelt und in das bestehende Werkzeug integriert werden. Bei einem erfolgreichen Abschluss der Arbeiten ist sicherlich eine ernst zu nehmende Alternative zu herkömmlichen Vorbehandlungsverfahren entstanden.



Abb. 4: Plasmadüsen für die Aktivierung von Bahnware. Die Düsen sind hier für die simultane Aktivierung mehrerer separater Behandlungsspuren konfiguriert.

Ansprechpartner

Claus Müller-Reich
 Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 90
 E-Mail cmr@ifam.fraunhofer.de
 Martin Mechelhoff
 Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 52
 E-Mail mm@ifam.fraunhofer.de

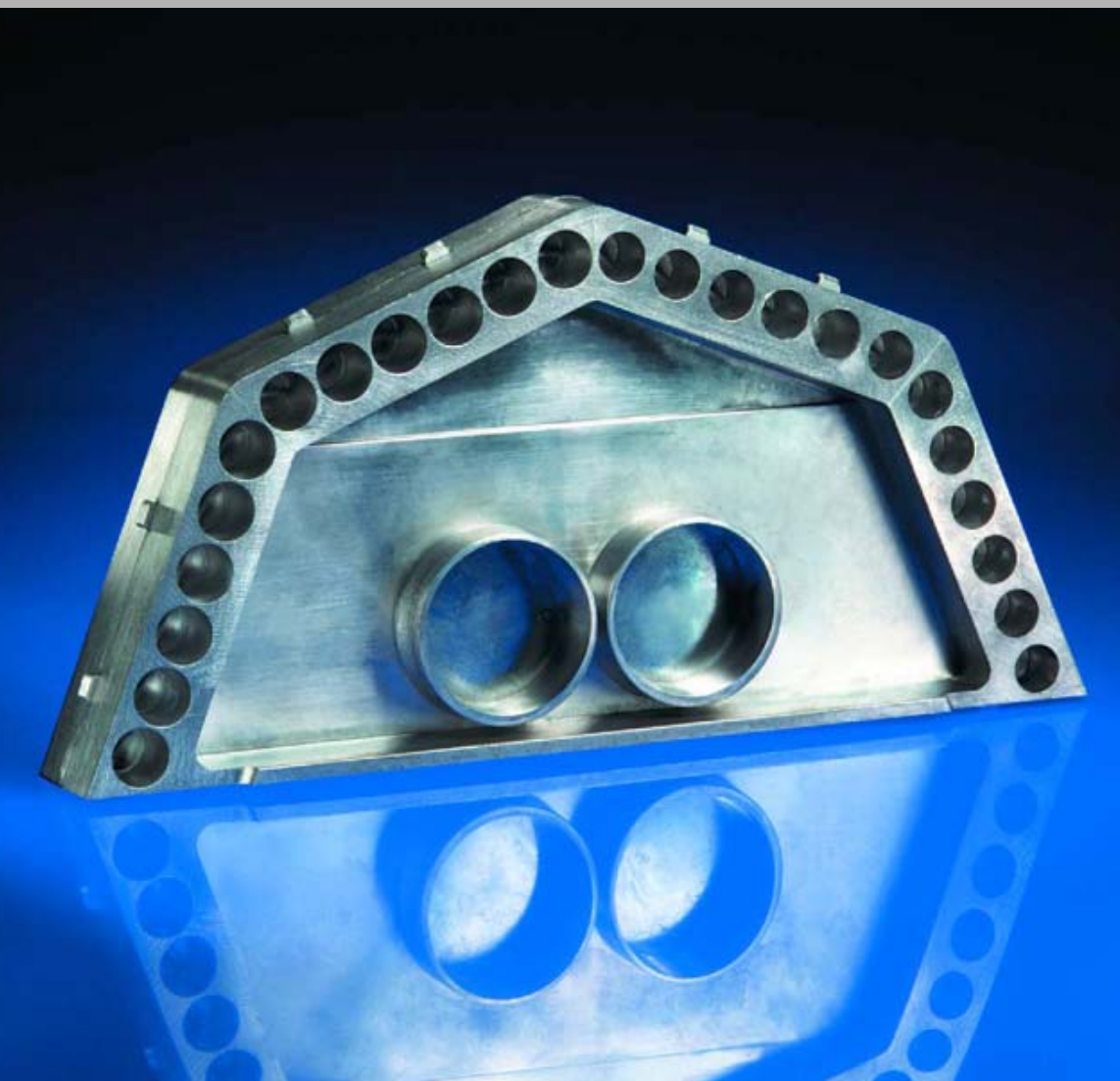
Institut

Fraunhofer-Institut für
 Fertigungstechnik und
 Angewandte Materialforschung, IFAM,
 Bereich Klebtechnik und Oberflächen, Bremen

Bereich

Formgebung und Funktionswerkstoffe

Ergebnisse Anwendungen Perspektiven



Strategische Neuausrichtung des Institutsteils »Formgebung und Funktionswerkstoffe«

Im April 2003 hat Professor Busse den Institutsteil mit der bisherigen Bezeichnung »Endformnahe Fertigungstechnologien« übernommen. Nach einer ersten Orientierungsphase wurde eine strategische Neuausrichtung in die Wege geleitet, um die Gesamtsituation des Institutsteils zu stabilisieren und für die Zukunft neue Themenfelder zu erschließen. Der neue Name »Formgebung und Funktionswerkstoffe« signalisiert den begonnenen Veränderungsprozess und kennzeichnet den thematischen Gesamtrahmen.

Bei der Neustrukturierung des IFAM »Formgebung und Funktionswerkstoffe« spielt der interne und externe Vernetzungsgedanke eine zentrale Rolle. Vorhandene Kompetenzen werden in Kompetenzfeldern gebündelt, neue Kompetenzfelder werden aufgebaut, und an den Berührungspunkten der einzelnen Kompetenzfelder können neue Ideen wachsen und interdisziplinäre Projektansätze erarbeitet werden. Daher ist auf der Basis der Gesamtthematik »Form-

gebung und Funktionswerkstoffe« im Rahmen der strategischen Neuausrichtung eine Matrix von Kompetenzfeldern aufgespannt worden, die die Kompetenzen der IFAM-Technologien mit querschnittlichen Prozessen z. B. der Bauteilentwicklung oder der Funktionsintegration verbindet (Abb. 1).

Der Institutsteil des IFAM in Dresden ist von der strategischen Neuausrichtung weitgehend unberührt. Mit den bewährten bisherigen Abteilungen »Zellulare metallische Werkstoffe« und »Sinter- und Verbundwerkstoffe« leistet das IFAM in Dresden einen wichtigen Beitrag im Kompetenz-Portfolio des IFAM (siehe grüne Säulen Abb. 1).

Bezogen auf den Bremer Institutsteil wurden aus den bisherigen Abteilungen sieben Kompetenzfelder mit zum Teil neuer bzw. erweiterter thematischer Ausrichtung gebildet. Zunächst seien hier die vier in Abb. 1 als graue Säulen dargestellten Kompetenzfelder erläutert, die allesamt Technologien zur Herstellung von Bauteilen behandeln.

Abb. linke Seite: Al-Druckguss-Schichtenbauteil.



Abb. 1: Die Kompetenzfelder des IFAM »Formgebung und Funktionswerkstoffe«.

Das Kompetenzfeld »Pulvertechnologie« deckt in bewährter Weise die aktuellen Werkstoff- und Technologieaspekte bei der pulvertechnischen Herstellung von Bauteilen ab. Im neuen Kompetenzfeld »Mikrofertigung« werden Fragestellungen hinsichtlich Werkstoffe und Prozesse bearbeitet, die die Herstellung metallischer Bauteile im Sub-Millimeterbereich oder feinsten Strukturen in Bauteilen ermöglichen. Im Kompetenzfeld »Leichtbaustrukturen« werden insbesondere die serien- und qualitätsrelevanten Fragestellungen bei der Herstellung von Bauteilen aus metallischen Schäumen untersucht. Gussteile aus Leichtmetall mitsamt den zugehörigen Herstellungsprozessen und den werkstoffbezogenen Aufgabenstellungen sind schließlich im vierten Kompetenzfeld »Gießereitechnik« Gegenstand aktueller und zukünftiger Arbeiten.

Als Kompetenzen mit querschnittlichem Charakter definieren sich zu den bisher genannten Kompetenzfeldern drei weitere Felder (blaue Balken Abb. 1), die damit die Kompetenzfeldmatrix aufspannen:

Im Kompetenzfeld »Rapid Product Development« werden die Prozesse von der Konstruktion eines Bauteiles über Berechnung, Simulation und Optimierung bis hin zum Prototyping und Rapid Tooling behandelt. Das Kompetenzfeld »Funktionsstrukturen« vereint Technologien, mit deren Hilfe im Bauteil eine erweiterte Funktionalität wie z. B. Gradientenstrukturen, sensorische Fähigkeiten oder auf Nanostrukturen basierende Eigenschaften in situ erzeugt werden können. Von der Werkstoffanalytik über die Metallografie bis zur Elektronenmikroskopie werden das Know-how und die Erfahrung im Kompetenzfeld »Bauteilcharakterisierung und Analytik« gebündelt und querschnittlich für alle Kompetenzfelder des IFAM zur Verfügung gestellt.

Auf der Basis von Kompetenzfeld übergreifenden Themen werden aktuell Projekte zur Vorlauftforschung erarbeitet, die die wissenschaftlichen Grundlagen für die Neuausrichtung des IFAM absichern. Gerade an den Berührungspunkten zwischen den Kompetenzfeldern eröffnen sich hier viel versprechende neue Ansätze. Verstärkte Aktivitäten zur Integration in Fraunhofer-interne Kooperationen sowie in Gremien, Netzwerke und Arbeitskreise der

Industrie sollen weiteren Nährboden für das Erarbeiten zukunftsorientierter Themenbereiche bilden.

Darüber hinaus wird die Zusammenarbeit mit der Universität Bremen verstärkt, indem das von Professor Busse vertretene Fachgebiet aufgebaut und so eine intensivere Verzahnung mit dem Fachbereich Produktionstechnik erreicht wird. Auf diesem Wege werden die Arbeiten im Bereich der wissenschaftlichen Grundlagen gestärkt, Studenten in höherem Maße an das IFAM herangeführt und schließlich die Basis für den potenziellen wissenschaftlichen Nachwuchs für das IFAM ausgebaut.

Im Hinblick auf eine marktgerechte Orientierung des thematischen Portfolios und des Leistungsspektrums wird die strategische Neuausrichtung als dynamischer Prozess gesehen. Dazu leisten kontinuierliche Beobachtung der potenziellen F&E-Märkte und intensive Gespräche mit Kunden und Partnern aus der Industrie einen wichtigen Beitrag. Auf dieser Basis wird durch den eingeleiteten Veränderungsprozess die Grundlage für eine zukunftsorientierte Positionierung des IFAM »Formgebung und Funktionswerkstoffe« geschaffen.

Kompetenzen und Know-how

Das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung bearbeitet im Institutsteil Formgebung und Funktionswerkstoffe Fragestellungen, die sich bei der Herstellung von metallischen Bauteilen und Verbundwerkstoffen aus pulverförmigen oder schmelzflüssigen Ausgangsstoffen ergeben.

Angepasst an den jeweiligen Werkstoff, die Komplexität und die Stückzahl der gewünschten Bauteile werden verschiedene Fertigungstechnologien weiterentwickelt und prozesssicher gemacht.

Dazu werden auch grundlegende Untersuchungen zur Pulveraufbereitung, zum Pulversintern, zur Erstarrung von Schmelzen sowie zum Verhalten metallischer Werkstoffe unter den simulierten Fertigungsbedingungen durchgeführt.

Das Spektrum der Anwendungen ist breit gefächert und branchenübergreifend mit Schwerpunkten in den Bereichen Automobilbau, Medizintechnik und Mikrotechnik.

Perspektiven

Der zu beobachtende Trend zur schnellen und flexiblen Produktion einbaufertiger Teile und Komponenten wird mittel- und langfristig verstärkt Nachfrage im Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe erzeugen.

Dabei spielt die Funktionsintegration eine zunehmend wichtige Rolle. Dies gilt insbesondere für die Mikrobauteilfertigung, da durch eine hohe Funktionalität der Aufwand bei der Systemmontage reduziert werden kann.

Neue Entwicklungslinien sind unter den Gesichtspunkten verkürzter Entwicklungszeiten, reduziertem Kapitaleinsatz für die fertigenden Unternehmen sowie Ressourcen schonendem Material- und Energieeinsatz zu definieren. Diesen Herausforderungen kann mit »Rapid Manufacturing«-Konzepten in besonders geeigneter Weise begegnet werden.

Eine verteilte und dennoch schnelle Produktentwicklung erfordert die Bereitstellung von Datenbanken in unternehmensweiten Intranets, um »Computer-Aided Engineering« noch wirkungsvoller einsetzen zu können.

Neue Leichtbaukonzepte – besonders wichtig für die Transportindustrie – können durch Verbundbauweisen und Verwendung zellulärer Werkstoffe realisiert werden.

Technologischer Fortschritt ist nicht zuletzt eng verbunden mit der Verfügbarkeit geeigneter Werkstoffe – maßgeschneidert für die jeweilige Fertigungstechnik. So werden für das Lasersintern und für die pulvermetallurgische Fertigung von Mikrobauteilen speziell konditionierte Metallpulver benötigt, die fertigungsgerecht zu entwickeln sind.

Die Erzeugung funktioneller Nanostrukturen ist oftmals eng gekoppelt an die Entwicklung von Prozessen, die Synthese und Verarbeitung nanoskaliger Pulver und Partikel integrieren und so eine hohe Fertigungstiefe bei reduzierter Anzahl von Verfahrensschritten ermöglichen.

Zukünftige Arbeiten zielen auch verstärkt auf die Überführbarkeit der entwickelten Verfahren in Richtung kontinuierlich ablaufender Prozesse im Technikumsmaßstab (up-scaling).

Arbeitsschwerpunkte

- Pulvermetallurgische Formgebung mit Pulverpressen/Sintern
- Warmkompaktieren und Metallpulverspritzguss
- Leichtbau-Strukturen aus Metallschäumen, insbesondere Aluminium, Aluminiumlegierungen, Stählen und Titan
- CAD-gestütztes Rapid Prototyping für den Formenbau
- Konditionieren von Metallpulvern für das Lasersintern und 3-D-Printing (Rapid Prototyping)
- Herstellung und Verarbeitung ultrafeiner und nanoskaliger Metallpulver unter inerten Bedingungen
- Verfahrensentwicklung für Werkstoffe und Komponenten aus Metallfasern und metallischen Hohlkugeln, insbesondere für Filter und Leichtbau-Komponenten
- Verfahrensentwicklung zur Herstellung von Gradientenwerkstoffen
- Formgebung von Leichtmetall-Legierungen durch Gießtechnik (Druckguss, Thixo- und Squeeze-Casting)
- Entwicklung computergestützter Fertigungsabläufe zur Erhöhung der Prozesssicherheit (CAE)
- Mikrobauteil-Fertigung aus Metallpulvern und Suspensionen
- Rapid Tooling für Spritzguss und Druckguss.

Arbeitsgebiete und Ansprechpartner

Pulvertechnologie

Pulvermetallische Formgebung, Warmkompaktieren zur Herstellung hochdichter Sinterteile, Metallpulverspritzguss, 2-Komponenten-Spritzguss, Prozess- und Materialentwicklung, Rapid Manufacturing

Dr.-Ing. Frank Petzoldt

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 34

E-Mail fp@ifam.fraunhofer.de

Pulvermetallurgie

Pulvermetallurgische Werkstoffe und Bauteile, Hochtemperaturwerkstoffe, Fasermetallurgie, Gradientenwerkstoffe, Metallmatrix-Verbundwerkstoffe, metallische Filtersysteme, Sintertheorie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Kieback

Telefon: +49 (0) 351 / 25 37-3 00

E-Mail bernd.kieback@epw.ifam.fraunhofer.de

Leichtbaustrukturen

Zelluläre Leichtbaukomponenten, funktionale, offenporöse Metallschaumstrukturen, Aluminiumschaum-Sandwichstrukturen, Produktionsverfahren für Metallschaumbauteile

Dr.-Ing. Gerald Rausch

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-2 42

E-Mail ra@ifam.fraunhofer.de

Gießereitechnologie

Aluminium-/Magnesium-Druckguss, Thixocasting, Aufmusterung von Druckgussformen

Dr.-Ing. Jörg Weise

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 25

E-Mail we@ifam.fraunhofer.de

Rapid Product Development

FEM-Simulation zur Pulververdichtung, Formfüllung, Erstarrung, Bauteiloptimierung, Implementierung von Materialgesetzen, Tele-Engineering

Dr.-Ing. Dirk Hennigs

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-2 31

E-Mail dh@ifam.fraunhofer.de

Mikrofertigung

Mikrospritzguss für Metalle und Kunststoffe, Mikrostrukturierung, Serienfertigung von Miniaturbauteilen, 2-Komponenten-Spritzguss für Mikroteile, Mikroreaktionstechnik, Mikrofluidik

Dr.-Ing. Astrid Rota

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 96

E-Mail ar@ifam.fraunhofer.de

Funktionsstrukturen

Nanopulver, Gradientenstrukturen, Funktionsintegration, Ink-jet Printing, Sonderanlagen

Dr. rer. nat. Volker Zöllmer

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 14

E-Mail zoe@ifam.fraunhofer.de

Dienstleistungszentren und Ansprechpartner

Anwenderzentrum Metallpulverspritzguss

Dipl.-Ing. Lutz Kramer

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-2 17

E-Mail kra@ifam.fraunhofer.de

Anwenderzentrum Rapid Prototyping

Dipl.-Ing. Haiko Pohl

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-2 26

E-Mail pl@ifam.fraunhofer.de

Präsentationszentrum Computersimulation

Ass. Andreas Burblies

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 83

E-Mail bur@ifam.fraunhofer.de

Anwenderzentrum Gießereitechnik

Dr.-Ing. Jörg Weise

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 25

E-Mail we@ifam.fraunhofer.de

Dienstleistungszentrum Materialografie und Analytik

Jürgen Rickel

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 46

E-Mail rl@ifam.fraunhofer.de

Ausstattung

Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe

- Komplette Fertigungskette für die Herstellung kleiner, komplizierter Massenbauteile im Metallpulverspritzgussverfahren (MIM)
- Echtzeit-geregelte Warm- und Kaltkammer-Druckgussmaschine (Zuhaltekraft 300 t bzw. 600 t)
- Mg-Schmelz- und Dosierofen
- Anwenderzentrum »Rapid Prototyping« mit Lasersintern, Multiphase Jet Solidification (MJS), Stereo-Lithographie und 3-D-Printing
- Pulverpresse zum Warmkompaktieren für Presskräfte bis 125 t; umfassende Ofentechnik zum Metallschäumen sowie für Wärmebehandlung und Sintern unter Vakuum, Schutzgas und reduzierender Atmosphäre
- 5-MN-Strangpresse
- Heißpresse
- Schmelzextraktionsanlage (Schutzgas/Vakuum) zur Herstellung von Metallfasern und -teilchen direkt aus der Schmelze
- Geräte zur Strukturuntersuchung und physikalisch-chemischen Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen wie z. B. Röntgenbeugung, Metallographie, REM/EDX, Spurenanalytik (C,N,O,S), Thermoanalyse etc.
- Röntgenfeinstrukturanalyse
- Messplatz für elektrische Eigenschaften von Pulvern, Schichten und Teilen
- Messplatz zur Dichtemessung (g-Densomat)
- Röntgendurchleuchtungsanlage
- Emissionsspektrometer
- Aufheizanlage für Thixobolzen
- Reibungs- und Verschleißprüfstand
- Hochtemperatur-Oxidations-Prüfstand (bis 1 600 °C/Luft)



Abb. oben: Pulverpresse.



Abb. unten: Röntgenfeinstrukturanalyse.

Trendbericht Aluminiumschaumtechnologie

Neue Entwicklungstendenzen in der Aluminiumschaumtechnologie

Situation

Über Branchengrenzen hinweg hat sich in den vergangenen Jahren das Interesse an Leichtbaukonstruktionen und -strukturen stetig gesteigert. Neben einer ökologischen Motivation, die u. a. vom Gesetzgeber gestützt wird, gibt es für diese Entwicklung ökonomische wie technische Gründe. Metallische Schäume haben, ausgehend von den seit Beginn der 90er Jahre am Fraunhofer IFAM erzielten Fortschritten auf dem Gebiet der Material- und Prozessentwicklung (Fraunhofer-Verfahren), im gleichen Zeitraum eine Renaissance erlebt. Insbesondere Aluminiumschaum stellt mittlerweile aus technologischer Sicht eine anerkannte Werkstoffalternative dar, wenn eine oder die Kombination der charakteristischen Eigenschaften wie geringe Dichte, exzellentes Energieabsorptionsvermögen, integrale Schwingungsdämpfung oder hohe thermische Langzeitbeständigkeit gefordert sind. Anwendungen in Schienenfahrzeugen, in kleineren Serien im Automobilbau sowie im Sport- und Freizeitbereich nutzen schon heute diese Vorteile.

Problem

In zahlreichen Machbarkeitsstudien wurde nachgewiesen, dass der Einsatz von Aluminiumschaum technisch vorteilhafte konstruktive Lösungen für ein breites Produktspektrum erlaubt. Einer Umsetzung in einer Serienfertigung stehen häufig die Bauteilkosten entgegen. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Schwankungsbreite in der Porenmorphologie des Schaums, die technologisch nur einen begrenzten Einfluss hat, aber in der Wahrnehmung durch den Kunden zu einer Verunsicherung bezüglich der Bauteilqualität führt.

Die Bauteilkosten werden derzeit insbesondere bei mittleren und großen Stückzahlen maßgeblich durch den Vormaterialpreis bestimmt. Das im Kleinmengenmaßstab etablierte Verfahren zur Herstellung des schäumbaren Vormaterials ist das Strangpressen kaltisostatisch vorkompaktierter Pulvermischungen. Dieser Prozess ist durch nicht vernachlässigbare Materialverluste, eine gewisse Schwankungsbreite der Materialqualität sowie eine stark eingeschränkte Eignung zur kontinuierlichen Massenfertigung gekennzeichnet.

Die aus Kundenkontakten bekannten Wünsche bezüglich Steigerung der Qualität zielen primär auf eine Reduzierung der beobachteten Streuung in den Materialeigenschaften ab. Ein Weg zu diesem Ziel können Maßnahmen sein, die in einer homogenen Porenstruktur resultieren. Die Reduktion der Eigenschaftsschwankungen hat unmittelbare ökonomische Relevanz, da bei exakter definierten Materialeigenschaften weniger Aufwand zur Qualitätssicherung notwendig ist und gleichzeitig bei der Bauteilauslegung weniger Sicherheitsreserven eingebracht werden müssen.

Chance

Eine Lösung der skizzierten Probleme liegt in der Beseitigung der wirtschaftlichen Barrieren (Kostenreduktion), wodurch eine Vielzahl neuer Anwendungsfelder eröffnet und damit ein entscheidender Beitrag zur Durchsetzung und weiteren Etablierung dieser Technologie geleistet wird.

Mit dieser Entwicklung wird eine Erweiterung des Forschungsbedarfs einhergehen. Parallel ist mit einer inhaltlichen Verbreiterung des Spektrums der industrieseitig nachgefragten Dienstleistungen zu rechnen. Die Konstruktion und Dimensionierung von Metallschaumkomponenten wird an Bedeutung gewinnen. Daneben wird etwa die Optimierung des Schäumprozesses ihren heute weitestgehend wissenschaftlichen Charakter in dem Maße verlieren, in dem der Markt einer zunehmenden Anzahl Herstellern

metallischer Schäume eine Existenzgrundlage bietet.

Das Fraunhofer IFAM kann diese Entwicklung maßgeblich fördern. Um von ihr zu profitieren, ist die Spiegelung der Fertigungskette von der Idee zum Produkt im Angebot des Institutes erforderlich. Dies schließt die konstruktive Auslegung von Bauteilen ebenso ein wie die Kontrolle über den Prozess der Halbzeugherstellung und die Fähigkeit zur Entwicklung, Demonstration und Umsetzung (in Vorserien etc.) von Schaumprozessen in seriennahen Anlagen.

Forschungspotenzial/Umsetzung

Im vergangenen Jahr wurde eine umfassende Bewertung etablierter Verfahren und neuartiger Ansätze zur Herstellung schäumbaren Halbzeugs durchgeführt. Als Ergebnis der Bewertung und der nachfolgenden Entwicklungsarbeit fokussiert sich das IFAM Bremen auf eine neuartige Verfahrensrouten, die sich auf das Kaltpressen der Pulvermischung mit nachfolgender thermischer Behandlung stützt. Trotz der vereinfachten Prozesskette wurde die Flexibilität des klassischen Fraunhofer-Prozesses, etwa bezüglich Wahl der Matrixlegierung, erhalten. Angestrebt wird eine Herstellung des Materials in Form größerer Blöcke von mehreren 100 kg Masse, die nach Walzen auf geeignete Stärken zum einen zur Herstellung von Aluminiumschaumbauteilen verwendet werden können, zum anderen auch die Möglichkeit zur Plattierung vom Coil und damit zur effizienten Herstellung von Sandwich-Vormaterial bieten.

Die Streuung der Materialeigenschaften durch eine homogenere Porenstruktur zu reduzieren, kann unabhängig vom Verfahren der Halbzeugherstellung über die Beeinflussung der Schaumbildung erfolgen. Ansatzpunkte bilden neben dem Schaumprozess das Treibmittel sowie legierungstechnische Maßnahmen. Erfolg verspricht ferner die Verwendung granulierten Halbzeugs im Zusammenspiel mit kostengünstigen Varianten zu dessen Herstellung. Zusätzlich wird dadurch das für komplexe Bauteilgeometrien erforderliche Zuschneiden des Halbzeugs vermieden und ein maßgeblicher Schritt in Richtung einer automatisierten Halbzeugdosierung getan.



Abb. 1: Schäumbares Aluminiumhalbzeug (coilbar), hergestellt durch kalisostatisches Pressen, Sintern und Walzen.

Umsetzung

Die ausgewählten Verfahrensvarianten werden im Rahmen von Eigenforschungsprojekten untersucht und sind bereits patentrechtlich geschützt. Der aktuelle Stand der Entwicklungen, Abb. 1, erlaubt eine Herstellung von schäumbarem Halbzeug im IFAM Bremen zu Preisen, die schon bei Chargen von wenigen Kilogramm denen extern bezogenen Materials entsprechen. Diese neue Möglichkeit wurde bereits in ersten Projekten genutzt. Sie reduziert die Abhängigkeit von externen Lieferanten, erhöht die Flexibilität des Kompetenzfeldes in Hinblick auf neue Materialien und Lieferfristen und belässt die Kontrolle über die Qualität vollständig in den Händen des IFAM.

Der Ansatz, granuliertes Halbzeug zur Bauteilherstellung zu verwenden, ist Bestandteil des BMBF-Projektes »ULMA« (siehe Projektbericht). Hier wurden erste grundlegende Untersuchungen zum Schäumverhalten von einzelnen Halbzeuggranulatpartikeln und Granulatschüttungen durchgeführt.

Der nächste Schritt besteht in der Übertragung beider Verfahrensrouten auf größere Chargen, und damit in der Realisierung der gegenüber konventionell erzeugtem Material ermittelten Kostenvorteile. Diese Maßnahme bedeutet einen Teilschritt auf dem Weg zu einem umfassenden Dienstleistungsangebot, das sich am zukünftigen Bedarf der Metallschaumanwender und -hersteller orientiert. Gemäß den aktuellen Bedürfnissen dieser Kunden setzt das IFAM Bremen die Schwerpunkte auf eine kostengünstige Halbzeugherstellung sowie die Bereitstellung von prozesssicheren Fertigungstechnologien.

Ansprechpartner

Joachim Baumeister
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 81
E-Mail bt@ifam.fraunhofer.de

Dirk Lehmhus
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-2 15
E-Mail dl@ifam.fraunhofer.de

Karsten Stöbener
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 17
E-Mail sk@ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe,
Bremen

ecoMold – Ein neues Konzept zum Rapid-Tooling von größeren Werkzeugeinsätzen für den Spritzguss

Ausgangssituation

Bedingt durch die geringen Aufbauraten blieb die Anwendung des Lasersinterverfahrens (DMLS) bislang auf die Herstellung kleinerer Formeinsätze für den Spritzguss- bzw. AI-Druckgusswerkzeugbau beschränkt. Ziel des Projektes war es, die Technologie des Rapid-Tooling auf das Anwendungsfeld für größere Werkzeugeinsätze zu erweitern.

Der Ansatz bestand darin, dass der Werkzeugeinsatz in Module zerteilt wird, die separat gefertigt werden. Jedes Modul setzt sich aus einer Grundgeometrie und einer Formgeometrie zusammen. Die Grundgeometrie stellt Volumenbereiche des Werkzeugeinsatzes dar, die keine formbestimmenden Geometrien beinhalten. Um an dieser Stelle deutliche Einsparungen der benötigten Bauzeiten realisieren zu können, sollten diese Grundgeometrien als standardisierte Grundmodule durch z. B. Fräsen kostengünstig hergestellt werden. Die formbestimmenden Geometrien des Einsatzes sollten dann durch das Lasersinterverfahren auf die Grundmodule aufgesintert werden, um abschließend die verschiedenen Module zum fertigen Werkzeugeinsatz montieren zu können. In Abb.1 ist die Projektidee schematisch dargestellt.

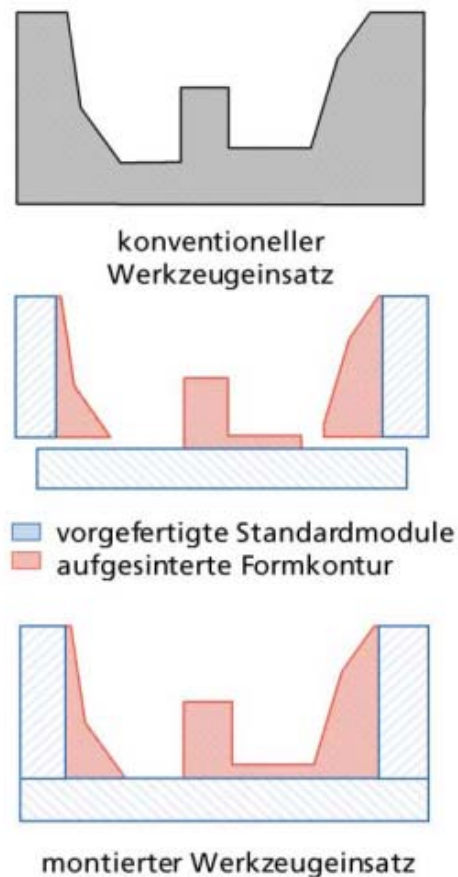


Abb. 1: Grundidee des ecoMold Projektes.

Aufgabe

Zur Umsetzung dieser Projektidee wurden vom Fraunhofer IFAM und den beteiligten Projektpartnern die folgenden Aufgabenstellungen bearbeitet:

- Untersuchung verschiedener Werkzeugstähle hinsichtlich ihrer Eignung für das Aufsintern der Formgeometrie
- Entwicklung eines Software-Tools zur vollautomatischen Berechnung, Platzierung und Ausrichtung der Standardelemente in einem vorgegebenen Volumen eines Werkzeugeinsatzes
- Entwicklung eines Präzisions-Spann- und Positioniersystems für die Lasersinteranlage
- Realisierung und Erprobung eines Spritzguss-Referenzwerkzeuges.

Projektbeschreibung

Eine grundlegende Voraussetzung für die wirtschaftliche Herstellung eines Werkzeugeinsatzes nach dem beschriebenen Ansatz ist eine im Idealfall vollautomatische Datenvorbereitung. Hierfür wurde im ersten Projektteil vom Fraunhofer IFAM, Bereich CAE, ein Software-Tool

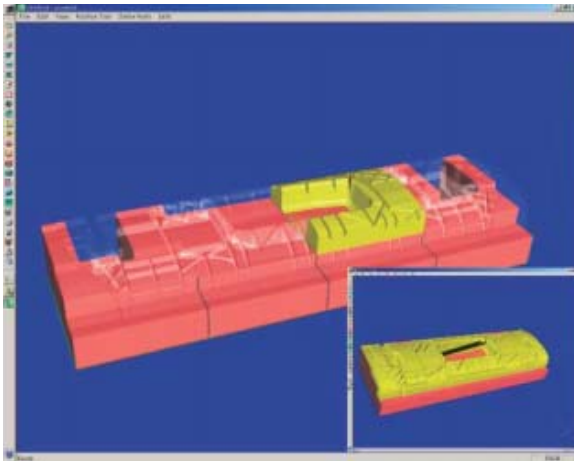


Abb. 2: ecoMold Software-Tool.

entwickelt, mit dessen Hilfe diese Datenvorbereitung durchgeführt werden kann. Basierend auf dem STL-Datensatz des gesamten Werkzeugeinsatzes können mit Hilfe dieses Software-Tools alle benötigten Standardelemente bestimmt und automatisch derart platziert werden, dass ein möglichst großes Volumen durch die Standardelemente aufgefüllt wird, um so das Restvolumen der noch aufzusinternden Formgeometrie zu minimieren. Für jedes Standardelement berechnet die Software anschließend die aufzusinternde Restgeometrie und gibt diese als STL-Datensatz aus. Diese können dann zur direkten Ansteuerung der Lasersinteranlage verwendet werden. In Abb. 2 ist der Datensatz des ecoMold Referenzwerkzeugeinsatzes mit den automatisch platzierten Standardelementen und einer dargestellten Sintergeometrie abgebildet.

Für den präzisen Bau der einzelnen Module ist es weiterhin notwendig, dass ein Spann- und Positioniersystem zur Verfügung steht, mit dessen Hilfe die Sintergeometrien mit im Idealfall null Toleranz auf die Standardelemente aufgesintert werden können. Die Entwicklung dieses Positioniersystems war der zentrale Bestandteil des zweiten Projektteils. In Abb. 3 ist das entwickelte System montiert auf die Bauplattform der Lasersinteranlage abgebildet. Das baugleiche Positioniersystem ist ebenfalls auf der Fräsmaschine montierbar, so dass für eventuelle Tuschierarbeiten auf der Fräsmaschine eine exakt gleiche Positionierung der Elemente wie auf der Lasersinteranlage gewährleistet ist.

Um das so entwickelte Werkzeugkonzept zu erproben, wurde in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern im letzten Projektteil ein Spritzguss-Referenzwerkzeug hergestellt und ebenfalls erprobt. Als Referenzbauteil wurde ein Kfz-Handschuhfachdeckel gewählt. In Abb. 4 sind alle Bauelemente für dieses Referenzwerkzeug abgebildet. Der gesamte Werkzeugeinsatz bestand aus insgesamt 10 Standardmodulen und 14 Sintermodulen, die zu dem in Abb. 5 dargestellten Gesamtwerkzeugeinsatz montiert wurden. Der abschließend noch polierte Werkzeugeinsatz hat die Größe von etwa $420 \times 140 \times 75 \text{ mm}^3$. In Abb. 6 ist der Handschuhfachdeckel abgebildet, der aus ABS-Material aus dem Referenzwerkzeugeinsatz erfolgreich abgespritzt worden ist (Größe ca. $380 \times 110 \times 40 \text{ mm}^3$).

Mit dem beschriebenen System steht ein neues Fertigungskonzept zur Verfügung, das es durch eine Kombination aus Lasersinter- und Fräsverfahren gestattet, das Lasersinterverfahren auch für Rapid-Tooling-Anwendungen für größere Bauteile anzuwenden. Erste Erfahrungen und Kalkulationen haben ergeben, dass im Vergleich zu konventionell hergestellten Werkzeugeinsatzen die Kosten um ca. 35 Prozent und die benötigten Bauzeiten um ca. 30 Prozent reduziert werden können.

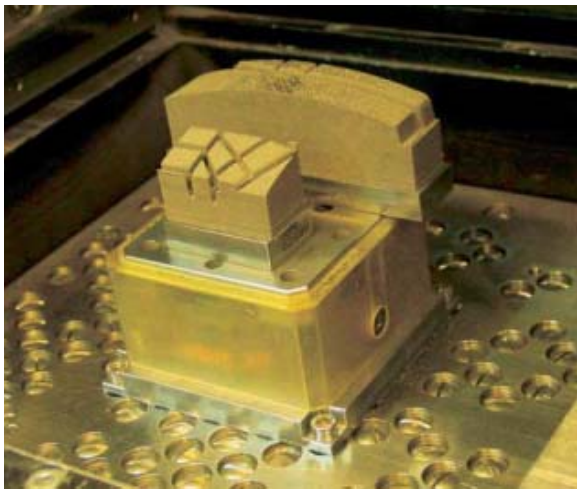


Abb. 3: ecoMold Positioniersystem.

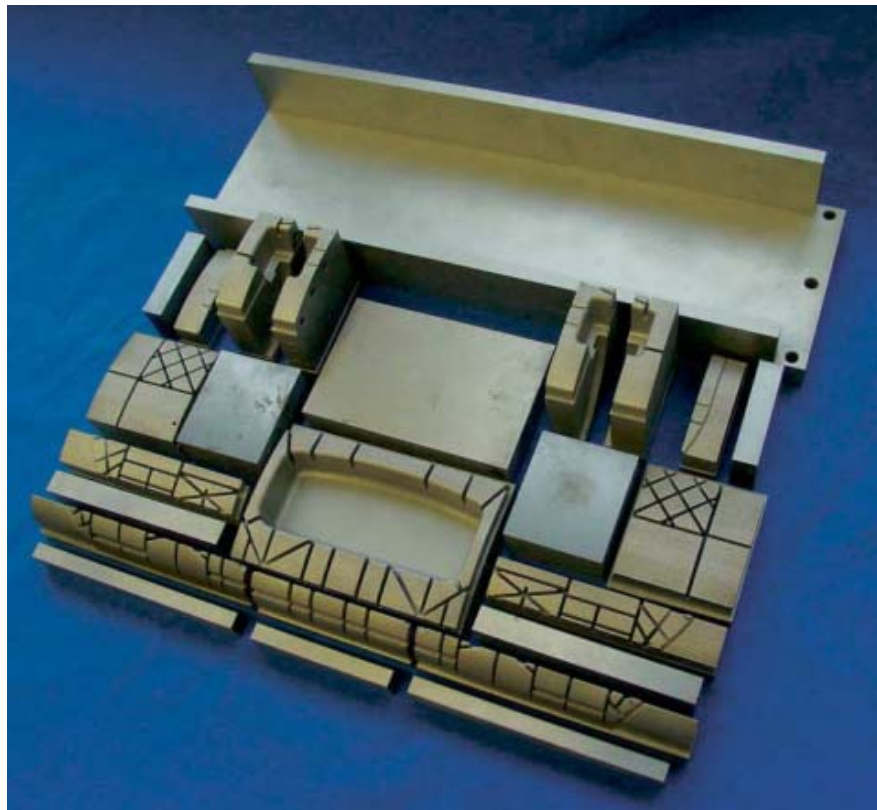


Abb. 4: Standard- und Sintermodule des ecoMold.

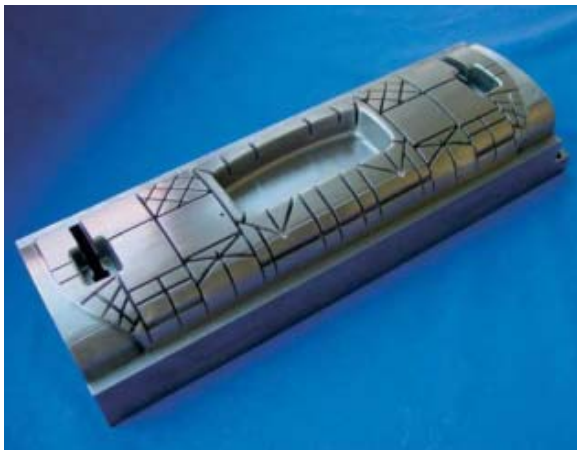


Abb. 5: ecoMold Referenzwerkzeug (420 x 140 x 75 mm³).



Abb. 6: ecoMold Referenzbauteil (380 x 110 x 40 mm³).

Ansprechpartner

Dirk Hennigs
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-2 31
E-Mail: dh@ifam.fraunhofer.de

Auftraggeber

European Community, CRAFT Program (1998-2002)

Projektpartner

Modelltechnik GmbH, Deutschland
Polyline S.A., Griechenland
Legazpi Moldes Lda., Portugal
Cybamatic Ltd., England

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe,
Bremen

IFAM-Ausgründung der »Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH«

Die Entwicklung hochporöser Silberpulver (»Nanopulver«) durch Verdampfung und Kondensation in Edelgasen (»IGV-Verfahren«) wird im IFAM seit mehr als 15 Jahren erfolgreich betrieben. Mittlerweile ermöglicht eine neu installierte Anlage die Bemusterung von Kunden auch mit größeren Mengen von bis zu einigen 100 kg. Neben der guten Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit leitfähiger Klebstoffe für thermomechanisch hoch beanspruchte Klebverbindungen hat sich die anti-bakterielle Wirksamkeit von Produkten aus organischen Materialien, die mit derart hochdispersen metallischen Silberpartikeln additiviert wurden, als besonders vorteilhaft herausgestellt: Der sehr reine – über physikalische Prozesse hergestellte – Füllstoff mit hoher spezifischer Oberfläche kann verschiedensten Lacksystemen, Polymeren und Klebstoffen in geeigneter Weise zugesetzt werden und entfaltet die gewünschte Wirkung besonders gut in Anion-freier Umgebung (Cl-, K-, Na-).

Zur Vermarktung dieser Entwicklungen wurden nun Wege für einen spin-off gesucht – und gefunden: Die Verbindung mit der Firma Bio-Gate GmbH mit Sitz in Nürnberg ermöglicht den unmittelbaren Zugang zu einer schnellen Nachweismethode bzgl. der antibakteriellen Wirksamkeit der entwickelten Materialien. Die »Bio-Gate GmbH« ist mit dieser patentierten Methode vor etwa fünf Jahren aus einer Einrichtung des Universitätsklinikums Erlangen-Nürnberg hervorgegangen.

Das – erweiterte – Geschäftsmodell der neu gegründeten »Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH« sieht nun zusätzlich die eigene Produktion antibakteriell wirksamer Materialien vor unter Nutzung der am IFAM vorhandenen Ressourcen – Prozessentwicklung und Anlagentechnik zur Herstellung von Silber-haltigen Polymermatrix-Verbundwerkstoffen.

Die Basis für die langfristig angelegte Kooperation stellt ein Know-how-Lizenzvertrag dar, in

Verbindung mit einem Liefervertrag, der exklusiv die kommerzielle Nutzung der im IFAM hergestellten Silberpulver regelt – beschränkt auf Materialien für Life-Science-Anwendungen und im Bereich der Medizintechnik. Dies ermöglicht bereits in einer recht frühen Phase die Bemusterung von Bio-Gate-Kunden mit zertifizierbaren Produkten. Im Gegenzug hält die Fraunhofer-Gesellschaft eine 5-prozentige Beteiligung an der Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH. Diese Vereinbarung wurde über die Fraunhofer-Venture Group ausgehandelt und behindert nicht die Durchführung weiterer Forschungs- und Entwicklungsprojekte auf diesen Anwendungsgebieten.

Das Geschäftsmodell beinhaltet die Entwicklung und Herstellung anti-infektiver Werkstoffe und Produkte, die eine Kontrolle bzw. Unterdrückung der Adhäsion und Vermehrung von Mikroorganismen auf Oberflächen ermöglichen. Ziel ist insbesondere die Vermeidung von Infektionen in medizinischer Umgebung. Dieses Problem tritt zunehmend in Krankenhäusern auf, wo aufgrund der vermehrten Resistenz bestimmter Bakterienstämme gegen Antibiotika eine Erhöhung so genannter »nosokomialer Infektionen« registriert wird – nach chirurgischen Eingriffen oder nach längerem Einsatz von Schlauchkathetern. Aber auch in einigen technischen Produkten (»Biokorrosion«) und in der Lebensmittelindustrie (Verpackungsfolien/-maschinen) muss die Vermehrung von Bakterien an den Oberflächen minimiert bzw. völlig unterdrückt werden.

Das Anforderungsprofil für geeignete antibakterielle Beschichtungen umfasst neben einer guten Substrathaftung auch die Gewebeverträglichkeit: Oberflächen müssen zwar anti-bakterielle Eigenschaften haben, dürfen jedoch keinesfalls zytotoxisch wirken. Hier stellt oftmals der Einsatz von hochdisperssem metallischen Silber in geeignet modifizierter Form die einfachste und kostengünstigste Problemlösung dar.

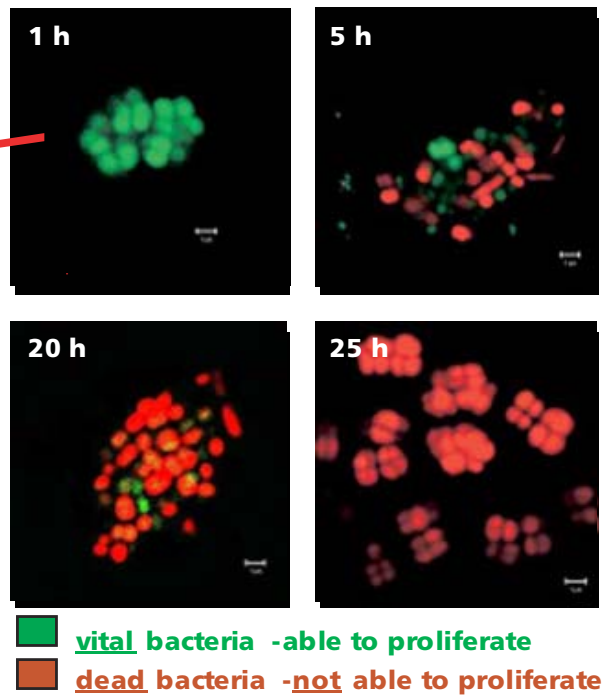


Abb. 1: Ein Roboter für die Lebensmittelindustrie (links) wurde mit einem Silber-gefüllten Lack beschichtet. Die antibakterielle Wirksamkeit konnte durch ein in der Biotechnologie eingeführtes Testverfahren nachgewiesen werden (rechts).

Anwendungsbeispiele finden sich in folgenden Branchen:

- Medizintechnik und Pharmaindustrie – Katheter und Wundauflagen,
- Lebensmittelindustrie – Verpackungsmaschinen,
- Beschichtungsindustrie – Farben und Dichtungen,
- Sanitärtechnik – Zubehörteile und Keramiken,
- Reinraum-Technik – Filter,
- Biotechnologie.

Als Beispiel ist in der Abb. 1 ein kleiner Roboter gezeigt, der mit einem antibakteriell wirkenden Lack beschichtet ist.

Ansprechpartner IFAM

Bernd Günther
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 72
E-Mail gue@ifam.fraunhofer.de

Ansprechpartner Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH

Michael Wagener
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 20
E-Mail michael.wagener@bio-gate.de

Institut

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, IFAM, Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe, Bremen

Untersuchungen zur Herstellung und Eignung von Granulaten aus aufschäumbaren Materialien

Ausgangssituation

Die Entwicklung von neuen Leichtbauwerkstoffen ist weltweit das Thema zahlreicher Forschungsanstrengungen. Im Idealfall sollen diese Werkstoffe vielfältige charakteristische Eigenschaften wie ein herausragendes Energieabsorptionsvermögen, eine hohe gewichtsspezifische Steifigkeit sowie eine gute mechanische und akustische Dämpfung aufweisen. Dieses Eigenschaftsprofil wird von geschäumten Metallen in hohem Maße erfüllt, weshalb insbesondere Aluminiumschaum für Anwendungen im Bereich der Verkehrstechnik intensiv untersucht wird.

Neben der Herstellung von prototypischen Bauteilen im Rahmen von Machbarkeitsstudien, industriell oder öffentlich geförderten Projekten steht immer auch die Verfahrensoptimierung im Sinne einer wirtschaftlichen und kostengünstigen Fertigung im Zentrum der IFAM-Aktivitäten.

Im BMBF-Projekt ULMA (Ultraleichtbau bei mobilen Arbeitsmaschinen) soll die Funktionalität dieser Maschinen entscheidend erweitert werden, und zwar durch Vergrößerung der Arbeitsbereiche, d. h. durch Erhöhung der Reichhöhe, Verstellgeschwindigkeit, durch Steigerung der Positionierungsgenauigkeit sowie durch die Erhöhung der Traglasten bei gleichzeitiger Verbesserung der dynamischen Standsicherheit und der Fahrdynamik. Ein ressourcenschonender Materialeinsatz und -verbrauch bei einer angestrebten Gewichtsreduzierung von > 20 Prozent soll zur Vermeidung von Achslastüberschreitungen bei gleichzeitiger Nutzung der erweiterten Arbeitsfunktionen mobiler Arbeitsmaschinen führen.

Ein Ziel des IFAM-Teilprojekts (Förderkennzeichen 02PP2494) besteht in der Bereitstellung von prototypischen Bauteilen für realitätsnahe Tests und praktische Erprobungen durch die übrigen Projektpartner. Als Demonstratoren wurden unter anderem der Verteilermast einer Betonpumpe und ein Schnellwechsler für Bagger, Abb. 1,

gewählt. Für das Ausschäumen solcher Hohlbauteile ist die Herstellung und Erprobung von Granulaten aus aufschäumbaren Aluminiumwerkstoffen ein wichtiger Aspekt, welcher in die Richtung der Optimierung der Fertigungstechnologien zielt. Auf diese Weise werden der individuelle Zuschnitt des aufschäumbaren Materials und die damit verbundenen Materialverluste vermieden. Darüber hinaus stellt die einfache Dosierung des Granulats einen weiteren Schritt in Richtung der Automatisierung des Schäumvorgangs dar.

Aufgabenstellung

Bei der herkömmlichen Herstellung von Schaumbauteilen muss das aufschäumbare Aluminium in die jeweils benötigte Geometrie gebracht werden. Hierzu wird das Material auf die gewünschte Dicke abgewalzt und anschließend zugeschnitten. Um diese Schritte einzusparen erscheint die Erprobung eines Granulats aus aufschäumbarem Material interessant. Bei dieser Vorgehensweise wird lediglich eine definierte Menge des Granulats – z. B. als Schüttgut – in die Kavität der Schäumform gebracht und durch Erwärmung aufgeschäumt.

Eine Voraussetzung für den Erfolg dieser Methode ist, dass die einzeln expandierenden Granulartpartikel sich gut miteinander verbinden, um so ein homogenes Schaumbauteil ohne innere Grenzflächen zu erhalten.

In diesem Zusammenhang mussten zunächst geeignete Granuliertverfahren ermittelt werden. Weiterhin sollten verschiedene Korngrößen der Granulartpartikel erprobt werden. Abhängig von der Granulartpartikelgröße kamen dazu verschiedene Trennverfahren in Betracht.

Die erzeugten Granulate und die daraus hergestellten Schaumbauteile mussten hinsichtlich der Schüttdichte der Granulate und der erreichbaren Dichtewerte der Schäume charakterisiert werden.

Ergebnis

Granulate unterschiedlicher Form und Größe wurden durch Sägen, Schneiden (Bleischere), Stanzen und Nibbeln von aufschäumbarem Blechmaterial hergestellt. Durch das Stanzen wurden kreisrunde, tablettenförmige Granulate erhalten, durch Nibbeln ergaben sich halbmondförmige Partikel. Die Partikelvolumina wurden als Mittelwerte aus dem Gewicht von 50 Einzelpartikeln berechnet. Das Granulatpartikelvolumen lag demnach zwischen $0,00015$ und $1,0 \text{ cm}^3$.

Die so hergestellten Granulate aus aufschäumbaren Materialien wurden sowohl im Expandometer, als auch in freien Schäumversuchen hinsichtlich ihres Aufschäumverhaltens charakterisiert. Die Ergebnisse der freien Schäumversuche sind in Abb. 2 und 3 dargestellt. In Abb. 4 sind beispielhaft verschiedene Granulate und die daraus hergestellten Schaumkörper abgebildet.



Abb. 1: Demonstrator »Schnellwechsler« (oben: Prinzip, unten: im Einsatz).



Abb. 2: Genibbelte und gestanzte Granulatpartikel, vor und nach dem Aufschäumen.

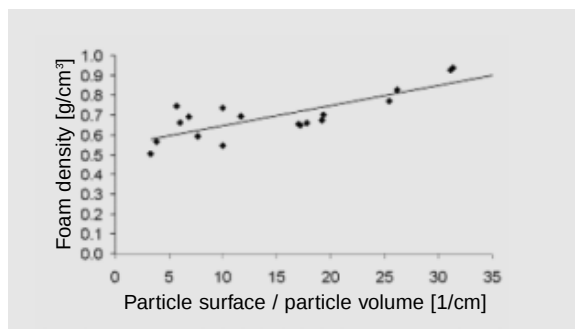
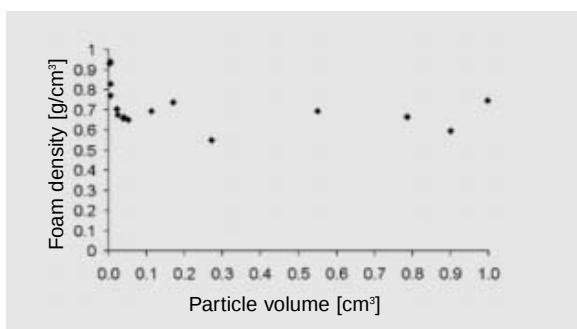


Abb. 3: Einfluss des Partikelvolumens und des Oberfläche-Volumen-Verhältnisses auf die erreichbare Schaumdichte.

Folgende Resultate können zusammengefasst werden:

- Beim Schäumen von Granulat in einer Schäumform konnte gute Formfüllung erreicht werden.
- Die Granulatpartikel verschmelzen während des Expansionsvorgangs miteinander.
- Je größer das Oberfläche-Volumen-Verhältnis ist, desto größer ist die erreichbare Dichte.
- Sogar bei sehr kleinen Granulatpartikeln mit einem Volumen von weniger als $0,02 \text{ cm}^3$ können Dichtewerte unterhalb von 1 g/cm^3 erreicht werden.
- Bei sehr großen Formvolumina und Verwendung von Granulaten mit geringer Schüttdichte kann der gleichmäßige Wärmefluss in alle Granulatpartikel problematisch sein (inhomogene Schaumstruktur).



Abb. 4: Granulate verschiedener Größe und daraus hergestellte Schaumkörper.

Ansprechpartner

Joachim Baumeister
Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-1 81
E-Mail bt@ifam.fraunhofer.de
Karsten Stöbener
Telefon: + 49 (0) 421 / 22 46-1 17
E-Mail sk@ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Bereich Formgebung und Funktionswerkstoffe,
Bremen

Trends in der Pulvermetallurgie: »Leicht-« und »Nano-«

Einleitung

Die Vorteile der Pulvermetallurgie, kostengünstig Präzisionsbauteile zu liefern, spezielle Gefüge im Werkstoff einstellen zu können oder eine definierte Porosität zu erzeugen, haben zu einer ganzen Palette von pulvermetallurgischen Verfahren und mit ihnen herstellbaren Werkstoffen und Bauteilen geführt. Kennzeichnend für die letzten drei Jahrzehnte waren vor allem Entwicklungen, die eine erweiterte Formenvielfalt der Bauteile, bessere Werkstoffkennwerte in den einzelnen Sinterwerkstoffgruppen und damit eine Ausweitung der Märkte für pulvermetallurgisch hergestellte Produkte zum Ziel hatten. Nur in sehr begrenztem Umfang standen neue Werkstoffe und prinzipiell neue Anwendungsgebiete im Zentrum von Forschung und Entwicklung.

Abgeleitet aus wirtschaftlichen Entwicklungen und ökologischen Erfordernissen zeigten sich bereits in den 90er Jahren Trends in der Pulvermetallurgie, die in Richtungen des Leichtbaues und der zunehmenden Funktionalisierung von Systemen zielten. Diese Entwicklungstendenzen haben sich mit dem Übergang in das neue Jahrtausend weiter verstärkt und im Institutsteil Dresden des IFAM, der sich vorrangig mit Fragen der Entwicklung neuer und verbesserter Sinterwerkstoffe befasst, dominieren inzwischen Forschungsthemen, deren Ziele funktionelle Anwendungen oder die Gewichtsreduzierung von Bauteilen sind. Die Themengebiete umfassen unter anderem leichte, hochporöse zelluläre metallische Strukturen, Sinterwerkstoffe aus Leichtmetallen für Raumtemperatur- und Hochtemperaturanwendungen sowie Verbundwerkstoffe mit angepassten thermischen Eigenschaften für elektronische Bauteile.

Pulvermetallurgische Wege zum Leichtbau

Prinzipiell können leichtere Bauteile generiert werden durch:

1. den Einsatz von Werkstoffen mit geringerer Dichte bei gleichen mechanischen Eigenschaften,
2. wesentliche Verbesserungen der mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen konstanter Dichte,
3. strukturellen Leichtbau, d. h. durch belastungsgerechte Materialverteilung in der Konstruktion.

In Frage kommen natürlich auch Wege, die Kombinationen dieser drei Varianten beinhalten. Interessant und mit dem größten Effekt realisierbar sind die unter 1. und 3. aufgeführten Möglichkeiten.

Sinterwerkstoffe mit geringer Dichte

Aluminium

Von den typischen Leichtmetallen ist Aluminium in der Technik in breitem Umfang vertreten, bereitet jedoch dem Pulvermetallurgen Probleme in der Verfahrenskette Pulverherstellung, Formgebung und Sintern, weil dünne, aber sehr stabile Oxidschichten das Sintern behindern. Die Beherrschung dieses Problems, bei gleichzeitiger Einstellung der für die Anwendung erforderlichen Werkstoffeigenschaften stand und steht im Mittelpunkt mehrerer Projekte. Zusätze von Magnesium sowie flüssige Phasen beim Sintern durchbrechen die störenden Oxidhäute, während hohe Siliziumgehalte (14 – 25 Prozent) dazu dienen, die Verschleißfestigkeit und die Steifigkeit des Werkstoffes zu erhöhen und den Ausdehnungskoeffizienten herabzusetzen. Im industriellen Maßstab befassen sich gegenwärtig alle PM-Firmen mit der Einführung von PM-Aluminium, vorrangig zur Substitution von Sinterstahlteilen. Zukünftig sind für die pulvermetallurgische Forschung bauteilbezogene Legierungsentwicklungen, dichte Al-Sinterwerkstoffe über Pulverschmieden, High-Velocity-Compaction, Solid-Liquid-Forming sowie rasch erstarrte, nano-

dispersionsverfestigte und quasikristalline Werkstoffe interessante Themen.

Titan

Der Verwendung von Titan in der Pulvermetallurgie stehen vor allem noch die hohen Preise der Titanpulver entgegen. Parallel wird deshalb an mehreren Stellen in der Welt versucht, über neue Wege der Metallgewinnung Kostensenkungen zu erreichen. Interessant erscheinen hier die an der Universität Cambridge begonnenen und von der Firma Quinetic fortgeführten Arbeiten der elektrolytischen Reduktion sowie von der Firma ITP betriebene Versuche einer kontinuierlichen Reduktion von Titanetrachlorid. Auch neue Ansätze zum HDH-Verfahren in China können Kosten reduzierend ausgehen. Zur Verwendung der neuen Pulverqualitäten wurden interne Forschungsarbeiten begonnen. Aus den genannten metallurgischen Routen sind in den nächsten Jahren relativ preiswerte Titanpulver zu erwarten, die neue Perspektiven für Press- und Sinter-Teile sowie für das MIM eröffnen. Dadurch

kann ein Markt für PM-Titan und -Titanlegierungen entstehen, der potenzielle Anwendungen im Automobil-, Freizeit- und medizintechnischen Bereich einschließt (Abb. 1).

Preiswerte Ti-Pulver sind auch günstig für bereits seit mehreren Jahren betriebene Forschungen zu Sinterwerkstoffen auf der Basis der intermetallischen Phase TiAl. Das Reaktions-Sintern der elementaren Ausgangspulver, die durch eine Mahlbehandlung in einen gut sinterfähigen Zustand überführt werden, bietet einen kostengünstigen Weg für die Herstellung formkomplizierter Bauteile aus den schwer bearbeitbaren Werkstoffen. Nachdem im Mittelpunkt früherer Untersuchungen die Einstellung des Sinterverhaltens in Abhängigkeit von der Mahltechnik stand, erfolgen nun legierungstechnische Optimierungen. Durch internes Gettern von Sauerstoff konnten Raumtemperatur-Biegefestigkeiten von 1 000 MPa und eine geringe plastische Verformung bereits erreicht werden. Damit sind gute Bedingungen für eine zielgerichtete Bauteilentwicklung für Motorenbauteile gegeben (Abb. 2).

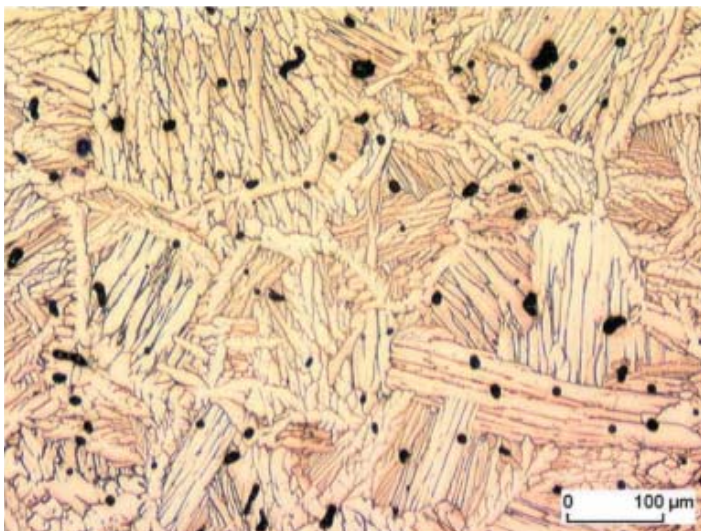


Abb. 1: Gefügeaufnahme einer gesinterten TiAl6V4-Probe, hergestellt aus einer Pulvermischung.

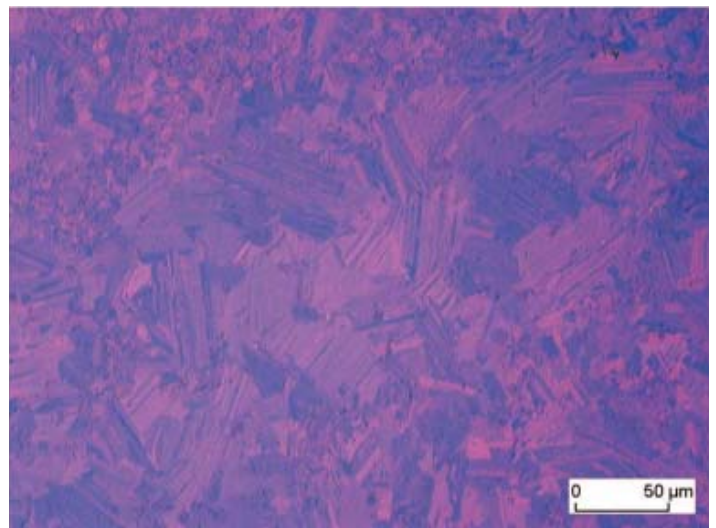


Abb. 2: Gefüge einer Nd-haltigen TiAl-Probe mit Nd-Oxidausscheidungen.

Zellulare metallische Werkstoffe

Nachdem metallische Schäume das Potenzial für hochporöse metallische Werkstoffe seit den 90er Jahren aufzeigen konnten, werden alternative Herstellungsverfahren untersucht. Eine hochinteressante Methode, die wegen der geringen Herstellungskosten, der universellen Werkstoffauswahl und der in weiten Grenzen variierbaren und gleichmäßig einstellbaren Dichten und Porenstrukturen für viele Anwendungen diskutiert wird, ist die Herstellung metallischer Hohlkugeln und Hohlkugelstrukturen. Über den Weg der Pulverbeschichtung von sphärischen Styroporträgern werden nach dem Sintern metallische Hohlkugeln oder bei Einschluss einer Formgebung im Grünzustand auch zellular aufgebaute Formkörper oder Halbzeuge erhalten, deren Porosität in sehr definierten Zellen verteilt ist und Werte bis über 95 Prozent erreichen kann. Das Verfahren gestattet die Wahl der Zellgröße, die Einstellung (fast) beliebiger Wandstärken, die Verwendung einer breiten Palette von Metall- und Legierungspulvern und die Material- und Bauteilherstellung durch unterschiedliche Wege

der Verbindung der Hohlkugel-Bausteine (Kleben, Löten, Sintern). Neben Leichtbau-Anwendungen sind funktionelle Eigenschaften für Schalldämpfung, Wärmedämmungen, katalytische und Filterzwecke, Energieabsorption Gegenstand laufender Entwicklungen. In der Grundlagenforschung zu diesem Gebiet wird parallel das Verständnis der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen vertieft. Im Institutsteil Dresden werden außerdem Vorlaufforschungen betrieben, die weitere Herstellungstechnologien für zellular aufgebaute metallische Werkstoffe und Bauteile zum Ziel haben. Mit der Einweihung des Erweiterungsbaues im Jahr 2004 soll ein Demonstrationszentrum »Zellulare Werkstoffe« eingerichtet werden. Die Produktionsvorbereitungen für eine industrielle Herstellung von metallischen Hohlkugeln und Hohlkugelstrukturen bei Partnerfirmen sind bereits weit fortgeschritten (Abb. 3).



Abb. 3: Regelmäßige zellulare Metallstruktur, hergestellt über die Hohlkugeltechnologie.

Pulvermetallurgische Wege zu nanostrukturierten Werkstoffen

In den 80er Jahren als Thema der Grundlagenforschung begonnen, stehen nanostrukturierte Werkstoffe inzwischen vor industriellen Anwendungen. Neben der im IFAM Bremen sehr früh initiierten Nano-Pulverherstellung, sind vor allem die Methoden des Hochenergiemahlens geeignet, nano-dispersionsverfestigte Werkstoffe und Nanocomposites zu erzeugen. Anwendungen für Hochtemperatur-Bauteile, elektrische Kontakte und verschleißfeste Werkstoffe sind bereits bekannt. Die Forschungsaktivitäten des Institutsteils Dresden betreffen gegenwärtig Verbundwerkstoffe mit Kohlenstoff-Nanotubes und Nanolamine auf der Basis von Ti_3SiC_2 (Abb. 4).

Die in der Werkstoffforschung international erkennbaren Trends weisen auch für die Pulvermetallurgie in Richtung der nanostrukturierten Werkstoffe. Interessante Felder sind vor allem Hartmetalle mit Karbidkorngrößen $< 100 \text{ nm}$, hart- und weichmagnetische Werkstoffe, aber

auch Wasserstoff-Speicherlegierungen. Mit den Methoden des mechanischen Legierens, aber auch mit für Nanostrukturen geeigneten mikrowellen- und druckunterstützten Sinterverfahren sind im Institutsteil Dresden hierfür einige Bedingungen für zukünftige Forschungsaufgaben bereits geschaffen.

Ausgewählte Publikationen zum Thema sind im Extraheft aufgeführt.



Abb. 4: TEM-Aufnahme von Cu-3Vol-%, Bildung der Dispersoide durch Reaktion, $d_{\text{TiC}}=10-30 \text{ nm}$, $d_{\text{Cu}} \approx 200 \text{ nm}$.

Ansprechpartner

Bernd Kieback
Telefon: +49 (0) 351 / 25 37-3 00
E-Mail: bernd.kieback@epw.ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Institutsteil Pulvermetallurgie und
Verbundwerkstoffe, Dresden

Entwicklung neuer Werkstoffe für abrasive Dichtungen in Gasturbinen

Ausgangssituation

Abrasive Dichtungen oder auch »Anstreifdichtungen« haben die Aufgabe, den Spalt zwischen den rotierenden Turbinenschaufeln und dem Turbinengehäuse abzudichten. Da sich die Schaufeln während des Betriebs infolge von Wärmeausdehnung und Kriechvorgängen verlängern bzw. es durch Start- und Landevorgänge zu teilweise erheblichen Durchbiegungen der Welle kommt, müssen die Dichtungen bei Kontakt mit den Schaufelspitzen abrasiv verschleifen, ohne dabei die Schaufelspitzen zu stark zu belasten. Andererseits sollen sie eine optimale Dichtwirkung besitzen, da diese für den Triebwerkswirkungsgrad von erheblicher Bedeutung ist.

Für diese Aufgabe werden bislang vorwiegend Honeycombs auf Nickel-Superlegierungsbasis eingesetzt, deren Einsatzgrenze jedoch bei ca. 1 050 °C liegt. Innerhalb des Konsortiums wird an der Verbesserung der Honeycombs gearbeitet, um die Einsatztemperaturen in Richtung 1 200 °C zu verschieben, was allein zu deutlich höheren Turbinenwirkungsgraden führen würde.

Aufgabenstellung

Die spezielle Aufgabe des IFAM ist es, in Form von Faser- und Hohlkugelstrukturen Alternativen zu den Honeycombs zu entwickeln. Dabei erfolgte durch den Auftraggeber bereits frühzeitig die Festlegung auf Eisen-Chrom-Aluminium als Basis-Werkstoff (z. B. Werkstoff-Nr. 1.4767, »Aluchrom YHf«). Die zellularen Metalle lassen aufgrund ihrer Porenstruktur ein gutes Abrasiv-Verhalten erwarten, wobei die Hohlkugeln per se das bessere Dichtungsverhalten zeigen sollten, während die Faserstrukturen werkstoffliche Reserven hinsichtlich der Hochtemperaturbeständigkeit aufweisen, da die durch Schmelzextraktion hergestellten Metallfasern ein praktisch unbegrenztes Legierungsdesign erlauben.



Abb. 1: Testmuster aus versinterten Aluchrom-YHf-Fasern.

Ergebnis

Der Aufgabenstellung entsprechend wurden Faser- und Hohlkugelstrukturen mit einer Porosität von ca. 80 Prozent entwickelt, die in testfähigen Geometrien für unterschiedliche Prüfungen geliefert wurden.

Als wichtigste anwendungsbezogene Tests erfolgten zum einen Prüfungen des Abrasiv-Verhaltens, zum anderen wurden die Testmuster unter simulierten Turbinenbedingungen bis 1 200 °C auf ihre Oxidationsbeständigkeit getestet.

Bei der Prüfung des Abrasiv-Verhaltens wird das Anstreifverhalten unter realitätsnahen Bedingungen simuliert, indem eine rotierende Schaufelspitze mit Relativgeschwindigkeiten von bis zu 305 m/s in die Probe gefahren wird. Dabei zeigten sich sowohl bei den Hohlkugel- als auch bei den Faserstrukturen ein sehr geringer Schaufelverschleiß und ein insgesamt den Honeycombs deutlich überlegenes Abrasionsverhalten.



Abb. 2: Hohlkugelstruktur nach Abrasionstest.

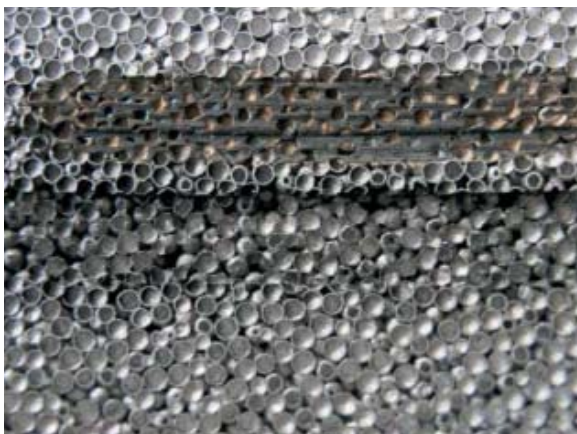


Abb. 3: Detail Hohlkugelstruktur nach Abrasionstest.

Die Prüfung der Oxidationseigenschaften wurde erschwert durch die Tatsache, dass die Befestigung auf den so genannten Backplates durch Löten erfolgte. Hier zeigte sich, dass es derzeit noch keine hochtemperaturbeständige Lösung für die Verbindung von Nickelbasis-Superlegierungen mit Aluchrom gibt. Dieses Problem betraf die neuen Werkstofflösungen gleichermaßen wie die Aluchrom-Honeycombs, so dass es regelmäßig zum Versagen der Strukturen an den Lötstellen kam. Eine abschließende Aussage ist daher derzeit noch nicht möglich, folgende Schlüsse können aber gezogen werden:

Die Faserstrukturen haben gezeigt, dass sie über eine ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit auch bei höchsten Temperaturen verfügen. Jedoch ist das Fügeproblem nur sehr schwer zu lösen, ferner zeigten sie eine mangelhafte Beständigkeit gegenüber abrasiven Einwirkungen durch im Gasstrom enthaltene Teilchen. Die Dichtwirkung wird ohne weitere Maßnahmen als nicht ausreichend eingeschätzt, daher wird ihre Anwendung momentan als weniger wahrscheinlich angesehen.

Die Hohlkugelstrukturen kranken derzeit noch an mangelnder Oxidationsfestigkeit oberhalb von 1 100 °C, verursacht durch Mikroporen in den Kugelwandungen und den zu hohen Restkohlenstoffgehalt. Die ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber abrasiven Einwirkungen durch im Gasstrom enthaltene Teilchen, die zu erwartende gute Dichtwirkung sowie der Schutz der Lötstellen durch die weitgehend gasundurchlässige, isolierende Kugelstruktur rechtfertigen jedoch weitere Entwicklungsanstrengungen.

Es ist daher vorgesehen, Hohlkugelstrukturen in der verbleibenden Projektlaufzeit bei moderaten Betriebstemperaturen von ca. 1 050 °C in einer Testturbine auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen.

Projektbeschreibung

Unter Federführung der MTU werden im Rahmen des Projekts »ADSEALS« (Investigation in Advanced High Temperature Seals, Projekt-Nr. GRD1-1999-10608 im »Competitive and Sustainable Growth Programme« der EU) Verbesserungsmöglichkeiten für abrasive Turbinendichtungen untersucht. In diesem Kontext bearbeitet der Institutsteil Dresden seit dem 1. Mai 2000 im direkten Unterauftrag der MTU den Bereich »Neue Werkstoffe«. Weitere Konsortiumsmitglieder in diesem Vorhaben sind Fiat Avio, Alstom Power UK Ltd., Neomet Ltd., Ecole Centrale de Lyon, Rolls Royce plc., Rolls Royce Deutschland GmbH. Das Vorhaben hat eine Laufzeit von vier Jahren und wird am 30. April 2004 abgeschlossen sein.

Ansprechpartner

Olaf Andersen
Telefon: +49 (0) 351 / 25 37- 3 19
E-Mail olaf.andersen@epw.ifam.fraunhofer.de
Hartmut Göhler
Telefon: +49 (0) 351 / 25 37-3 41
E-Mail hartmut.goehler@epw.ifam.fraunhofer.de

Projektpartner

MTU Aero Engines GmbH

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Institutsteil Pulvermetallurgie und
Verbundwerkstoffe, Dresden

Entwicklung hochtemperatur- und korrosionsbeständiger Nickelaluminid- und Inconel-Schäume

Ausgangssituation

Metallische Schaumwerkstoffe decken bereits heute ein breites Spektrum an Anwendungen ab. Hierzu zählen u. a. Leichtbau (Al) und Batteriewerkstoffe (Ni). Die meisten kostengünstigen Herstellungsverfahren sind jedoch auf die Darstellung bestimmter Werkstoffe limitiert und erlauben in der Regel keine Herstellung von Schäumen aus komplex legierten Hochtemperaturwerkstoffen.

Die Firma Inco Special Products (Kanada) stellt mit Hilfe des Karbonylprozesses große Mengen Ni-Schaum unterschiedlicher Qualitäten für den Einsatz im Batteriebereich her.

Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war es, die vorliegenden Ni-Schäume so zu veredeln, dass der Einsatz dieser Strukturen im Hochtemperaturbereich und unter oxidativen bzw. korrosiven Bedingungen möglich wird. Um sich wirtschaftlich erfolgreich von bereits existierenden Verfahren wie z. B. CVD-Beschichtungen auf Ni-Schaum abzugren-

zen, wurde bei der Entwicklung der Technologie bereits von Beginn an auf hohe Kosteneffizienz geachtet. Das Verfahren sollte außerdem universell einsetzbar, flexibel und mit geringem apparativen Aufwand zu realisieren sein sowie ein späteres Up-Scaling erlauben.

Die Hauptanwendungsgebiete für hochtemperaturfeste und korrosionsbeständige Ni-Basis-Schäume liegen auf den Gebieten der Hochtemperaturfiltration (z. B. Dieselfilter), der Katalyse (Katalysatorträger), aber auch im Bereich der Energieerzeugung und -umwandlung. Das zu entwickelnde Verfahren sollte daher eine Formung der Schäume zu Bauteilen vor der Umwandlung in die hochtemperaturstabile, schwer umformbare Phase vorsehen.

Projektbeschreibung

Auf der Basis des Anforderungsprofils wurde ein pulvermetallurgisches Verfahren entwickelt, welches die Umwandlung von Ni-Schäumen in hochtemperaturfeste Ni-Basissschäume ermöglicht. Als wichtigste Werkstoffparameter sind die Endzusammensetzung, die spezifische Ober-

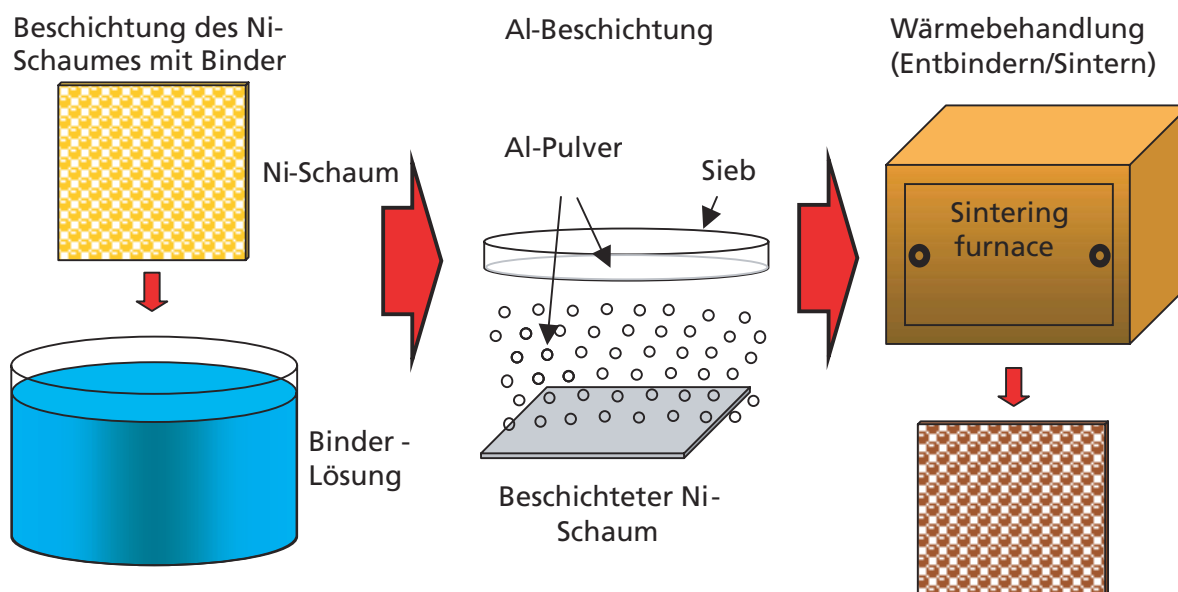


Abb. 1: Herstellungsverfahren für NiAl-Schaum (schematisch).

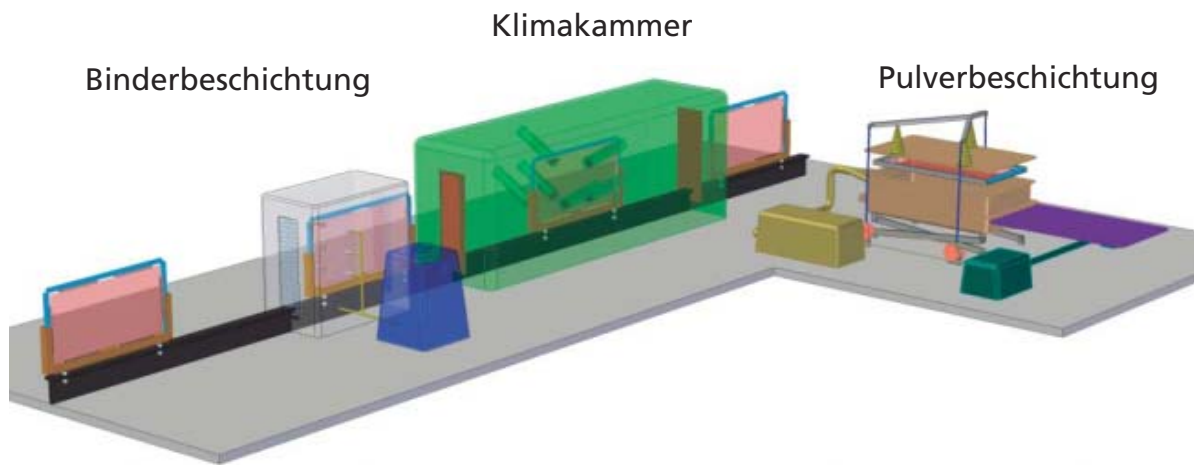


Abb. 2: Anlagenkonzept (in Zusammenarbeit mit der Firma MSM).

fläche und die Porosität des Schaums zu variieren, um eine gute Flexibilität für die jeweilige Anwendung zu erreichen.

Das patentierte Herstellungsverfahren ist in Abb. 1 dargestellt.

In einer ersten Prozessstufe wird der Ni-Schaum mit einer Binderlösung beschichtet. Dies kann über einen Tauch- oder Sprayprozess geschehen. Anschließend erfolgt die Beschichtung des Schaumes mit dem gewünschten Pulver (z. B. 50 Gew. Prozent Al zur Herstellung von NiAl-Schaum). Während des nachfolgenden Reaktionssinterns werden die gewünschte Endzusammensetzung des Schaums und dessen spezifische Oberfläche und Porosität gezielt

eingestellt. Das Verfahren ermöglicht auch die Beschichtung des Grundsubstrates mit mehrphasigen Verbundpulvern und ist daher auch für die Herstellung komplexer Legierungszusammensetzungen geeignet. Abb. 2 zeigt eine erste Anlagenkonzeption für den Laborbetrieb.

Die gute Umformbarkeit des Ni-Basissschaums ermöglicht die Herstellung der Endgeometrie des Bauteiles nach der Beschichtung – jedoch vor dem Sintern. Auf diesem Wege lassen sich auch komplexe Bauteile aus schwer umformbaren Werkstoffen problemlos herstellen (Abb. 3).

Ein Schwerpunkt innerhalb des Projektes war die Einstellung einer möglichst guten Homogenität im Endmaterial. Dieses Ziel konnte durch eine



Abb. 3: Umgeformte Schaumstrukturen aus NiAl.

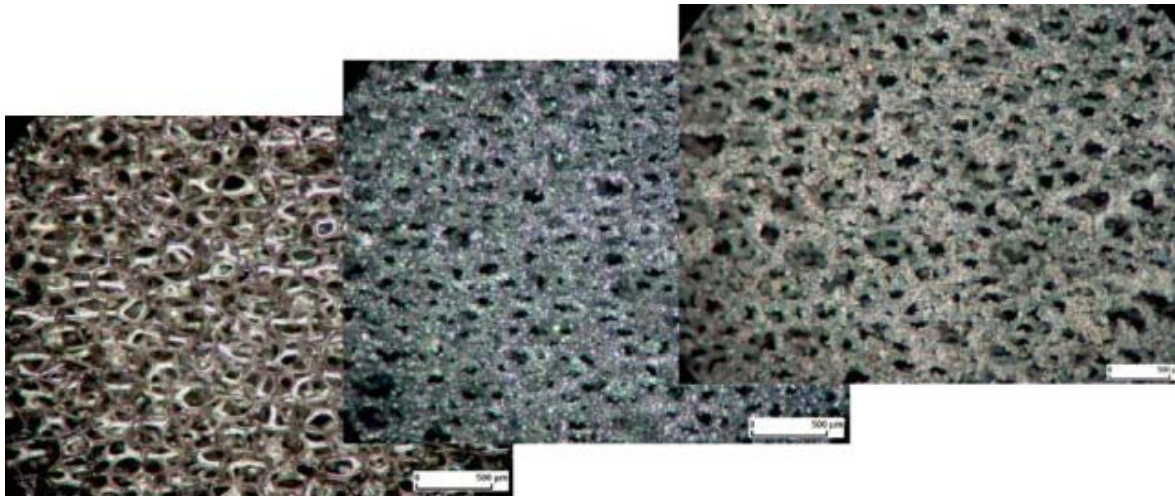


Abb. 4: Vergleich der Beschichtungszustände (Ni-Basis Schaum, beschichteter Schaum, reagierter NiAl-Schaum – von links nach rechts).

optimierte Beschichtung des Grundsubstrates mit Binder und nachfolgend mit Kompositpulvern gelöst werden. Abb. 4 zeigt einen Vergleich der einzelnen Beschichtungszustände vom Basis-schaum bis zum reagierten NiAl-Endprodukt. Im gezeigten Beispiel wurde die spezifische Oberfläche durch Verwendung von Verbundpulvern gezielt vergrößert.

Die neuartigen Materialien zeichnen sich durch gute Homogenität, exzellente Oxidations- und Korrosionswiderstände und hervorragende mechanische Eigenschaften aus und erschließen eine Reihe neuer Anwendungsfelder im Bereich der Hochtemperaturfiltration und Katalyse.

Erste anwendungsnahe Tests zeigen das große Potenzial der neuartigen Schaumstrukturen (Abb. 5).

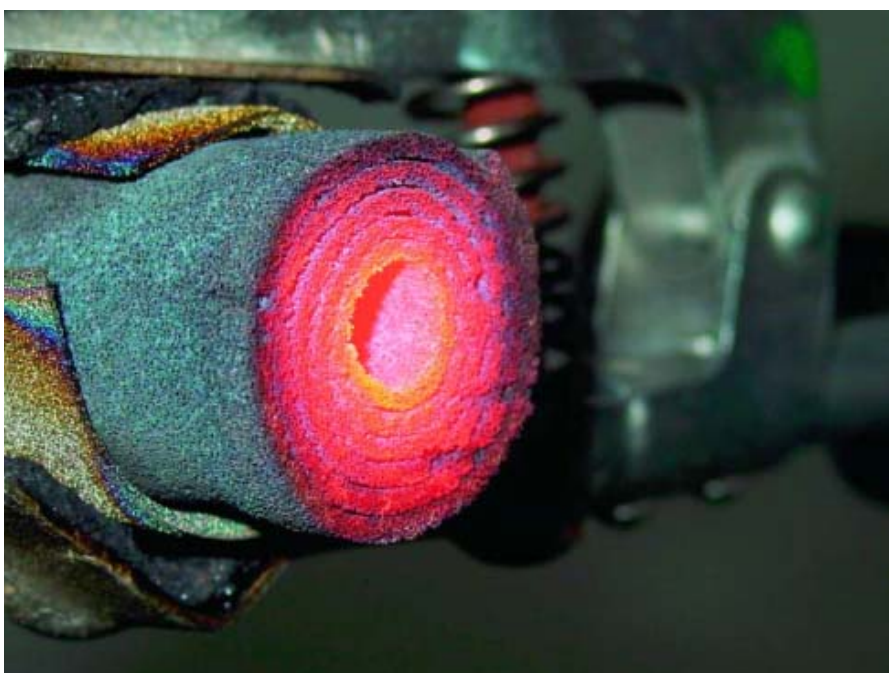


Abb. 5: Test einer NiAl-Struktur bei 1 050 °C (Luft).

Ansprechpartner

Alexander Böhm
Telefon: +49- (0) 351 / 25 37-3 03
E-Mail alexander.boehm@epw.ifam.fraunhofer.de

Projektpartner

Inco Special Products, Kanada

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM,
Institutsteil Pulvermetallurgie und
Verbundwerkstoffe,
Dresden

Namen, Daten, Ereignisse

Jahresbericht 2003

Kooperation mit ausländischen Instituten

Al-Azhar University
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Engineering
Kairo, Ägypten
Prof. M. Bayoumi
Semi-Solid Forming of Metal Matrix Composites

Delaware Manufacturing Extension Partnership
Stanton, Delaware, USA
Wirtschaftliche Entwicklung kleiner und mittlerer Unternehmen

Delaware State University
Dover, Delaware, USA
Laseraushärten von Nanopulversuspensionen

European Synchrotron Radiation Facility
ESFRF
Grenoble, Frankreich
H. Stanzick, M. Wichmann
Beamline ID19

University of Delaware
Center for Composite Materials
Newark, Delaware, USA
Kompressionsverhalten von Aluminiumschäumen bei hohen Umformraten

University of Delaware
Department of Physics and Astronomy
Newark, Delaware, USA
Weichmagnetische Nanokristalline Legierungen

University of Delaware
Department of Mechanical Engineering
Newark, Delaware, USA
Titan-Implantate

Drexel University
Philadelphia, Pennsylvania, USA
Modellierung und Simulation der Metallschaumentstehung

Institute of Materials Research of the Slovak Academy of Sciences
Kosice, Slowakei
Kriechverhalten von Siliziden

Institute of Strength Physics and Materials Science of the Russian Academy of Sciences
Ulyanowsk, Russland
Prof. A. P. Savitskii
Nanokristalline Werkstoffe

Johns Hopkins University
Baltimore, Maryland, USA
Röntgentomografie von Stahlschäumen

Massachusetts Institute of Technology
MIT
Boston, Massachusetts, USA
Dreidimensionales Verformungsverhalten von Aluminiumschäumen

Nanyang Technological University Singapore
Prof. K. A. Khor
Hochporöse Werkstoffe

National Industrial Research Institute of Nagoya
NIRIN
Nagoya, Japan
MIM

Rutgers University
Piscataway, New Jersey, USA
Prozesstechnik Nanopulverherstellung

Russian Academy of Sciences Institute of Metallurgy and Materials Science
Laboratory of Electron Microscopy
Moskau, Russland
Nanokristalline Werkstoffe

Russian Academy of Sciences Institute of Physics, Strength and Materials Science
Tomsk, Russland
Reaktionssintern, Nanokristalline Werkstoffe

Technological University Moscow
Moscow State Institute of Steel and Alloys
Moskau, Russland
Nanokristalline Werkstoffe

Ufa State Aviation Technical University
Institute of Physics of Advanced Materials
Ufa, Russland
Nanokristalline Werkstoffe

University of Warwick
Advanced Technology Center
Warwick, Polen
Metallpulverspritzguss

Ural Division Russian Academy of Science
Institute of Metal Physics
Ekaterinenburg, Russland
Nanokristalline Werkstoffe

Europäisches Netzwerk

»Multimaterial-Technology«
ETH-Zürich
Swiss Federal Institute of
Technology Institute for Design
& Construction Methods
Schlieren, Schweiz

Force Institute
Broendby, Dänemark

GAIKER
Zamudio Bizkaia, Spanien

IDMEC
Instituto de Engenharia
Mecanica
University of Porto
Codex, Portugal

IFREMER
Marine Materials Laboratory
Plouzané, Frankreich

INASMET
Joining Technologies Department
Centre Technologico de
Materiales
San Sebastian, Spanien

ISQ
R&D Training Division
Instituto de Soldadura e
Qualidade
Oevas Codex, Portugal

IVF – Institutet för
Verkstadsteknisk Forfkning
Mölndal, Schweden

Oxford Brookes University
Oxford, Großbritannien

SINTEF Materials Technology
Oslo, Norwegen

TNO, Department of Structural
Engineering
TNO Building and Construction
Research
Delft, Niederlande

VTT Manufacturing Technology
Lappenranta, Finnland

University of Bristol
Department of Mechanical
Engineering
Bristol, Großbritannien

University of Pavia
Pavia, Italien

Klebtechnik-Ausbildung

CRIF
Seraing (Liège), Belgien

EOLAS
Dublin, Irland

FORCE Institutes
Broendby, Dänemark

INASMET
San Sebastian, Spanien

ISQ (CNTP)
Oeiras, Portugal

IVF-Institutet för
Verkstadsteknisk Forfkning
Mölndal, Schweden

Österreichisches Institut für
Klebtechnik
Wien, Österreich

TechniFutur Assemblage
Seraing (Liège), Belgien

TWI
Cambridge, Großbritannien

Mitarbeit in Gremien

USA

Adhesion Society, USA
O.-D. Hennemann (Mitglied)

Fachgruppe
Advanced Particulate Materials Association
D. Claar (Mitglied)

American Ceramic Society, USA
D. Claar (Mitglied)

Fachgruppe
Metal Powder Technology Association
D. Claar (Mitglied)

American Powder Metallurgy International, USA
APMI
F. Petzoldt (Mitglied)

ASM International, USA
D. Claar (Mitglied)

Delaware Economic Development Office, USA

Arbeitsgruppe
Alternate Energy Systems
D. Claar (Mitglied)

Delaware Manufacturing Extension Partnership, USA
D. Claar (Mitglied Advisory Group)

Delaware State Chamber of Commerce, USA
D. Claar (Mitglied)

German American Chamber of Commerce
D. Claar (Mitglied)

International Liaison Committee of the International Journal of Powder Metallurgy
F. Petzoldt (Mitglied)

Materials Research Society, USA
D. Claar (Mitglied)

Metal Powder Industry Federation
MPIF
Princeton, USA

MID Atlantic Research Consortium
D. Claar (Delaware Representative on Committee)

MPIF Program Oversight Committee
US Department of Energy and MPIF P/M
Roadmap Forschungsprogramm
D. Claar, D. Kupp (Mitglieder)

National Defense Industries Association, USA
NDIA
D. Claar (Mitglied)

National Shipbuilding Research Program
Product Design and Advanced Materials Technology Panel
D. Claar (Mitglied)

Aus- und Weiterbildungsausschuss
B. Kieback (Mitglied)

Proposal Review Panel
National Science Foundation
Division of Design, Manufacture and Industrial Innovation, Washington, D.C., USA
D. Kupp (Mitglied)

Europa

Comité Européen de Normalisation
CEN

Technisches Komitee/TC 240 Thermal Spraying and Thermally Sprayed Coatings
H. Grützner (Mitglied)

European Powder Metallurgy Association
EPMA

European MIM Group
F. Petzoldt (Chairman)

Europäische Gesellschaft für Lackier-Technik e.V.
EGL
S. Buchbach (Mitglied)

European Federation for Welding, Cutting and Joining
A. Groß (deutscher Vertreter)

International Institute for Science of Sintering
IISS
B. Kieback (Mitglied)

National

Deutsche Gesellschaft für
Chemisches Apparatewesen,
Chemische Technik und
Biotechnologie
DECHEMA

Arbeitskreis
Fertigungstechnik, Konstruktion und
Berechnung
O.-D. Hennemann, M. Brede (Mitglieder)

Fachausschuss
Klebtechnik
E. Born, A. Groß, A. Hartwig,
O.-D. Hennemann (Mitglieder)

Deutsche Gesellschaft für
Biomedizinische Technik im VDE

Arbeitskreis
Biokompatible Aufbau- und
Verbindungstechnik
T. Gesang (Mitglied)

Deutsche Gesellschaft für
Materialkunde DGM

Fachausschuss
Plasmaoberflächentechnologie
A. Baalmann (Mitglied)

Fachausschuss
Dünne Schichten
V. Schlett (Mitglied)

Fachausschuss
Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe
T. Schubert, T. Weißgärber (Mitglieder)

Fachausschuss
Computersimulation
A. Burblies (Mitglied)

Fachausschuss
Magnesium-Anwendungen
A. Ziese (Mitglied)

Arbeitsgruppe
Heterophasengrenzen
des Fachausschusses
Werkstoffwissenschaftliche Probleme
der Mikroelektronik
O.-D. Hennemann (Mitglied)

Arbeitsgruppe
Mechanisches Verhalten bei hohen
Temperaturen
des Fachausschusses
Werkstoffverhalten unter mechanischer
Beanspruchung
A. Burblies (Mitglied)

Arbeitsgruppe
Edelmetallmatrix-Verbundwerkstoffe
des Fachausschusses
Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe
G. Lotze, T. Weißgärber (Mitglieder)

Deutsche Gesellschaft für
Oberflächentechnik

Arbeitskreis
Plasmaoberflächenbehandlung von
Polymeren
A. Baalmann, G. Ellinghorst (Mitglieder)

Deutsche Physikalische
Gesellschaft
DPG

Arbeitskreis
Oberflächenphysik
S. Dieckhoff (Mitglied)

Arbeitskreis
Festkörperphysik
M. Noeske (Mitglied)

Deutscher Verband für
Schweißen und verwandte
Verfahren
DVS

Arbeitskreis der DVS-AG A7
Fügetechnik im Schienenfahrzeugbau
M. Brede

Fachausschuss 8
Kleben und Kunststoffschweißen
O.-D. Hennemann, G. Pauly (Mitglieder)

Fachausschuss 9
Konstruktion und Berechnung
O.-D. Hennemann, M. Brede (Mitglieder)

Fachausschuss 10
Mikroverbindungstechnik
O.-D. Hennemann, H. Schäfer (Mitglieder)

Arbeitsgruppe V 8
Klebtechnik
A. Groß (Obmann)

Arbeitsgruppe
Schulung und Prüfung
A. Groß (Mitglied)

Arbeitsausschuss A 3.5
Kleben im Schienenfahrzeugbau
A. Groß (Obmann)

Arbeitsgruppe A 10
Fügen im Handwerk – Schweißen und
verwandte Verfahren
V. Borst (Mitglied)

Fachgruppe FG 2.9
Ausbildung Karosserie
M. Peschka (Mitglied)

Hauptzertifizierungsausschuss (HZA)
Fachausschuss Kleben
A. Groß (Mitglied)

Prüfungs- und Zertifizierungsausschuss (PZA)
Klebtechnik
A. Groß (Vorsitzender)
M. Peschka (Mitglied)

Deutsches Institut für Normung
DIN

Arbeitsausschuss 5.1
Metallpulverspritzguss
F. Petzoldt (Obmann)

Arbeitsausschuss ISO/TC 119
Pulvermetallurgie
K. Kümmel (Mitglied)
Normenausschuss Werkstofftechnologie
(NWT)

**Fördergesellschaft Erneuerbare
Energien e.V.
FEE**

Bundesweite Arbeitsgruppe
Biogene Gase – Brennstoffzellen
I. Morgenthal (Mitglied)

**Fraunhofer-Gesellschaft
FhG**

Themenverbund
Adaptronik
T. Gesang (Mitglied)

Themenverbund
Numerische Simulation
A. Burbliès (Mitglied)

Arbeitskreis
IT-Manager
A. Burbliès, G. Peter (Mitglieder)

**Gemeinschaftsausschuss
DIN/DVS**

Arbeitsausschuss 14/Arbeitskreis AG V 7
**Thermisches Spritzen und thermisch
gespritzte Schichten**
H. Grützner (Mitglied)

**Gemeinschaftsausschuss
Pulvermetallurgie**

Arbeitsausschuss
B. Kieback (Vorsitzender)
H.-D. Kunze (Mitglied)

Expertenkreis
Metallpulverspritzguss
F. Petzoldt (Obmann)
T. Hartwig (Mitglied)

Expertenkreis
Metallpulvererzeugung
B. Günther (Mitglied)

Expertenkreis
Sintern
B. Kieback (Obmann)

Expertenkreis
Simulation in der Pulvertechnologie
A. Burbliès (Mitglied)

Arbeitskreis
Sinterstähle
G. Veltl (Mitglied)

Industriearbeitskreis
Strukturoptimierung
A. Burbliès, H. Fricke (Mitglieder)

**Gesellschaft Deutscher Chemiker
GDCh**

Fachgruppe
Anstrichstoffe und Pigmente
A. Hartwig (Mitglied)

Fachgruppe
Festkörperchemie und Materialforschung
M. Noeske (Mitglied)

Fachgruppe
Makromolekulare Chemie
A. Hartwig, M. Noeske (Mitglieder)

**Gesellschaft für
Korrosionsschutz e.V.
GfKORR**

Arbeitskreis
Kontaktkorrosion
M. Schneider (Mitglied)

Arbeitskreis
**Korrosion und Korrosionsschutz von
Aluminium und Magnesium**
M. Schneider (Mitglied)

Arbeitskreis
Korrosion von Polymerwerkstoffen
T. Kowalik, R. Wilken (Mitglieder)

**Industrieverband Klebstoffe
IVK**

Technischer Ausschuss (TA)
A. Groß (Mitglied)

Arbeitsgruppe
Strukturelles Kleben und Dichten (SKD)
A. Groß (Mitglied)

Arbeitskreis
Industrieklebstoffe
A. Groß (Mitglied)

**Projektträger für Produktion und
Fertigungstechnologien (FZK/PFT)**

Industriearbeitskreis
Strukturoptimierung
A. Burbliès, H. Fricke (Mitglieder)

**Verein Deutscher Eisenhüttenleute
VDEh**

Arbeitskreis
Charakterisierung technischer Oberflächen
des Chemikerausschusses
V. Schlett (Mitglied)

**Verein Deutscher
Gießereifachleute
VDG**

Fachausschuss
Druckguss
T. Müller, J. Weise (Mitglieder)

Fachausschuss
Leichtmetallguss
T. Müller (Mitglied)

Sonstige

adhäsion/Kleben&Dichten

Redaktionsausschuss
O.-D. Hennemann (Mitglied)

Journal of Adhesion Science and Technology

Editorial Advisory Board
O.-D. Hennemann (Mitglied)

Studiengesellschaft Stahlanwendungen e.V.

Düsseldorf
Kuratorium
H.-D. Kunze (Mitglied)

Regional

Materialforschungsverbund Dresden e.V.

Arbeitsgruppe
Öffentlichkeitsarbeit
I. Morgenthal (Mitglied)

Arbeitskreis
Materialforschungsverbund Dresden
B. Kieback (Mitglied)

Verein Deutscher Ingenieure VDI

VDI Bremer Bezirksverein
F. Petzoldt (Vorsitzender)
H.-D. Kunze (Kuratorium)

Arbeitskreis
Kunststofftechnik
G. Pauly (Mitglied)

Arbeitskreis
Systemplanung und Projektgestaltung
G. Veltl (Obmann)

Arbeitskreis
Werkstofftechnik
D. Lehmkus (Obmann)

Kongresse, Tagungen und Messebeteiligungen

Personalqualifizierung im Klebertechnischen Zentrum – KTZ 2003	Ausbildung und Prüfung zur DVS®-Klebfachkraft nach Richtlinie DVS®/EWF 3301 3 jeweils einwöchige Kurse inkl. Prüfung	Lehrgang und Prüfung zum European Adhesive Engineer nach Richtlinie DVS®/EWF 3309 jeweils 8 einwöchige Kurse
Lehrgang und Prüfung zum/zur Klebpraktiker/lin nach Richtlinie DVS®/EWF 3305 jeweils 1 einwöchiger Kurs inkl. Prüfung	DVS®-Klebfachkraft Teil I: Grundlagen der Klebtechnik	Termin KFI 1. Woche 13.–17.01.2003 Termin KFI 2. Woche 10.–14.02.2003 Termin KFI 3. Woche 10.–14.03.2003 Termin KFI 4. Woche 05.–09.05.2003 Termin KFI 5. Woche 02.–06.06.2003 Termin KFI 6. Woche 08.–12.09.2003 Termin KFI 7. Woche 06.–10.10.2003 Termin KFI 8. Woche 10.–14.11.2003 Prüfung 14.11.2003
Termin KP GL 1 27.–31.01.2003 In Kooperation mit dem Germanischen Lloyd	Termin KFK GL 1 20.–24.01.2003 Termin KFK GL 2 31.03.–04.04.2003 Termin KFK GL 3 15.–19.09.2003 Termin KFK GL 4 22.–26.09.2003	
Termin KP 2 03.–07.02.2003 Termin KP 3 19.–23.04.2003 Termin KP 4 storniert Termin KP 5 03.–07.11.2003	DVS®-Klebfachkraft Teil II: Kleben von Metallen und anderen Werkstoffen	
Externe Lehrgänge	Termin KFK MK 1 17.–21.02.2003 Termin KFK MK 2 12.–16.04.2003 Termin KFK MK 3 20.–24.10.2003 Termin KFK MK 4 27.–31.10.2003	
Bombardier, Halle 28.02.–06.03.2003 Siemens, Prag 02.–09.04.2003 BMW, Regensburg 26.06.–02.07.2003 MAN, München 07.–11.07.2003 Bombardier, Bautzen 15.–19.09.2003 Delo, Landsberg am Lech 15.–19.09.2003 Bombardier, Bautzen 13.–17.10.2003	DVS®-Klebkraft Teil III: Kleben von Kunststoffen und anderen Werkstoffen	
	Termin KFK KK 1 17.–21.03.2003 Termin KFK KK 2 16.–20.06.2003 Termin KFK KK 3 17.–21.11.2003 Termin KFK KK 4 24.–28.11.2003	
	DVS®-Klebfachkraft: Prüfung	
	Termin KFK P 1 21.03.2003 Termin KFK P 2 20.06.2003 Termin KFK P 3, P 4 09.12.2003	

Tagungen

Kleben im Automobilbau
VDI nachrichten Konferenz
Ludwigsburg
5.–6.5.2003

MetFoam 2003
Tagung mit Begleitausstellung
Berlin
23.–25.6.2003

2. Bremer Klebtage
Erfahrungsaustausch für DVS-EWF-
Klebfachpersonal
Bremen
24.–25.6.2003

4. Airbus / IFAM-Workshop
»Oberflächenschutz«
Farge, Bremen
3.–4.9.2003

Intelligente Leichtbausysteme 2003
Tagung mit Begleitausstellung
Hannover
9.–10.9.2003

FEICA EXPO 2002
FEICA European Adhesive Conference
Lissabon, Portugal
17.–19.9.2003

Workshop
**EVPSN – European Vehicle Passive
Safety Network 2**
»Adhesive Bonding, Hybrid Structures and
Structural Crashworthiness«
IFAM Bremen
22.–23.9.2003

FSK 2003
Tagung Fertigungssystem Kleben
Innovationen brauchen innovative
Fügetechniken
Bremen
9.–10.10.2003

EuroPM 2003
Tagung mit Begleitausstellung
Valencia, Spanien
20.–22.10.2003

Materials Vision 2003
Frankfurt am Main
30.–31.10.2003

Werkstofftag 2003
Tagung mit Begleitausstellung
Köln
4.11.2003

**Kleben – Innovative Verbindungstechnik
für die Industrie**
Seminar VDI-Wissensforum
Bremen
18.–19.11.2003

2nd German-Korean Workshop
»Nanostructured Materials«
IFAM Dresden
18.–19.11.2003

uRapid 2003
Frankfurt am Main
1.–2.12.2003

Messen

LearnTec
Fachmesse für Bildungs- und
Informationstechnologie
Karlsruhe
4.–7.2.2003

Material Innovativ
Fürth
25.–26.2.2003

CeBIT
Hannover
12.–19.3.2003

MedTech
Stuttgart
18.–20.3.2003

**ECS European Coatings Show plus
Adhesives, Sealants, Construction
Chemicals**
Nürnberg
7.–10.4.2003

Hannover Messe 2003
Hannover
7.–12.4.2003

SMT / Hybrid / Packaging
Nürnberg
6.–8.5.2003

9. Innovationstag der AiF
Berlin
3.6.2003

Ceramitec 2003
auf dem Gemeinschaftsstand FPM / DGM
München
16.–20.9.2003

**IAC - 54th International Astronautical
Congress**
Bremen
29.9.–3.10.2003

PaintTech
Fachmesse Lackieren und Pulverbeschichten
Sinsheim
21.–24.10.2003

Perspektiven
Messe für Bildung, Beruf und Karriere
Magdeburg
23.–25.10.2003

**International Converting Exhibition ICE
2003**
München
18.–20.11.2003

**Fachausstellung des Hagener
Symposiums Pulvermetallurgie**
Hagen
27.–28.11.2003

Euromold 2003
Frankfurt am Main
3.–6.12.2003

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Promotionen

A. Oppert

Warmfließkompaktieren metallischer Pulver
Universität Bremen
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. H.-D. Kunze
Prof. Dr.-Ing. G. Grathwohl
Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2003

H. Stanzick

Untersuchungen der Bildung und des
Kollapses von Metallschäumen
Universität Bremen
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. H.-D. Kunze
Prof. Dr.-Ing. H.J. Rath
Tag der mündlichen Prüfung: 26.6.2003

Vorlesungen

A. Burblies

Finite Elemente Methode
Hochschule Bremerhaven
SS 2003

A. Burblies

Werkstoffmodelle und Simulation
Hochschule Bremerhaven
WS 2003/2004

U. Echterhoff

Werkstoffkunde und Schweißtechnik
Hochschule Bremen
SS 2003

A. Groß

Werkstoffe: Klebtechnik
Hochschule Bremen
SS 2003

B. Günther

Physik in nanodispersen Systemen
Universität Dortmund
WS 2002/2003

A. Hartwig

Organische Makromolekulare
Funktionsmaterialien
Universität Bremen
WS 2002/2003

O.-D. Hennemann

Niedertemperaturfügen
Universität Bremen
Fachbereich Produktionstechnik
SS 2003

O.-D. Hennemann

Polymertechnik
Universität Bremen
Fachbereich Produktionstechnik
WS 2002/2003, WS 2003/2004

D. Hennigs

Konstruktionslehre / CAD
Universität Bremen
Fachbereich Produktionstechnik
SS 2003

D. Hennigs

Konstruktionslehre / CAD
Universität Bremen
Fachbereich Produktionstechnik
WS 2003/2004

B. Kieback

Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe II
Technische Universität Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft
SS 2003

B. Kieback

Festkörperchemie II
Technische Universität Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft
SS 2003

B. Kieback

Verbundwerkstoffe
Technische Universität Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft
SS 2003

B. Kieback

Technologien zur Werkstoffherstellung
und -verarbeitung I
Technische Universität Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft
WS 2003/2004

B. Kieback, M. Zumdick

Festkörperchemie I
Technische Universität Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft
WS 2003/2004

B. Kieback

Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe I
Technische Universität Dresden
Institut für Werkstoffwissenschaft
WS 2003/2004

F. Petzoldt

Endformnahe Fertigungstechnologien I und II
Universität Bremen
Fachbereich 4 Produktionstechnik
SS 2003 und WS 2003/2004

R. Wilken

Allgemeine Chemie I
Hochschule Bremen
WS 2003/2004

Veröffentlichungen

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani, G. Korb

Application-related Properties of Sintered Metallic Fiber Structures

Proceedings, MetFoam, Cellular Metals and Metal Foaming Technology, Berlin (2003)

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani, G. Korb

Advanced Porous Structures Made from Intermetallics and Superalloy Fibres
Proceedings, MP³ I, Materials Processing for Properties and Performance (2003), 214-221

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani

Melt Extraction of Gold Fibres and Precious Metal Doped Fibers and Preparation of Porous Gold Fiber Structures

Proceedings, Gold, New Industrial Applications for Gold,
Vancouver, Kanada, USA (2003)

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani

Thermal, Mechanical and Fluid Flow Properties of Open-Porous Sintered Metallic Fibre Structures

Proceedings, Euro PM, 2 (2003), 361-366

J. Baumeister

Herstellung von Aluminiumschaumbauteilen und dreidimensional geformten Sandwichmaterialien

Proceedings, 1. Landshuter Leitbau-kolloquium, LC-Verlag, ISBN 3-00-010535-2 (2003), 63-69

J. Baumeister, D. Lehmhus

Commercially Available Products Made of PM Aluminium Foams – Status and Prospects
Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

J. Baumeister, K. Stöbener

Influence of Particle Size and Shape on the Expansion Behaviour of Granulated Foamable Precursor Material
Proceedings, Metfoam, Berlin (2003)

A. Berg, M. Haesche, W. Maysenhoelder

Noise Reduction by Open-pore Aluminium Foams

Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

C. Blank, V.I. Kopylov, M. Schneider

Licht- und elektronenmikroskopische Gefügedarstellung von smc-Nickel
Tagungsband, 11. Internationale Metallographie-Tagung, Leoben, Praktische Metallographie Sonderband 34 (2003), 243-250

A. Böhm, T. Weißgärber, G. Lotze, B. Kieback

Model for Calculation of Swelling Effects in Ti-Al System During Transient Liquid Phase Sintering

Proceedings, PM²TEC, 4 (2003), 100-107

A. Böhm, T. Weißgärber, W. Pieper, U. Dötzer

Anwendung des Hybridisier-Verfahrens zur Modifizierung von Pulvern für das thermische Spritzen

Tagungsband, 6. Werkstofftechnisches Kolloquium, Chemnitz, 1 (2003), 91-96

T. Büttner, A. Böhm, H.-D. Böhm,

T. Weißgärber, B. Kieback

Pulvermetallurgisch hergestellte Sputter-targets für die Dünnschichttechnik
Werkstoffe 2 (2003), 39

M. Busse, C. Bangert

Mehr Zielsicherheit
digital engineering magazin 1, 4 (2003), 46-47

M. Busse, A. Burblies, H. Pleteit

Simulation von Fertigungsverfahren im Internet – Ein praktikabler Ansatz für KMU am Beispiel des Pulverpressens
Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 6 (2003)

H. Fricke, A. Burblies, D. Hennigs,

C. Bangert, P. Hougardy

Rückführung von optimierten Strukturen in den Entwicklungsprozess
Simulation 1 (2003)

H. Fricke, C. Aumund-Kopp, F. Ellebrecht,

H. Gottschalch, C. Panse

Collaborating on a Platform in Design and Production of Models and Tools
Esim European Series in Industrial Management, Shaker Verlag, 5 (2003), 187-193

H. Fricke, C. Bangert, K. Wolff

Optimierung für den Leichtbau
CAD-CAM Report 10 (2003), 34-37

T. Gesang

Elektrisch leitfähige Klebverbindungen
Tagungsband, Fachforum Elektrisch leitfähige Klebstoffe, Otti-Kolleg Regensburg (2003), 328-347

D. Godlinski, H. Pohl, S. Morvan

Rapid Manufacturing of Dense Stainless Steel Parts by 3D-Printing
Proceedings, Euro PM, Valencia, Spanien (2003), 131-136

H. Göhler, U. Waag, G. Stephani,

F. Bretschneider, H. Venghaus

Metal Hollow Sphere Structures in Sound Absorbing Applications

Proceedings, Euro PM, 2 (2003), 159-164

J. Götz, T. Gesang, O.-D. Hennemann

Gefüllte Klebstoffe: Mikrodosieren ohne Aussetzer

adhäsion Kleben+Dichten, 7-8 (2003), 38-42

O. Hahn, J.R. Kurzok, M. Oeter,

M. Brede, O. Hesebeck, K. Dilger,

G. Schmid

Untersuchungen zum Crashverhalten geklebter und hybridgefügter Stahlblechverbindungen

Forschung für die Praxis, Studiengesellschaft Stahlanwendung P 477 (2003), 1-221

A.G. Hanssen, M. Langseth, K. Stöbener, G. Rausch

Closed Surface Skin of IFAM Foams in Numerical Simulation and Verification with Experimental Results
Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

A. Hartwig, D. Pütz, B. Schartel,

M. Bartholmai, M. Wendschuh-Josties

Combustion Behaviour of Epoxide Based Nanocomposites with Ammonium and Phosphonium Bentonites
Macromol. Chem. Phys. 2004 (2003), 2247-2257

A. Hartwig

Influence of Different Photoinitiators on the Adhesional Properties of Epoxides
J. Adh. Sci. Technol. 17 (2003), 1561-1572

A. Hartwig, M. Sebald

Preparation and Properties of Composites made out of Globular Nanoparticles and Reactive Resins
Macromol. Chem Phys. 2004 (2003), F51-F52

A. Hartwig, K. Koschek, A. Lühring, O. Schorsch
Cationic Polymerization of a Cycloaliphatic Diepoxide with Latent Initiators in the Presence of Structurally Different Diols
Polymer 44 (2003), 2853-2858

A. Hartwig, M. Sebald
Preparation and Properties of Elastomers Based on a Cycloaliphatic Diepoxide and Poly(tetrahydrofuran)
Europ. Polym. J. 39 (2003), 1975-1981

A. Hartwig, D. Pütz, M. Sebald
Nanokomposite – Potenziale für die Klebtechnik
adhäsion Kleben+Dichten 47, 1-2 (2003), 16-20

A. Hartwig, M. Sebald, D. Pütz, L. Aberle
Preparation, Characterisation and Properties of Nanocomposites Based on Epoxy Resins
Proceedings, Eurofillers 2003, Alicante, Spanien (2003), 97-100

A. Hartwig
Die chemische Nanotechnologie und ihr Einfluss auf zukünftige Klebstoffentwicklungen
Tagungsband, FSK 2003 Tagung Fertigungssystem Kleben, Bremen (2003), 21-29

D. Hennigs
Büsten aus Marmorstaub / Marmorstaub verarbeitet zu Repliken und Massenware
Trendbarometer Technik, Hanser Verlag (2003), 180-181

D. Hennigs, H. Pleiteit, H. Fricke, S. Stührmann, V. Kühne, V. Legazpi, S. Theodoridou, J. McLean
ecoMold – A Novel Concept to Produce Moulds for Plastic-injection Moulding and Pressure Die Casting
Proceedings, Euro-uRapid, Frankfurt am Main (2003)

L. Juhasz, E. Schnack, O. Hesebeck, H. Andra
Macroscopic Modelling of Shape Memory Alloys under Non-proportional Thermo-mechanical loadings
Journal of Intelligent Material Systems and Structures 13, 12 (2003), 825-836

B. Kieback, A. Neubrand, H. Riedel
Processing Techniques for Functionally Graded Materials
Materials Science and Engineering A362 (2003), 81-105

B. Kieback, G. Stephani, T. Weißgärber, T. Schubert, U. Waag, A. Böhm, O. Andersen, H. Göhler, M. Reinfried
Powder Metallurgy for Light Weight and Ultra-Light Weight Materials
Journal of Korean Powder Metallurgy Institute 10, 6 (2003), 383-389

B. Kieback, G. Stephani, T. Weißgärber, T. Schubert, U. Waag, A. Böhm, O. Andersen, H. Göhler, M. Reinfried
Powder Metallurgy for Light Weight and Ultra-light Weight Materials
Proceedings, KPMI, International Symposium on Advanced Powder Metallurgy, Muju, Korea (2003), 12-24

B. Kieback, T. Weißgärber
Nanopulvermetallurgie
Tagungsband, Hagener Symposium, 19 (2003), 243-263

Y.R. Kolobov, B. Kieback, K.V. Ivanov, T. Weißgärber, N.V. Girsova, Y.I. Pochivalov, G.P. Grabovetskaya, M.B. Ivanov, V.U. Kazyhanov, I.V. Alexandrov
The Structure and Microhardness Evolution in Submicrocrystalline Molybdenum Processed by Severe Plastic Deformation Followed by Annealing
International Journal of Refractory Metals & Hard Materials 21 (2003), 69-73

V. Krink, G. Lotze, F. Laurisch, W. Möhler, M. Jochim, R. Wiedemann, B. Bendjus, A. Weißbach
Verbesserung der Qualität von Elektrode und Düse für das Plasmaschneiden
Tagungsband, 3. Zittauer Innovationsforum, Neuartige Applikationsfelder für die plasmagestützte Oberflächentechnik (2003), 55-75

D. Lehmhus, J. Banhart
Properties of Heat-treated Aluminium Foams
Materials Science & Engineering A349, 1-2 (2003), 98-110

D. Lehmhus
Evaluation of Potential New Matrix Alloys for Production of PM Aluminium Foams
Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

D. Lehmhus, K. Stöbener, F. Baumgärtner, K.-E. Geyer
Prospects for Metalfoam Components in Structural Railway Applications
Proceedings, WCCR The World Congress on Railway Research, Edinburgh, United Kingdom (2003)

U. Lommatzsch
Aktivierbar: Plasma-Vorbehandeln bei Atmosphärendruck
metalloberfläche 4 (2003), 16-18

D. Niermann
Klebtechnik macht Autos leichter und sicherer
Interview, Handelsblatt (2003)

D. Niermann
Intelligente Klebstoffe erobern die Kfz-Werkshallen
Interview, Handelsblatt (2003)

M. Noeske, R. Wiken, S. Dieckhoff
Reaktive Wechselwirkungen zwischen 2K-Klebstoffsystemen und Metalloberflächen
Tagungsband, Das Neue geschieht an den Grenzflächen, Dechema, Würzburg (2003)

M. Noeske, R. Wilken, S. Dieckhoff
Thin Layers of a 2Component Polyurethane Adhesive on Metal Substrates – An XPS and SFM Investigation
Proceedings, 12. Tagung Festkörperanalytik, Wien, Österreich (2003)

M. Nöthe, K. Pischang, P. Ponizil, B. Kieback, J. Ohser
Investigation of Sintering Processes by Microfocus Computer Tomography (m-CT)
Proceedings, International Symposium on Computed Tomography and Image Processing for Industrial Radiology (2003), 273-280

M. Oeter, M. Brede, K. Dilger, O. Hahn, O.-D. Hennemann, O. Hesebeck, G. Schmid
Untersuchungen zum Crashverhalten geklebter und hybridgefügtter Stahlbauteile
DVS-Berichte 222 (2003), 26-31

F. Petzoldt, T. Hartwig, A. Rota
Metallpulverspritzguss – Fortschritte und Trends
Pulvermetallurgie in Wissenschaft und Praxis 19 (2003)

R. Pfeiffer, H. Kuzmany, N. Salk, B.H. Günther
Evidence for Trans-polyacetylene in Nanocrystalline Diamond Films from H-D Isotopic Substitution Experiments
Applied Physics Letters 82, 23 (2003), 4149-4150

R. Pfeiffer, H. Kuzmany, P. Knoll, S. Bokova, N. Salk, B.H. Günther
Evidence for Trans-polyacetylene in Nanocrystalline Diamond Films
Diamond and Related Materials 12 (2003), 268-271

H. Pohl, F. Petzoldt, A. Simchi, G. Malatesta
Improving Mechanical Properties of Direct Metal Laser – Sintered Parts by Heat Treatment
Proceedings, Euro PM, Valencia, Spanien (2003), 459-464

M. Pridöhl, G. Zimmermann, A. Hartwig, A. Lühning
Kleben und Lösen – just in time
Trendbarometer Technik, Hanser Verlag (2003), 184-185

J.A. Reglero, M.A. Rodriguez-Pérez, D. Lehmhus, W. Wichmann, A. Fernández, J.A. de Saja
An Experimental Study on Thermal Conductivity of Al-Foams Using the Transient Plane Source Method
Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

M. Reinfried, U. Waag
Von der Natur kopiert – Metallische Hohlkugeln und Hohlkugelstrukturen
Stahl formen-fertigen-fügen 5/6 (2003), 62

M.A. Rodriguez-Pérez, J.A. Reglero, D. Lehmhus, M. Wichmann, J.A. de Saja, A. Fernández
The Transient Plane Source Technique (TPS) to Measure Thermal Conductivity and its Potential as a Tool to Detect In-homogeneities in Metal Foams
Proceedings, Advanced Metallic Materials, Smolenice, Slowakien (2003)

A.C. Rota, F. Petzoldt, P. Imgrund
Micro Moulding and Advanced Material Combinations
Proceedings, International Conference on the Powder Injection Moulding of Metals, Ceramics and Carbides, State College Pennsylvania, USA (2003)

A.C. Rota, P. Imgrund, F. Petzoldt
Micro Moulding of Material Combinations to Avoid Assembly
Proceedings, Euro PM, Valencia, Spanien 3 (2003), 143-148

M. Schlimmer, M. Brede, J. Bornemann, O. Hahn, C. Handing, O.-D. Hennemann, O. Hesebeck, J. Jendry
Methodenentwicklung zur Berechnung und Auslegung geklebter Stahlbauteile für den Fahrzeugbau
DVS-Berichte 222 (2003), 63-67

J. Schmidt, W. Schnelle, Yu. Grin, R. Kniep
Pulse Plasma Synthesis and Chemical Bonding in Magnesium Diboride
Solid State Sciences 5 (2003), 535

J. Schmidt
Anwendungen des Spark Plasma Sinterverfahrens für Präparationszwecke in der Festkörperchemie
Dissertation TU Dresden (2003)

M. Schneider, K. Galle, H. Pohl
Inhibitor Efficiency Inside Small Crevices Investigated by Electrochemical Noise Analysis
Materials and Corrosion 54, 12 (2003), 966-973

M. Schneider, H. Pohl
Crevice Corrosion on AA 6013: Application of Electrochemical Noise Analysis
British Corrosion Journal 37, 4 (2003), 298-304

T. Schubert, A. Böhm, M. Zumdick, B. Kieback
Reaktionspulvermetallurgische Herstellung von Silizidkompositen auf Molybdänbasis
Tagungsband, Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde (2003), 224-229

T. Schubert, M. Reinfried
Aluminiummatrix-Verbundwerkstoffe mit quasikristalliner Partikelverstärkung
Tagungsband, Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde (2003), 177-182

A. Simchi, H. Pohl
Effects of Laser Sintering Processing Parameters on the Microstructure and Densification of Iron Powder
Materials and Engineering A359 (2003), 119-128

G. Stephani
Superleichte metallische Hohlkugelstrukturen
Tagungsband, WING-Konferenz, Weimar (2003), 172-181

G. Stephani
Metall wird zum Luftkuss
Trendbarometer Technik, Hauser-Verlag (2003), 146-147

K. Stöbener, M. Weigend, G. Rausch
Zinc Foams – New Approaches for Reduced Foam Density
Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

K. Stöbener, J. Baumeister, D. Lehmhus, H. Stanzick, V. Zöllmer
Composites Based on Metallic Foams: Phenomenology, Production, Properties and Principles
Advanced Metallic Materials, Smolenice (2003)

B. Thielicke, T. Gesang, P. Wierach
Reliability of Piezoceramic Patch Sensors under Cyclic Mechanical Loading
Smart Materials and Structures 12, 6 (2003), 993-996

X. Wang, A. Starlinger, U. Mieth, M. Brede
Investigation of Joint Behaviour of a Bonded Aluminium Structure Using Flexible Adhesive
Proceedings, Abaqus Users Conference, München (2003)

J. Weise, H. Stanzick, J. Banhart
Semi-solid Processing of Complex Formed Foamable Material
Proceedings, MetFoam, Berlin (2003)

J. Weise, T. Müller
Herstellung partikelverstärkter Aluminiumbauteile mittels Thixogießen kaltsostatisch kompaktierter Pulvermischungen
Tagungsband, 14. Symposium Verbundwerkstoff und Werkstoffverbunde, Wien, Österreich (2003)

T. Weißgärber, T. Schubert, B. Kieback
Metallische Verbundwerkstoffe für passive
Kühlkörper in der Elektronik
Tagungsband, Hagener Symposium,
19 (2003), 97-112

**T. Weißgärber, N. Reinfried, A. Böhm,
B. Kieback**
Preparation of NiTi Alloys by Powder
Metallurgy using Elemental Powders
Proceedings, PM2TEC, 6 (2003), 242-248

T. Weißgärber, L. Schneider, B. Kieback
Iron based Materials with Improved
Oxidation Resistance Prepared by Powder
Metallurgy
Proceedings, Euro PM, 1 (2003), 211-216

**T. Weißgärber, A. Meyer, J. Schulz-
Harder, G. Lefranc, O. Stoecker**
Cu-SiC Composites Prepared by Powder
Metallurgy for Thermal Management of
Electronic Devices
Proceedings, PM²TEC, 6 (2003), 33-40

**T. Weißgärber, A. Böhm, T. Schubert,
B. Kieback**
Composites Based on Metals and Inter-
metallics – Recent Developments at
FhG-IFAM Dresden
Proceedings, SAMPE, Tokio, Japan (2003)

**R. Wilken, T. Fladung, S. Dieckhoff,
O. Lammerschop**
Adhäsion und Alterung von
Kleerverbindungen
Tagungsband, Das Neue geschieht an den
Grenzflächen, DECHEMA, Würzburg (2003)

**M. Wirts, D. Grunwald, D. Schulze,
E. Uhde, T. Salthammer**
Time Course of Isocyanate Emission from
Curing Polyurethane Adhesives
Atmospheric Environment 37 (2003),
5467-5475

**D. Woiki, B.H. Günther, F. Petzoldt,
M. Wagener**
Processing of Nano-sized Silver for New
Anti-microbial Composite Materials
Proceedings, nanotechnology & PM2,
Providence, Rhode Island, USA (2003)

**T. Wübben, H. Stanzick, J. Banhart,
S. Odenbach**
Stability of Metallic Foams Studied under
Microgravity
Journal of Physics, Condensed Matter
15 (2003), 427

**F. von Zeppelin, M. Hirscher, H. Stanzick,
J. Banhart**
Desorption of Hydrogen from Blowing
Agents Used for Foaming Metals
Composite Science and Technology
63 (2003), 2293

Vorträge und Poster

O. Andersen

Development and potential applications of advanced powder metallurgical materials
Mitarbeiter-Seminar an der School of Mechanical and Production Engineering der Nanyang Technological University
Singapur
3.3.2003

O. Andersen, J. Gründer, G. Landgraf, P. Löthman

Modelling and Simulation of Meso- and Macro-Mechanical Properties of Hollow Sphere Structures
Mitarbeiter-Seminar an der School of Mechanical and Production Engineering der Nanyang Technological University
Singapur
4.3.2003

O. Andersen

Entwicklung und Einsatzgebiete neuer pulvermetallurgischer Werkstoffe
23. Konstruktionstechnisches Kolloquium Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
12.–13.3.2003

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani, G. Korb

Application-related Properties of Sintered Metallic Fiber Structures
MetFoam 2003, Cellular Metals and Metal Foaming Technology
Berlin
23.–25.6.2003

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani

Melt Extraction of Gold Fibers and Precious Metal Doped Fibers and Preparation of Porous Gold Fiber Structures
Gold 2003, New Industrial Applications for Gold
Vancouver, Kanada, USA
28.9.–1.10.2003

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani

Thermal, Mechanical and Fluid Flow Properties of Open-Porous Sintered Metallic Fibre Structures
EuroPM 2003
Valencia, Spanien
20.–22.10.2003

J. Baumeister

Herstellung von Aluminiumschaumbauteilen und dreidimensional geformten Sandwichmaterialien
1. Landshuter Leichtbaukolloquium
Landshut
19.–20.2.2003

J. Baumeister, D. Lehmhus

Commercially Available Products Made of PM Aluminium Foams – Status and Prospects
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

J. Baumeister, K. Stöbener

Influence of Particle Size and Shape on the Expansion Behaviour of Granulated Foamable Precursor Material
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

A. Berg

Offenporöse Aluminiumstrukturen – Verfahren, Eigenschaften, Anwendung
Werkstoff-Forum auf der Hannover Messe
Hannover
7.–12.4.2003

A. Berg, M. Haesche, W. Maysenhoelder

Noise Reduction by Open-pore Aluminium Foams
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

C. Blank, A. Krause, M. Schneider

REM- und TEM-Untersuchungen elektrolytischer Nickelschichten mit nanokristallinem Gefüge
12. Internationale Metallographie-Tagung
Berlin
17.–19.9.2003

E. Born

Möglichkeiten und Grenzen der TMDSC bei klebtechnischen Prüfungen
6. Würzburger Tage der Instrumentellen Analytik in der Polymertechnik
Festung Marienberg, Würzburg
10.–11.12.2003

V. Borst

Fügeverfahren Kleben
SFI-Lehrgang
SLV Hannover
26.3. und 27.10.2003

V. Borst

Klebstoffauftrag mit dem Roboter
2. Bremer Klebtage
IFAM Bremen
25.6.2003

V. Borst

Klebtechnisches Seminar
Lehrerfortbildung mit Praktikum
Berufsschule für Metalltechnik, Bremen
30.9.–1.10.2003

V. Borst

Klebstoffe – Neue Experimente mit Molekülen, die verbinden
Seminarreihe Fachbereich 2
Biologie / Chemie
Universität Bremen
30.10.2003

S. Buchbach, J. Ihde, O. Klapp

Wärmearmes Fügen von Magnesiumlegierungen
Vergleichende Untersuchungen von chromatfreien Korrosionsschutzsystemen und Lacksystemen
DFO-Tag Magnesium
Düsseldorf
8.10.2003

S. Dieckhoff

Mit Oberflächenanalytik zu neuen Erkenntnissen in der Klebtechnik
Institut für Physik und Physikalische Technologien
Technische Universität Clausthal
4.6.2003

H. Fricke, C. Panse

Implementierung und Anwendung der Agepro Kommunikationsplattform
Öffentliche Abschlusskonferenz des BMBF-Projektes Agepro
Paderborn
17.7.2003

T. Gesang

Beispiele aus der Praxis des Mikroklebens
Fachtagung FSK 2003 – Fertigungssystem Kleben
Bremen
9.–10.10.2003

T. Gesang, H. Knäbel, A. Hartwig, H. Schäfer, A. Battermann, J. Perl, A. Schönecker, L. Seffner, B. Thielicke, P. Wierach
Herstellung und Eigenschaften aktorischer Fasermodule
Adaptronic Congress
Wolfsburg
1.–3.4.2003

T. Gesang, U. Netzelmann
Reproduzierbares Dispensieren elektrisch leitfähiger Klebstoffe im Sub-Nanoliter-Bereich bei kurzen Taktzeiten
Fachausschuss der Forschungsvereinigung des DVS
Düsseldorf
29.4.2003

T. Gesang
Kleben in der Mikrofertigung
Firmen-Workshop
Regensburg
15.12.2003

T. Gesang, S. Böhm
F&E-Bedarf im Technologie-Cluster
Mikrokleben
Fachausschuss 10 der Forschungsvereinigung des DVS
Düsseldorf
29.4.2003

T. Gesang
Kleben in der Mikrotechnik
1. Workshop des Arbeitskreises »Biokompatible Aufbau- und Verbindungstechnik« im Rahmen der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE
Dresden
4.–5.12.2003

T. Gesang
Kleben in der Mikrofertigung
Seminar
IFAM Bremen
13.6.2003

T. Gesang
Adhäsion – vom Mikroskopischen zum Makroskopischen
Kleben – Innovative Verbindungstechnik für die Industrie
Seminar des VDI
Bremen
18.–19.11.2003

T. Gesang
Elektrisch leitfähige Klebverbindungen
Fachforum »Elektrisch leitfähige Kunststoffe«
Otti-Kolleg
Regensburg
7.–8.10.2003

D. Godlinski, H. Pohl
Herstellung metallischer Prototypen im ProMetal®-Verfahren
Rapid Prototyping and Rapid Tooling,
VDI-Bildungswerk
Aachen
11.–12.3.2003

H. Göhler, U. Waag, G. Stephani, F. Bretschneider, H. Venghaus
Metal Hollow Sphere Structures in Sound Absorbing Applications
EuroPM 2003
Valencia, Spanien
20.–22.10.2003

A. Groß
The Activities in Personnel Qualification in Adhesive Bonding Technology
EU-Projektsitzung
Nizza, Frankreich
24.1.2003

A. Groß
Moderne Klebtechnik
Tagung Join-Tec
Dresden
19.2.2003

A. Groß
Raw Material – Adhesive – Component
STICK! 3rd European Congress on Adhesive and Sealant Raw Material
Nürnberg
9.4.2003

A. Groß
Kleben – die fügetechnische Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts
VDI nachrichten-Konferenz »Innovation Kleben«
Ludwigsburg
6.5.2003

A. Groß
Le collage – une technique d'assemblage innovatrice pour aujourd'hui et demain
AllG-Conference »Les assemblages par collage«
Liège, Belgien
8.5.2003

A. Groß
Moderne Vorbehandlungen von Kunststoffen
OFI-Fachseminar »Kleben von Kunststoffen«
OFI Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik
Wien, Österreich
15.5.2003

A. Groß
Klebtechnische Personalqualifizierung – was gibt's Neues?
2. Bremer Klebtage
Bremen
24.6.2003

A. Groß
Kleben – eine moderne Verbindungstechnik
VDI-Seminar
Mainz
26.9.2003

A. Groß
Kleben – eine unterschätzte Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts
DVS-Seminar
Hamburg
6.11.2003

B. Günther, D. Salz, M. Wagener, D. Woiki
Functional Coatings with Polymer / Metal Nanocomposites
Workshop on Nanostructural Materials
Dresden
19.11.2003

A.G. Hansen, M. Langseth, K. Stöbener, G. Rausch
Closed Surface Skin of IFAM Foams in Numerical Simulation and Verification with Experimental Results
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

A. Hartwig, M. Sebal, D. Pütz, L. Aberle
Preparation, Characterisation and Properties of Nanocomposites Based on Epoxy Resins Eurofillers 2003
Alicante, Spanien
8.–11.9.2003

A. Hartwig

Die chemische Nanotechnologie und ihr Einfluss auf zukünftige Klebstoffentwicklungen
FSK 2003 Tagung Fertigungssystem Kleben
Bremen
9.–10.10.2003

D. Hennigs, H. Pleiteit, H. Fricke, S. Stührmann, V. Kühne, V. Legazpi, S. Theodoridou, J. McLean
ecoMold – A Novel Concept to Produce Moulds for Plastic Injection Moulding and Pressure Die Casting
Euro-uRapid 2003
Frankfurt am Main
1.12.2003

D. Hennigs, H. Pleiteit, H. Fricke
ecoMold – A Novel Concept to Produce Moulds for Plastic Injection Moulding and Pressure Die Casting
EOS-International User Meeting 2003
Garmisch-Partenkirchen
14.–15.5.2003

D. Hennigs
ecoMold – Ein neues Fertigungskonzept für die generative Herstellung von Werkzeug-einsätzen mit Hilfe des Selektiven Lasersinterns
EOS – International User Meeting 2003
Garmisch-Partenkirchen
14.–15.5.2003

D. Hennigs, I. Wirth
3D-Printing nach ProMetal® – Ein neues Rapid-Tooling-Verfahren für den Werkzeugbau – Verfahren, Prozessketten, Anwendungen, Entwicklungen
DZ-ViPro Themen »Kleinserien- und Prototypenfertigung«
Fraunhofer-Demonstrationszentrum Virtuelle Produkt- und Produktionsentstehung
Berlin
4.–5.6.2003

D. Hennigs
ecoMold – A Novel Tooling-concept for Manufacturing of Lasersintered Tooling-inserts for Injection Moulding and Pressure Die Casting
EOS – International User Meeting 2003
Garmisch-Partenkirchen
14.–15.5.2003

D. Hennigs, D. Godlinski, H. Pohl
Herstellung metallischer Werkstücke im ProMetal®-Prozess
VDI-Wissensforum Rapid-Technologies, Seminar 342209
Aachen
11.–12.3.2003

O. Hesebeck, M. Brede, M. Oeter, G. Schmid
Experimental Methods for the Evaluation of Crashworthiness of Adhesive Bonds
European Vehicle Passive Safety Network Workshop on Materials Technology
»Adhesive Bonding, Hybrid Structures and Crashworthiness«
IFAM Bremen
22.–23.9.2003

J. Ihde, S. Buchbach, V. Stenzel
Korrosionsschutz für Magnesiumbauteile
Kolloquium Modulare Magnesiumbauweisen
IFAM Bremen
25.2.2003

J. Ihde, S. Buchbach, M. Peschka
Kleben von Magnesiumbauteilen
Kolloquium Modulare Magnesiumbauweisen
IFAM Bremen
26.2.2003

J. Ihde, S. Buchbach, V. Stenzel
Korrosionsschutz und Fügeverfahren für Magnesiumbauteile
Treffen des Verbandes Deutscher Gießer
IFAM Bremen
30.10.2003

J. Ihde, A. Baalmann, D. Salz, K. Vissing
Korrosionsschutz durch polymere Beschichtungen mit ND- und AD-Plasmen
Arbeitskreis Plasmatechnik
IWT Institut für Werkstofftechnik
Bremen
11.11.2003

J. Ihde, S. Buchbach, V. Stenzel, K. Vissing, M. Cheta
Poster, Pretreatment and Cr-VI-free Corrosion Protection for Low Temperature Bonding of Magnesium Components
International Conference on Magnesium Alloys and Their Applications
Wolfsburg
18.11.2003

P. Imgrund, A. Rota
Multifunctional Microparts by Metal Injection Moulding
Micro System Technologies 2003
München
7.–8.10.2003

P. Imgrund, A. Rota, F. Petzoldt, G. Örlýgsson, G. Finnah, V. Piotter, R. Ruprecht, J. Haußelt
Poster, 2K-PIM: Multifunktionale Werkstoffe für Mikroteile durch Mehrkomponenten-Pulverspritzgießen
WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft
Weimar
29.–31.10.2003

B. Kieback, A. Böhm, T. Weißgärber
Neue Konzepte für pulvermetallurgisch hergestellte Hochtemperaturwerkstoffe und -bauteile
Symposium »Hochtemperaturwerkstoffe – Entwicklungsstand, Prüfverfahren und Einsatzmöglichkeiten«
WIWEB Erding
8.–10.4.2003

B. Kieback
Survey of Powder Metallurgy
European Metallurgical Conference
Emc 2003
Hannover
16.–19.9.2003

B. Kieback, T. Weißgärber, L. Schneider
Iron Based Materials with Improved Oxidation Resistance Prepared by Powder Metallurgy
EuroPM 2003
Valencia, Spanien
20.–22.10.2003

B. Kieback, G. Stephani, T. Weißgärber, T. Schubert, U. Waag, A. Böhm, O. Andersen, H. Göhler, M. Reinfried
Powder Metallurgy for Light Weight and Ultra-Light Weight Materials
International Symposium on Advanced Powder Metallurgy
KPMI Korean Powder Metallurgy Institute
Muju, Korea
30.10.–1.11.2003

B. Kieback
Nanopulvermetallurgie
Hagener Symposium
Hagen
27.–28.11.2003

V. Klocke, T. Gesang

Von der Nanorobotik zur Mikroproduktions-
technik
BMBF-Statusseminar REMROB auf der
Konferenz
Micro System Technologies 2003
München
7.–8.10.2003

**V. Krink, G. Lotze, F. Laurisch, W. Möhler,
M. Jochim, R. Wiedemann, B. Bendjus,
A. Weißbach**

Verbesserung der Qualität von Elektrode und
Düse für das Plasmaschneiden
3. Zittauer Innovationsforum »Neuartige
Applikationsfelder für die plasmagestützte
Oberflächentechnik«
Ostritz
25.4.2003

D. Lehmhus

Evaluation of Potential New Matrix Alloys for
Production of PM Aluminium Foams
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

D. Lehmhus

The European Vehicle Passive Safety Network
European Vehicle Passive Safety Network
Workshop »Adhesive Bonding, Hybrid
Structures and Crashworthiness«
IFAM Bremen
22.–23.9.2003

D. Lehmhus

FP6 Projects APSN and APROSYS – Materials
and Structural Crashworthiness
European Vehicle Passive Safety Network
Workshop »Adhesive Bonding, Hybrid
Structures and Crashworthiness«
IFAM Bremen
22.–23.9.2003

**D. Lehmhus, K. Stöbener, F. Baumgärtner,
K.-E. Geyer**

Prospects for Metal Foam Components in
Structural Railway Applications
WCCR The World Congress on Railway
Research 2003
Edinburgh, United Kingdom
28.9.–1.10.2003

U. Lommatzsch, D. Salz, J. Ihde

Activation and Functional Coatings with
Atmospheric Pressure Plasma
Technical Conference »Surface Treatment of
Polymers – New Developments and Trends«
International Converting Exhibition ICE 2003
München
19.11.2003

D. Niermann

Kleben – die unterschätzte Schlüssel-
technologie
Firmen-Workshop
Berlin
26.3.2003

D. Niermann

Qualitätsmanagement in der Klebtechnik:
Richtlinien und Normen
Fachseminar »Kleben von Kunststoffen«
OFI Österreichisches Forschungsinstitut für
Chemie und Technik
Wien, Österreich
15.5.2003

D. Niermann

DIN 6701 – Kleben von Schienenfahrzeugen
und -fahrzeugteilen – Stand der Entwicklung
5. Fachtagung »Fügen und Konstruieren im
Schienenfahrzeugbau«
SLV Halle
21.5.2003

D. Niermann

Kleben im Metallhandwerk
Landes-Fachgruppentagung des Landes-
verbandes Metall Niedersachsen / Bremen
Lüneburg
12.6.2003

D. Niermann

Prinzipien des Klebens: Adhäsion und
Kohäsion
Physikalisch-chemisches Kolloquium
Universität Bremen
11.7.2003

D. Niermann

Klebgerechtes Konstruieren
Seminar VDI-Wissensforum
Mainz
26.9.2003

M. Noeske, R. Wilken, S. Dieckhoff

Reaktive Wechselwirkungen zwischen
2K-Klebstoffsystemen und Metalloberflächen
Gemeinsame Sitzung der Fachausschüsse
»Das Neue geschieht an den Grenzflächen«,
Dechema e.V.
Würzburg
5.–7.3.2003

M. Noeske, R. Wilken, S. Dieckhoff

Thin Layers of a 2-Component Polyurethane
Adhesive on Metal Substrates: An XPS and
SFM Investigation
12. Tagung Festkörperanalytik
Wien, Österreich
22.–24.9.2003

M. Peschka

Strukturelles Kleben von Bauteilen aus
Aluminium
Woche der innovativen Füge- und
Befestigungstechnik
Handwerkskammer Ostwestfalen-Lippe
Bielefeld
11.–14.2.2003

M. Peschka

Ein Instrument zur Qualitätssicherung
in der Klebtechnik
Woche der innovativen Füge- und
Befestigungstechnik
Handwerkskammer Ostwestfalen-Lippe
Bielefeld
11.–14.2.2003

M. Peschka

Konzept und Realisierung eines
2K-Minidosierers – Erste Ergebnisse
2. Bremer Klebtage
IFAM Bremen
24.–25.6.2003

M. Peschka

Klebstoffauswahl – Vorschlag für eine
Systematische Vorgehensweise
2. Fachkonferenz »Kleben in der Praxis«
Stuttgart
17.–18.9.2003

M. Peschka

Prüfen von Klebverbindungen: Methoden –
Ergebnisse – Interpretationen
2. Fachkonferenz »Kleben in der Praxis«
Stuttgart
17.–18.9.2003

M. Peschka

Klebstoffauswahl – Vorschlag für eine Systematische Vorgehensweise
Praxisseminar »Kleben und Beschichten«
Jena
24.9.2003

F. Petzoldt

Micro Powder Injection Moulding
Workshop »Powder Injection Moulding«
Ceramitec 2003
München
17.9.2003

F. Petzoldt, T. Hartwig, A. Rota

Metallpulverspritzguss – Fortschritte und Trends
Hagener Symposium 2003
Hagen
27.11.2003

G. Rausch

Aluminiumschaum als Konstruktionswerkstoff
HFT Kolloquium
Stuhr, Bremen
12.5.2003

G. Rausch, K. Stöebener

Metal Foam Applications in Transport Industry on the Way to Large Scale Production
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

G. Rausch

Meteor and LISA: European Projects on Metal Foams for Energy Absorption
European Vehicle Passive Safety Network
Workshop »Adhesive Bonding, Hybrid Structures and Crashworthiness«
IFAM Bremen
22.–23.9.2003

G. Rausch

Light Foams for Structural Applications
Workshop »New Materials and Advanced Manufacturing Technologies for Future Ultralight Vehicles«
Orbassano, Italien
9.–10.10.2003

G. Rausch

Advanced Manufacturing Technology for Automotive Chassis Components Through Extensible and Sustainable Use of Magnesium Alloys
Workshop »New Materials and Advanced Manufacturing Technologies for Future Ultra-light Vehicles«
Orbassano, Italien
9.–10.10.2003

G. Rausch, A. Ziese, D. Lehmhus, T. Müller

MG-CHASSIS – Advanced Manufacturing Technology for Automotive Chassis Components Through Extensible and Sustainable Use of Magnesium Alloys
International Conference on Magnesium Alloys and Their Applications
Wolfsburg
18.–20.11.2003

J.A. Reglero, M.A. Rodriguez-Pérez, D. Lehmhus, M. Wichmann, A. Fernández, J.A. de Saja

An Experimental Study on Thermal Conductivity of Al-Foams Using the Transient Plane Source Method
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

M. Reinfried, U. Waag

Zellulare Werkstoffe aus Stahl: Hohlkugelstrukturen – Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen
Hannover Messe, Werkstoff-Forum
Hannover
7.–11.4.2003

M. Reinfried, U. Waag, G. Stephani, F. Bretschneider

Deformation Behaviour of Ultra Light Weight MHS-structures
EuroMat 2003
Lausanne, Schweiz
1.–5.9.2003

K. Rischka, P. GroB

Kleben in der Natur – Anregungen für die Technik
Workshop »Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen«
4. nro.tech Symposium
Erfurt
11.–12.9.2003

M.A. Rodriguez-Pérez, J.A. Reglero, D. Lehmhus, M. Wichmann, J.A. de Saja, A. Fernández

The Transient Plane Source (TPS) to Measure Thermal Conductivity and its Potential as a Tool to Detect In-homogeneities in Metal Foams
Advanced Metallic Materials 2003
Smolenice, Slowakien
5.–7.11.2003

A. Rota

Micro Moulding of Advanced Material Combinations
International Conference on the Powder Injection Moulding of Metals, Ceramics and Carbides
State College Pennsylvania, USA
19.3.2003

A. Rota

Micro Moulding of Material Combinations to Avoid Assembly
EuroPM 2003
Valencia, Spanien
20.–22.10.2003

A. Rota

Bio-aktive Oberflächenmodifikation durch Mikrostrukturierung zur Optimierung von Linsenimplantaten
Workshop »Bio-aktive Oberflächenmodifikation durch Mikrostrukturierung«
Bremen
18.11.2003

J. Schmidt, Y. Grin

Spark Plasma Sintering as a Tool for Preparations of Intermetallics
Workshop »Modern Sintering Technology«
CERAMITEC 2003
München
18.9.2003

J. Schmidt, R. Niewa, M. Schmidt, Y. Grin

Decomposition of MgH₂ by SPS
2003 TMS Annual Meeting & Exhibition
San Diego, Kalifornien, USA
2.–6.3.2003

M. Schneider

Anforderungen an den Korrosionsschutz von Offshore-Windenergieanlagen
Workshop »Korrosionsschutz von Offshore-Windenergieanlagen«
IFAM Bremen
27.3.2003

M. Schneider, M.M. Lohrengel, C. Rosenkranz, A. Schreiber, E. Kock, M. Beneke
Comparative Electrochemical Investigation of Various Anodic Oxide Layers on AA 2024 ASST III
Bonn
18.–22.5.2003

T. Schubert
PM-Aluminium für leichte Bauteile im Automobil
Hannover Messe
Hannover
7.–11.4.2003

T. Schubert, G. Walther, H. Balzer, H.-C. Neubing, H. Gans, U. Baum, R. Braun
Tribologische und mechanische Untersuchungen an pulvermetallurgisch hergestellten Aluminiumwerkstoffen
44. Tribologie-Fachtagung
Göttingen
23.–25.9.2003

T. Schubert, G. Walther, H. Balzer, H.-C. Neubing, H. Gans, U. Baum, R. Braun
P/M Aluminium Structural Parts for Automotive Application Materials and Processing Development
WING-Konferenz
Weimar
29.–21.10.2003

H. Stanzick, M. Wichmann, J. Weise, L. Helfen, T. Baumbach, V. Gergely, J. Banhart
Influence of Degradation Processes in Liquid Metal Foams Using Real-time X-ray Radioscopy
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

H. Stanzick, T. Wenzel, R. Hanke, M. Maisl
Non-destructive Testing Methods for Metal Foams
NDT-CE 2003
Berlin
16.–19.9.2003

V. Stenzel
Oberflächenschutz von Windenergieanlagen – Ein Herausforderung für Lackhersteller und Beschichter
Husum-Wind, Praxisforum
Husum
27.9.2003

V. Stenzel
Kleben als Fügetechnik von vorlackierten Materialien
DFO-Lehrgang »Verfahren mit Zukunft: Coil Coating«
Ludwigshafen
5.11.2003

G. Stephani
Metallische Hohlkugelstrukturen für funktionelle Anwendungen
Lausitzer Katalysatoren-Kolloquium
Drochow
12.6.2003

G. Stephani
Metal Hollow Sphere Structures – Processing, Properties and Applications
Glatt Air Techniques
Ramsey, USA
17.7.2003

G. Stephani
Cellular Materials for Biomaterial Applications
Stryker-Howmedica
Allendale, USA
18.7.2003

G. Stephani
New Light Weight Materials Based on Metallic Hollow Spheres
4th Hungarian Conference on Materials Science, Testing and Informatics
Balatonfüred, Ungarn
12.–14.10.2003

G. Stephani
Superleichte metallische Hohlkugelstrukturen
WING-Konferenz
Weimar
29.–31.10.2003

G. Stephani, U. Waag, H. Göhler, B. Kieback, H. Schneidereit, F. Bretschneider, H. Venghaus
Strukturelle und funktionelle Hohlkugelstrukturen
Hagener Symposium
Hagen
27.–28.11.2003

G. Stephani
Cellular Metals – New Multifunctional Light Weight Materials
Singapur Technologies Kinetics
Singapur
10.12.2003

G. Stephani
Metal Hollow Sphere Structures – Mechanical and Acoustical Properties
Nanyang Technological University
Singapur
12.12.2003

K. Stöbener, J. Baumeister, D. Lehmhus, H. Stanzick, V. Zöllmer
Composites Based on Metallic Foams: Phenomenology, Production, Properties and Principles
Advanced Metallic Materials 2003
Smolenice, Slowakien
5.–7.11.2003

K. Stöbener, M. Weigend, G. Rausch
Zinc Foams – New Approaches for Reduced Foam Density
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

U. Waag
Manufacturing and Applications Cellular Metal Based on a Powder Metallurgical Process Route
Kagawa Forum for Super Light Weight Metals – Processing and Applications
Takamatsu, Japan
6.11.2003

X. Wang, A. Starlinger, U. Mieth, M. Brede
Investigation of Joint Behaviour of a Bonded Aluminium Structure Using Flexible Adhesives
ABAQUS Users' Conference 2003
München
4.–6.6.2003

J. Weise, H. Stanzick, J. Banhart
Semi-solid Processing of Complex Formed Foamable Material
MetFoam 2003
Berlin
23.–25.6.2003

T. Weißgärber, A. Böhm, W. Pieper, U. Dötzer
Anwendung des Hybridizer-Verfahrens zur Modifizierung von Pulvern für das thermische Spritzen
Werkstofftechnisches Kolloquium
Chemnitz
25.–26.9.2003

T. Weißgärber, A. Meyer, J. Schulz-Harder, G. Lefranc, O. Stoecker
Cu-SiC Composites Prepared by Powder Metallurgy for Thermal Management of Electronic Devices
PM²TEC
Las Vegas, Nevada, USA
8.–12.6.2003

T. Weißgärber, A. Böhm, G. Lotze, B. Kieback
Model for Calculation of Swelling Effects in Ti-Al System During Transient Liquid Phase Sintering
PM²TEC
Las Vegas, Nevada, USA
8.–12.6.2003

T. Weißgärber, N. Reinfried, A. Böhm, B. Kieback
Preparation of NiTi Alloys by Powder Metallurgy Using Elemental Powders
PM²TEC
Las Vegas, Nevada, USA
8.–12.6.2003

T. Weißgärber, A. Böhm, T. Schubert, B. Kieback
Composites Based on Metals and Inter-metallics – Recent Developments at FhG-IFAM Dresden
SAMPE 2003
Tokio, Japan
19.–21.11.2003

T. Weißgärber, T. Schubert, B. Kieback
Metallische Verbundwerkstoffe für passive Kühlkörper in der Elektronik
Hagener Symposium Pulvermetallurgie Hagen
27.–28.11.2003

R. Wilken, T. Fladung, S. Dieckhoff, O. Lammerschop
Adhäsion und Alterung von Klebverbindungen
Gemeinsame Sitzung der Fachausschüsse »Das Neue geschieht an den Grenzflächen«, DECHEMA e.V.
Würzburg
5.–7.3.2003

R. Wilken, T. Fladung
The Influence of Water on Long-term Stability of Epoxy-based Adhesive Joints
ECASIA 2003, 10th European Conference on Applications of Surface and Interface Analysis
Berlin
5.–10.10.2003

R. Wilken
Einfluss siliconhaltiger Trennmittelbestandteile auf die Lackierbarkeit von Substraten und die Verbundfestigkeit von Klebungen mit Haftklebebändern
11. Sitzung DECHEMA-Arbeitskreis »Adhäsion und Klebstoffchemie«
Frankfurt am Main
19.11.2003

I. Wirth
Vergleich Lasermikrosintern und Mikrospritzguss
16. Internationale Wissenschaftliche Konferenz Mittweida
Fachhochschule Mittweida
6.–7.11.2003

I. Wirth, D. Hennigs
RP im Werkzeugbau – Rapid Tooling
DZ-ViPro Thementage »Kleinserien- und Prototypenfertigung«
Fraunhofer-Demonstrationszentrum Virtuelle Produkt- und Produktionsentstehung
Berlin
4.–5.6.2003

I. Wirth
Rapid Prototyping Technologien am Fraunhofer IFAM
DesignAcademy 2003
Fachhochschule Potsdam
24.7.2003

D. Woiki, B.H. Günther, F. Petzoldt, M. Wagener
Processing of Nano-sized Silver for New Anti-microbial Composite Materials
Nanotechnology & PM2: »Scientific Challenges and Commercial Opportunities«
Providence, Rhode Island, USA
17.–18.10.2003

D. Woiki, B.H. Günther, F. Petzoldt, M. Wagner
Poster, Processing of Nano-sized Silver for New Anti-microbial Composite Materials
Jahrestagung IFPRI International Fine Particle Research Institute
Bremen
6.–10.7.2003

A. Ziese
Advanced Manufacturing Technology for Automotive Chassis Components Through Extensible and Sustainable Use of Magnesium Alloys
International Conference on Magnesium Alloys and Their Applications
Wolfsburg
18.–20.11.2003

IFAM-Seminarvorträge, Bremen

Interne Referenten

14.2.2003
P. Backe
Mischbauweisen durch Hoch- und Nieder-
temperaturfügeverfahren
Kleben von Aluminium- und Titanblechen

14.2.2003
V. Grinev
Implementierung innovativer Technologien

14.2.2003
S. Kim
Einsatz von 3-D-Simulationssystemen bei der
Montage komplexer Bauteile

16.5.2003
P. Schiffels
Simulation von Klebschichten: Von der
Molekülstruktur zu Materialeigenschaften

16.5.2003
M. Schneider
Anforderungen an den Korrosionsschutz von
Offshore-Windenergieanlagen

16.5.2003
V. Stenzel
Offshore-Windenergieanlagen: Beschich-
tungskonzepte

13.6.2003
T. Gesang
Kleben in der Mikrofertigung

13.6.2003
K. Rischka
Copolymere auf der Basis von isoaktischem
Polypropylenoxid

29.8.2003
D. Ripper
Konzeption einer Verarbeitungsanlage für
Polyurethan-Hotmelts

19.9.2003
J. Ihde
Abscheidung polymerer Schichten von Eisen-
pulvern mit Atmosphärendruck-Plasmen

19.9.2003
P. Jörn
Entwicklung eines Produktionsverfahrens für
CFK-Flugzeugfensterrahmen

7.11.2003
E. Born
Möglichkeiten und Grenzen der TMDSC bei
klebtechnischen Prüfungen

7.11.2003
T. Fladung
Adhäsionseigenschaften kunststoffgebun-
dener Magnetwerkstoffe

7.11.2003
T. Kowalik
Leitklebstoffe für die Solartechnik

27.11.2003
H. Fricke, A. Burblies
Konstruieren, Simulieren, Optimieren
(Workshop)

5.12.2003
M. Kleemeier
Wärmeleitfähigkeiten an dünnen Kleb-
schichten

5.12.2003
C. Nagel
Entwicklung von langzeitbeständigen Kalt-
fügetechniken für den Schienenfahrzeugbau

Externe Referenten

8.5.2003
R.S. Sussmann
King's College, London, United Kingdom
CVD-Diamond – The Industrial Landscape

14.7.2003
B. Valeske
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüf-
verfahren – IZFP, Universität Saarbrücken
Zerstörungsfreie Prüfung von Kunststoffen
und polymeren Werkstoffverbunden

18.7.2003
A. Upadhyaya
Indian Institute of Technology, Kanpur,
Indien
Recent Advances in PM Processing of
Materials

25.8.2003
M.A. Bayoumi
Al-Azhar University, Kairo, Ägypten
Fabrication and Characterisation of MMCs

19.9.2003
F. Müller-Plathe
Physikalische Chemie, International
University – IUB, Bremen
Polymere auf verschiedenen Längenskalen:
Von neuen Simulationsverfahren zu neuen
Anwendungen

IFAM-Seminarvorträge, Dresden

Interne Referenten

28.3.2003
I. Morgenthal
Faserwerkstoffe für selektive Oxidation

11.4.2003
M. Franke
Rapid Prototyping für MIM-Anwendungen

9.5.2003
G. Lotze
Entwicklung von PM-Komponenten für das Plasmaschneiden

19.6.2003
T. Büttner
Ergebnisse des SAB-Projektes »PROWALZ«

10.7.2003
T. Studnitzky
Isotherme Erstarrung in neuen Materialsystemen für hochtemperaturstabile Verbindungen

12.8.2003
J. Schmidt
Mikrowellensintern

6.10.2003
M. Zumdick
Ursachen für SnO₂-Ausscheidungen in ITO

24.10.2003
M. Reinfried / U. Waag
Geschlossenzellige Hohlkugelstrukturen

21.11.2003
O. Andersen
Wärmetauscher-Explosionsschutz

19.12.2003
W. Oettel
Offenzellige Hohlkugelstrukturen

Externe Referenten

23.5.2003
T. Baumbach
Fraunhofer-EADQ, Dresden
Neue Methoden für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

30.6.2003
N. Reinfried
Max-Planck-Institut CPfS, Dresden
Synthese von Magnesiumsilizid mittels Plus-Plasma-Synthese

11.7.2003
G. Schulz
WIDEFLOW
Herstellung von Verdüsungspulvern mit dem WIDEFLOW-Verfahren

30.9.2003
H. Weidmüller
Lehrstuhl Baustoffe / Bauchemie, BTU Cottbus
Schichtsilicate in Grauwacken als Ursache für unterschiedliche Alkaliempfindlichkeiten in Beton

7.11.2003
M. Weishäupl
PST München
Patentwesen der FhG

14.11.2003
R. Scholl
H.C. Starck GmbH & Co. KG, Laufenburg
Herstellung hochsinterfähiger Legierungspulver

5.12.2003
H. Uhlenhut
H.C. Starck GmbH & Co. KG, Hermsdorf
Recent Advances in PM-tantalum-products

Patente

Anmeldungen

A. Böhm, T. Weißgärber, D. Naumann
Pulvermetallurgisch hergestelltes Bauteil aus intermetallischen Phasen oder Mischkristallen insbesondere auf Ni-Al-Basis
DE 103 01 175.7
Anmeldetag: 8.1.2003

M. Peschka
Verbindungselement zur Realisierung von Mischbauweisen
DE 103 03 687.3
Anmeldetag: 30.1.2003

L.B. Aberle E. Born, A. Hartwig, M. Kleemeier
Material, insbesondere zur Einbringung in Bindemittelsysteme
DE 103 07 099.0-41
Anmeldetag: 19.2.2003

G. Schulz, D. Meissner, A. Böhm, T. Weißgärber
Mikrosphärischer Körper mit halbleitenden Eigenschaften, Verfahren zur Herstellung sowie deren Verwendung
DE 103 11 892.6
Anmeldetag: 18.3.2003

M. Zumdick, T. Weißgärber, A. Böhm, H.-D. Böhm, G.Lotze, U. Siefken
Widerstandswerkstoff aus Silizidkomposit und einer keramischen Verstärkungskomponente, Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung
DE 103 15 013.7
Anmeldetag: 31.3.2003

G. Walther, A. Böhm, T. Weißgärber, H.-D. Böhm, B. Engelmann, D. Naumann
Verfahren zur Herstellung eines offenporigen Formkörpers, ein solcher Formkörper sowie dessen Verwendung
DE 103 16 929.6
Anmeldetag: 7.4.2003

G. Lotze, W. Möhler, V. Krink, F. Laurisch, T. Weißgärber, K. Kümmel
Düse für Plasmabrenner
DE 103 23 014.9
Anmeldetag: 23.4.2003

R. Wilken, S. Dieckhoff, A. Seiler, A. Hartwig, T. Kowalik
Korrosionsschutzmittel zum Schutz von Leichtmetallen
DE 103 22 507.2
Anmeldetag: 19.5.2003

S. Dieckhoff, R. Wilken
Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung oder Modifizierung von Oberflächen
DE 103 35 470.0
Anmeldetag: 2.8.2003

R. Wilken, J. Ihde, S. Dieckhoff, J. Degenhardt, D. Salz, A. Seiler
Korrosionsschutzbeschichtung
DE 103 42 448.2
Anmeldetag: 13.9.2003

G. Walther, A. Böhm, D. Naumann
Verfahren und Herstellung von Bauteilen sowie mit diesen Verfahren hergestellte Bauteile
DE 103 46 281.3
Anmeldetag: 30.9.2003

V. Stenzel, M. Kaune, M.R. da Silva Branco Cheta
Werkzeug zur Erzeugung mikrostrukturierter Oberflächen
DE 103 46 124.8
Anmeldetag: 1.10.2003

J. Hübelt, C. Kostmann, U. Waag, G. Stephani, G. Lotze
Schallabsorber
DE 103 47 226.6
Anmeldetag: 6.10.2003

Erteilungen

C. Kostmann, M. Mögel, G. Stephani
**Verfahren und Vorrichtung zur
Herstellung eines Faserformkörpers**
DE 197 12 625 C2
Erteilungstag: 20.2.2003

U. Waag, L. Schneider, G. Stephani,
T. Schwegler
Formgebungswerkzeug
DE 101 16 952 C2
Erteilungstag: 6.3.2003

F. Bretschneider, H. Stephan, J. Brückner,
O. Andersen, B. Kieback, G. Stephani, L.
Schneider, U. Waag
**Verfahren zur Herstellung metallischer,
oxydischer oder keramischer Hohlkugeln**
DE 199 29 760 C2
Erteilungstag: 22.5.2003

A. Böhm, H. Göhler, D. Naumann
**Verfahren zur Herstellung gesinterter
poröser Körper**
DE 101 50 948 C1
Erteilungstag: 28.5.2003

D. Ostgaard, P. Panster, C. Rehren,
M. Berweiler, L. Schneider, G. Stephani
**Aktivierte Raney-Metallkatalysatoren –
umfassend hohle Formen**
EP 1 068 900 B1
Erteilungstag: 18.6.2003

G. Lotze, F. Albracht, K.-H. Krause,
G. Merkmann, W. Timm
Gummiwerkstoff zur Schallisolation
EP 1 238 000 B1
Erteilungstag: 3.9.2003

R. Scholl, A. Böhm, G. Stephani,
F. Bretschneider, J. Brückner, H. Stephan
**Thermisch isolierende Hohlkugel und
Verfahren zur Herstellung**
DE 101 60 640 C2
Erteilungstag: 2.10.2003

B. Kieback, A. Böhm, T. Weißgärber
**Pulvermetallurgisch durch Reaktions-
sintern hergestelltes Bauteil aus einem
Titanaluminid-Werkstoff und Verfahren
zu seiner Herstellung**
DE 102 28 924 C1
Erteilungstag: 20.11.2003

Markeneintragungen, Ehrungen und Preise

Markeneintragung

Marke
»HIGHPOR«
Anmeldetag: 12.12.2002
Erteilungstag: 21.3.2003

Ehrungen und Preise

V. Zöllmer
DGM-Nachwuchspreis 2003
Tag der Verleihung: 10.7.2003

Stahlinnovationspreis 2003
Stahlhohlkugelstrukturen

Innovationspreis Münsterland 2003
1. Preis Kooperation Wissenschaft und
Wirtschaft
Neuheitenvertrieb Paul Hunkemöller,
Coesfeld und IFAM Dresden

EPMA Award 2003
Lasertool Powder Blend
Innovation in Powder Metallurgy Materials

Outstanding Poster
T. Weißgärber, A. Böhm, G. Lotze,
B. Kieback
Model for Calculation of Swelling Effects
in Ti-Al Systems
Metal Powder Industries Federation
International Conference on Powder
Metallurgy & Particulate Metarials (2003),
Las Vegas, Nevada, USA

Publikationen zum Bericht

Trends in der Pulvermetallurgie: »Leicht-« und »Nano-«

B. Kieback, G. Stephani, T. Weißgärber, T. Schubert, U. Waag, A. Böhm, O. Andersen, H. Göhler, M. Reinfried
Powder metallurgy for light weight and ultra-leight weight materials. J. Korean Powder Metall. Inst. 10 (2003) 383-389

T. Schubert, H. Balzer, H.-C. Neubing, H. Gans
P/M aluminium structural parts for automotive application: materials and processing development. Proceedings of the Materials Week 2002.

Th. Schubert, M. Reinfried
Aluminiummatrix-Verbundwerkstoffe mit quasikristalliner Partikelverstärkung, Tagungsband »Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde«, Wien, Österreich 2.-4.7.2003, S. 177-182

A. Böhm
Untersuchungen zum Reaktionssintern von Ti-Al-Elementpulvermischungen, Dissertation, Mainz-Verlag, Aachen, 2001

A. Böhm, R. Scholl, B. Kieback
Reaction sintering of components from γ -TiAl-based alloys. Proc. of 15th International Plansee Seminar 2001, 626-635

B. Kieback, H. Kubsch, A. Böhm, M. Zumdick, T. Weissgärber
Synthesis of intermetallics and nanocomposites by high energy milling. Journal of Korean Powder Metallurgy Inst., Vol.9, No.6, 2002

A. Böhm, T. Weissgaerber, G. Lotze, B. Kieback
Model for Calculation of Swelling Effects in Ti-Al System During Transient Liquid Phase Sintering, Proc. of Int. Conf. On PM, June 2003, Las Vegas, Nevada, USA

O. Andersen, U. Waag, L. Schneider, G. Stephani, B. Kieback
Novel metallic hollow sphere structures Advanced Engineering Materials, Band 2 (2000), Nr. 4, S. 192-195

U. Waag, L. Schneider, P. Löthman, G. Stephani
Metallic Hollow Spheres – materials for the future. Metal Powder Report, Vol. 55, 1 (2000), pp. 29-33

U. Waag, L. Schneider, G. Stephani, A. Gerick, E. Bernhard
Metallische Hohlkugelstrukturen – Eigenschaftspotential zur Schall- und Energieabsorption. VDI-Berichte Nr. 1595, 2001, S. 301-312

G. Stephani, U. Waag, H. Göhler, B. Kieback, H. Schneiderei, F. Bretschneider, H. Venghaus
Strukturelle und funktionelle Hohlkugelstrukturen. Tagungsband des Hagener Symposium für Pulvermetallurgie, Hagen 2002, 211-223

U. Waag, G. Stephani, F. Bretschneider, H. Venghaus
Cellular structures based on metallic hollow spheres – processing and properties. Proc. PM2002 World Congress, June 16-21 2002, Orlando, Florida, USA, Pt.7, p191-199

O. Andersen, C. Kostmann, G. Stephani
Thermal, mechanical and fluid flow properties of open-porous sintered metallic fibre structures. Proceedings of the Euro PM 2003, Vol. 2, 361-366

H. Göhler, U. Waag, G. Stephani, F. Bretschneider, H. Venghaus
Metal hollow sphere structures in sound absorbing applications. Proceedings of the EuroPM, Vol. 2, 2003, 159-164

B. Kieback, T. Weißgärber
Nanopulvermetallurgie. Tagungsband des Hagener Symposium für Pulvermetallurgie, Hagen 2003, 243-263

Ansprechpartner

Bernd Kieback
Telefon: +49 (0) 351 / 25 37-3 00
E-Mail
bernd.kieback@epw.ifam.fraunhofer.de

Institut

Fraunhofer-Institut für
Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung, IFAM
Institutsteil Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe, Dresden

Standort Bremen:

Fraunhofer-Institut
für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM

Wiener Straße 12
28359 Bremen

Leitung:

Prof. Dr. rer. nat. O.-D. Hennemann
(geschäftsführend)
– Klebtechnik und Oberflächen –

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-4 00
Telefax: +49 (0) 421 / 22 46-4 30
E-Mail ktinfo@ifam.fraunhofer.de
Internet www.ifam.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. M. Busse
– Formgebung und Funktionswerkstoffe –

Telefon: +49 (0) 421 / 22 46-0
Telefax: +49 (0) 421 / 22 46-3 00
E-Mail info@ifam.fraunhofer.de
Internet www.ifam.fraunhofer.de

Standort Dresden:

Fraunhofer-Institut
für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung IFAM

Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Leitung:

Prof. Dr.-Ing. Bernd Kiebeck
– Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe –

Telefon: +49 (0) 351 / 25 37-3 00
Telefax: +49 (0) 351 / 25 37-3 99
E-Mail kiebeck@epw.ifam.fraunhofer.de
Internet www.epw.ifam.fraunhofer.de

Herausgeber:

Fraunhofer-Institut
für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung

ISSN 1439-6009

Redaktion:

Brigitte Beißel
Uwe Echterhoff
Edda Debrassine

Die Interviews mit den Institutsleitern
führte Kai-Uwe Bohn.

