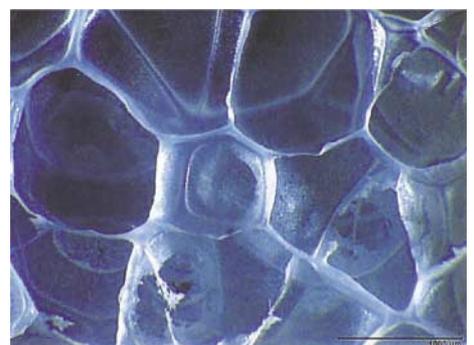
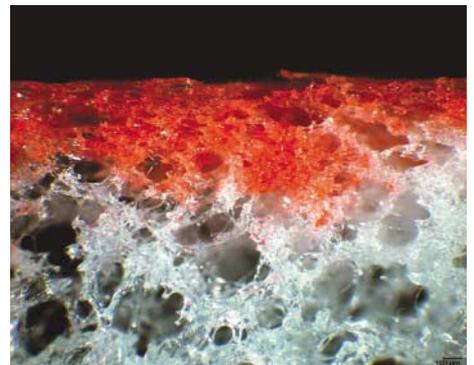




Fraunhofer Demonstrationszentrum
Formen für die
Kunststoffverarbeitung

FoKus - Newsletter

Ausgabe 4/2001



Inhalt

Wir stellen uns vor

Das Fraunhofer IST im Profil 2

Aktuelles im FoKus

News, Veranstaltungen und Termine 3

Berichte aus der Industrie

Application Service Providing ASP 6

Vorkalkulation im Werkzeugbau 8

Projekte im FoKus

Einsatz von komprimiertem CO₂ in der
Extrusion 11

CAD/CAM & Simulation – Dynamik-
optimierte NC-Programme für die
simultane 5-Achs-Hochgeschwindig-
keitsbearbeitung 13

Controlled Metal Build Up (CMB):
Schneller Aufbau und automatische
Reparatur von Werkzeugen 16

FoKus Service

Innovationen im Verbund –
das Fraunhofer-Demonstrationszentrum
Umform- und Schneidwerkzeuge
»ZEUS« 19

Impressum 22

Die Institute des FoKus 23

Wir stellen uns vor

Das Fraunhofer IST im Profil

Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST bündelt als industrienahes FuE-Dienstleistungszentrum Kompetenzen auf den Gebieten Schichtherstellung, Schichtanwendung, Schichtcharakterisierung und Oberflächenanalyse. Wissenschaftler, Techniker und Ingenieure arbeiten daran, Oberflächen der verschiedensten Grundmaterialien neue oder verbesserte Funktionen zu verleihen, um auf diesem Wege innovative, marktgerechte Produkte zu schaffen.

Tätig ist das Institut z. Zt. in folgenden Geschäftsfeldern: Reibungsminderung, Verschleiss- und Korrosionsschutz, elektrische und optische Funktionsschichten, Haft- und Antihafschichten und Schichtcharakterisierung. Zur Bearbeitung dieser Geschäftsfelder nutzt das Institut seine Kernkompetenzen in den folgenden Gebieten: Diamanttechnologie, DLC-basierte Schichten, transparente und leitfähige Schichtsysteme, galvanische Dispersionsschichten, Mikroanalytik und tribologische Messtechnik, Hohlkatoden-Glimmentladung, Atmosphärendruck-Plasmaverfahren und umweltfreundliche Reinigung. Entsprechend dem Schlüssel- und Querschnittscharakter von Schicht- und Oberflächentechnologien kooperiert das Institut mit einer großen Zahl von Lohnbeschichtern, Anlagenbauern und Schichtanwendern aus den unterschiedlichsten Branchen. Die wichtigsten unter ihnen sind Maschinenbau, Verkehrstechnik, Fertigungstechnik, Elektronik, Optik, Informationstechnik, Energietechnik und Medizintechnik.

75 feste Mitarbeiter bearbeiten auf einer Büro- und Laborfläche von mehr als 4 000 m² vielfältige Forschungsaufträge, wobei das Leistungsangebot des Fraunhofer IST durch die Kompetenzen anderer Institute ergänzt wird. Besonders eng kooperiert das Institut

mit dem Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden. Beide Institute stehen unter einer gemeinsamen Leitung.

Reibungsminderung, Verschleiss- und Korrosionsschutz

Für dieses Geschäftsfeld entwickeln die Mitarbeiter am Fraunhofer IST produktorientierte Schichten, wie z.B. Diamantschichten, diamantähnliche Kohlenstoffschichten, kubisches Bornitrid, galvanische Dispersionsschichten und sulfidische Trockenschmierstoffschichten. Schwerpunkte sind u.a. Reibungsreduzierung bei Motorkomponenten, Verschleisschutzschichten für schmiermittelarme bzw. freie Zerspan- und Umformwerkzeuge, sowie die Entwicklung von Korrosionsschutzschichten auf Leichtmetall.

Elektrische und Optische Funktionsschichten

Im Bereich der optischen Funktionsschichten stehen Widerstandsschichten, Sensorschichten, Diamantelektroden und metallische Strukturen auf Kunst-

stoffen im Mittelpunkt. Bei den optischen Funktionsschichten sind es optisch wirksame Multilagensysteme, transparent leitfähige Oxide für Architekturverglasung, Automobilscheiben, Displaytechnik, Photovoltaik, Feinoptik und optische Datenspeicherung.

Haft- und Antihafschichten

Schwerpunkt dieses Geschäftsfeldes ist die gezielte Modifikation der Oberflächenenergie bzw. des Benetzungsverhaltens von Bauteilen oder Werkzeugen. Besonders großes Interesse gibt es an der vom Fraunhofer IST entwickelten verschleissfesten Antihafschicht SICON®. Eingesetzt werden Haft- und Antihafschichten z. B. in der pharmazeutischen und chemischen Industrie, der kunststoffverarbeitenden Industrie, der Lebensmittelindustrie, der Wärmetauschertechnik, sowie der Stahl- und Aluminiumindustrie.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. André Hieke
Telefon 05 31/21 55-6 50
E-Mail hieke@ist.fhg.de



Fünftes 3D-Erfahrungsforum Werkzeug- und Formenbau

Am 28. Februar und 1. März 2002 wird zum nunmehr fünften Mal das 3D-Erfahrungsforum Werkzeug- und Formenbau in Zusammenarbeit mit dem PTW Darmstadt, dem ISF Dortmund, dem ART Dresden und dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der Technischen Universität Berlin stattfinden. In dieser alljährlichen Vortragsreihe berichten kompetente Referenten aus dem Werkzeug- und Formenbau dieses Mal in Berlin in insgesamt 22 Vorträgen über ihre Erfahrungen. Die Veranstaltung, die unter dem Titel »Wettbewerbsfähigkeit durch Beherrschung der Prozesskette« steht, ist in die vier Vortragsblöcke Formentwurf, Formherstellung, Formverifikation und Organisation unterteilt.

Die Idee, thematisch ähnliche Öffentlichkeitsaktivitäten an verschiedenen Standorten zu bündeln, führte im Jahre 1998 zum ersten 3D-Erfahrungsforum Werkzeug- und Formenbau in Darmstadt als erste gemeinsame Veranstaltung des PTW, des ISF und des ART. Die Bezeichnung »3D« entstand in Anlehnung an die Standorte der drei Gründungsinstitute. Seit 2000 hat sich auch das IWF der TU Berlin diesem Forum angeschlossen.

In der Session Formentwurf liegen die thematischen Schwerpunkte auf dem Entwurf, der Planung und der Auslegung von Werkzeugen aus dem Werkzeug- und Formenbau. Unter anderem werden komplexe Kunststoff-Innovationen von der Entwicklung bis zur Serie vorgestellt. Die Technologie des 3-Achs- und 5-Achs-FräSENS steht im Mittelpunkt der Session Formherstellung I, wobei insbesondere auf die 5-achsige Simultanbearbeitung im Werkzeug- und Formenbau eingegangen wird.

Die Session Formherstellung II wird durch die Schwerpunkte Maschinentechnik FräSEN, Zerspanwerkzeuge und Simulation geprägt. Insbesondere wird eine Prozessoptimierung des mehrachsigen HSC-FräSENS durch verschiedene Simulationstechniken vorgestellt. In der Session Formherstellung III stehen das Erodieren, die Oberflächenstrukturierung, das Formenfinish und die generativen Verfahren im Mittelpunkt. Hier wird speziell das Rapid Tooling mit Direktem Metall-Laser-Sintern erläutert.

Optische Mess- und Digitalisieretechnik in der Fahrzeugentwicklung ist nur eines der Themen im Rahmen der Session Formverifikation. Weitere sind das Reverse Engineering und die Formoptimierung. Darüber hinaus werden Konzepte zu modernen Aufbau- und Ablaufstrukturen im Werkzeug- und Formenbau innerhalb der Session Organisation dargestellt. Andere Schwerpunkte liegen hier auf der Durchlaufplanung und der Auftragsverfolgung.

Im Gegensatz zu vielen anderen Kongressen und Seminaren wird großer Wert darauf gelegt, dass zum überwiegenden Teil Fachleute aus Industrieunternehmen selbst über ihre Erfahrungen berichten. Dies ist deutlich aus der thematischen Gestaltung der Tagung erkennbar. Deshalb kann der teilnehmende Praktiker besonders viel für seine eigene Arbeit erwarten. Hierin und auch in der Breite der Themen zu Fragen des Werkzeug- und Formenbaus liegt der besondere Nutzen des Tagungskonzepts.

Ihr Ansprechpartner

Eric Wiemann
Telefon 0 30/3 14-7 93 44
E-Mail wiemann@iwf.tu-berlin.de

10. Produktionstechnisches Kolloquium in Berlin

Am 27. und 28. September 2001 fand am Produktionstechnischen Zentrum Berlin PTZ das 10. Produktionstechnische Kolloquium PTK statt, in dessen Rahmen das Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK sein 25jähriges Bestehen beging. Ausgehend von der These, dass der weltweite Wettbewerb ganz wesentlich durch technologische Innovationen bestimmt ist, stellten erfolgreiche Manager, Wissenschaftler und Ingenieure ihre Erfahrungen und Überlegungen vor.

Die Fachvorträge behandelten ein breites Spektrum von Einzelthemen aus den zentralen Feldern virtuelle Produktentstehung, vernetzte Produktionsstrukturen, synchrone Unternehmensprozesse, nachhaltiges Wirtschaften, Produktivität und Qualität sowie Automatisierung.

Ihre Ansprechpartnerin

Heike Krieger
Telefon 0 30/3 90 06-1 03
E-Mail heike.krieger@ipk.fhg.de

VDI Wissensforum

Das VDI Wissensforum lädt vom 4.–5. Dezember 2001 zu einem Seminar über Faserverbundkunststoffe am Institut für Kunststoffverarbeitung IKV in Aachen ein. Themen des Seminars sind Bauteile und Anwendungsbeispiele, Konstruktion und Auslegung, Fertigungs- und Bearbeitungsverfahren sowie Wirtschaftlichkeit und Leistungspotential. Nachdem Faserverbundkunststoffe aufgrund ihrer hervorragenden Leichtbauwerte in der Luft- und Raumfahrt bereits seit Jahren fest etabliert sind, gewinnen sie zunehmend

an Bedeutung. Hochleistungsverbundkunststoffe werden dort eingesetzt, wo herkömmliche Werkstoffe die gestellten Anforderungen nicht mehr erfüllen können.

Die Entwicklungsziele sind dabei vor allem höhere Arbeitsgeschwindigkeiten, hohe Fertigungsgenauigkeiten oder geringer Energieeinsatz bei gleichzeitig hoher Leistung. Die optimale Nutzung der herausragenden Werkstoffeigenschaften setzt allerdings entsprechendes Anwenderwissen sowohl bei Konstrukteuren und Designern als auch bei den Fertigungs- und Bearbeitungstechnikern voraus.

Das Seminar vermittelt den Teilnehmern einerseits die Grundlagen der Faserverbundkunststoffe und gibt einen Überblick über das Einsatzpotential dieser Werkstoffe. Andererseits werden alle wichtigen Aspekte behandelt, die während der Herstellung eines Produktes, beginnend bei der Produktidee und endend bei der Nachbearbeitung und Realisierung in Form eines Bauteils, berücksichtigt werden müssen.

Die Veranstaltung richtet sich vor allem an Ingenieure und Techniker aus den Bereichen Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Arbeitsvorbereitung.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Reiner Borsdorf
Telefon 02 41/89 04-1 32
E-Mail r.borsdorf@ipt.fraunhofer.de

Neue Adresse der Fokus-Homepage

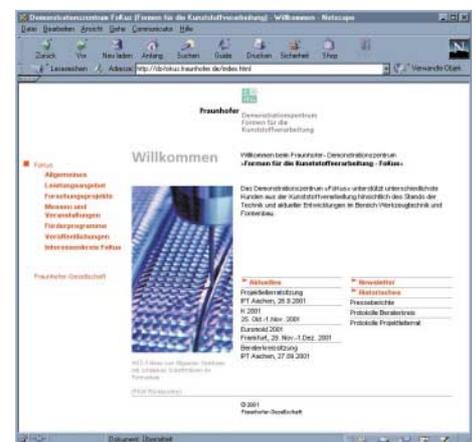
Das Internet-Angebot unter der bisherigen Adresse <http://fokus.fhg.de/> war stets eine interessante und vielgenutzte Wissensbasis für Kunden und Interessenten des DZ FoKus. Neben den allgemeinen Informationen zum und über das Demonstrationszentrum sind hier Neuigkeiten aus den Projekten, Informationen zu Förderprogrammen, aber z.B. auch die FoKus-Newsletter als PDF-Dateien zum download zu finden.

Die Seite ist nach wie vor unter der angegebenen Adresse freigeschaltet, was sich jedoch in kürze ändern wird. Im Zuge der Fusion der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH und der Fraunhofer-Gesellschaft trat der Fall auf, das ein Institut der GMD bereits den Namen »FOKUS« trug, was nun im Zuge der Corporate Identity-Umsetzung bei der Nomenklatur der websites der neuen Fraunhofer-Institute zu einem Namenskonflikt führt.

Wir bitten daher, für zukünftige Besuche unserer Homepage die neue Adresse <http://dz-fokus.fraunhofer.de/> zu vermerken. Im gleichen Zuge werden sich im übrigen in der nächsten Zeit auch die E-Mail-Adressen der Mitarbeiter dahingehend ändern, dass die bisherigen Adressen xxx@zzz.fhg.de in x.yyyy@zzz.fraunhofer.de umbenannt werden. Diese Umstellung erfolgt nach und nach und auch mit einer ausreichenden Übergangsfrist, so dass an dieser Stelle auf die entsprechenden Angaben z. B. von den Mitarbeitern direkt oder im Rahmen von Kontaktadressen im Rahmen von Veröffentlichungen verwiesen wird.

Termine

- Euromold 2001
28. November bis 1. Dezember
<http://www.euromold.com>
Frankfurt
- VDI Wissensforum
4. Dezember bis 5. Dezember
<http://vdi-wissensforum.de>
Aachen
- 3D-Erfahrungsforum Werkzeug- und Formenbau
28. Februar und 1. März 2002
Berlin
- Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (AWK)
6. Juni bis 7. Juni 2002
<http://www.awk02.de>
Aachen
- Aachener Werkzeug- und Formenbau »Werkzeugbau mit Zukunft«
1. Oktober bis 2. Oktober 2002
Aachen



Homepage des DZ-FoKus

Mit seinem »DocFactory«-Konzept beweist die Firma reinisch, dass das Prinzip des Application Service Providing ASP auf verschiedenste Branchen übertragbar ist. Je stärker die Bedeutung auch in anderen Sektoren erkannt wird, desto stärker wird das Angebot auch in Deutschland boomen. ASP findet erste Anwendung in der Technischen Dokumentation und Verarbeitung von Produktinformationen.

Der Aufbau und Betrieb von Abteilungen für die Technische Dokumentation ist in der Regel mit hohen Kosten verbunden. Dies sind neben den eigentlichen Personalkosten hauptsächlich Kosten für Anschaffung, Aktualisierung und Support der Soft- und Hardwareausstattung. Nicht zu unterschätzen der Aufwand für die Koordination aller internen und externen Bereiche, die in den Erstellungsprozess bis zum Endprodukt involviert sind. Erwähnt seien hier beispielsweise die Druckereien, Übersetzer, Illustratoren u.a. Auf diese Ressourcen wird jedoch oft nur sporadisch zugegriffen. Daneben fallen eine ganze Reihe von Verwaltungsaufgaben an, die für den eigentlichen Kernprozess, nämlich der Ausarbeitung und Erstellung von Dokumentationen unerlässlich sind, z. B.:

- Sicherstellung des Ablagesystems
- Versionsmanagement
- Übersetzungsmanagement
- Sicherung und Administration

Die Aufwendungen hierfür übersteigen zusammen mit den oben aufgeführten Investitionen für Hard-/Softwareausstattung und Koordination schnell das Budget.

Im Rahmen der Anforderungen, die sich durch die zunehmende Globalisierung des Marktes ergeben, stellt sich gerade für kleinere und mittelständische Unternehmen die Frage, ob sich die Erhaltung einer kompletten Dokumentationsabteilung zukünftig lohnt. Wie können Unternehmen eine hohe Qualität der Dokumentation, insbesondere unter Einhaltung internationaler Anforderungen wie z. B. die Einhaltung von landesspezifischen Sicherheitsbestimmungen oder fachgerechte Dokumentationserstellung in den entsprechenden Landessprachen sicherstellen? Wie den time-to-market gewährleisten, ohne hohe Investitionen zu tätigen? Während immer mehr klassische Softwarehäuser in Deutschland ASP-Modelle anbieten, finden solche Überlegungen in anderen Branchen weniger statt. Das Prinzip des Application Service Providing wird sich aber weit über das einfache Hosting von Software künftig auch beim Einsatz von komplexen Systemlösungen in zahlreichen Branchen bewähren.

Dokumentenmanagement ohne große Investition

Die zunehmende Globalisierung stellt immer vielfältigere Anforderungen an die als Produktbestandteil zu betrachtenden Dokumentationen wie Betriebsanleitungen, Reparaturanleitungen etc. Hier bieten sich für Unternehmen unzählige Möglichkeiten, den vorhandenen Informationsstand besser zu nutzen und eine enorme Rationalisierung in der Dokumentations- und Informationsverarbeitung zu erzielen. Konventionelle Methoden lassen die Kosten in Zukunft in ungeahnte Höhen schnellen. Daher war der Zeitpunkt selten günstiger, im Zuge von DV-Veränderungsprozessen auch im gesamten Informations- und Dokumentenmanagement in für die Zukunft offene Systemlösungen einzusteigen. Schließlich sollen

auch hier wie bei jedem anderen Produktbestandteil Einsparungspotenziale und Synergieeffekte genutzt werden und ein Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit geleistet werden. Wer sich bisher vor der Entscheidung für ein teures und aufwendiges Dokumenten- (DMS) oder Content-Managementsystem (CMS) gescheut hat, oder dem ein »DMS light« auch nicht den erhofften Mehrwert bringt, bietet sich die Nutzung der Systemumgebung bei einem Solutionprovider nach dem ASP-Prinzip an. Der Mehrwert für den Kunden steigt aufgrund der umfangreichen Zusatzleistungen, die ein DMS bietet, erheblich:

- Umfangreiche Suchfunktionen für das einfache Wiederfinden von Dateien
- Verwendungsnachweis als Übersicht, an welcher Stelle Texte und Grafiken verwendet werden
- Versionsverwaltung zur Nachvollziehbarkeit der im Laufe der Zeit entstehenden Versionen und Varianten
- Integrierte Sprachverwaltung, um eine effiziente mehrsprachige Dokumentationserstellung zu unterstützen
- Workflowfunktionen zur Erzeugung mehrerer fremdsprachlicher Versionen oder für die automatisierte Weiterleitung der Dokumente entsprechend ihrem Lebenszyklus

Zur weiteren Prozessrationalisierung bieten Dienstleister als unabhängige Lösungsanbieter außerdem eigene Lösungen, die einen Mehrwert im Zusammenhang mit dem DMS darstellen und Bestandteil des ASP-Angebotes sind. Dies sind z.B. Komponenten für:

- die redaktionelle Bearbeitung
- das Übersetzungsmanagement
- die automatisierte Publikation

Durch die Anpassung von speziellen Anwendungen an ein DMS sind erhebliche Erweiterungen für eine rationellere und effektive Arbeitsweise möglich. Bisherige Erfahrungen aus verschiedenen Kundenprojekten haben ein erhebliches Wirtschaftlichkeitspotenzial gezeigt. Neben der deutlich messbaren Aufwands- und Kostenreduktion kann gleichzeitig auch eine erhebliche Qualitätssteigerung aufgrund der integrierten Prozessabwicklung erzielt werden.

ASP allein genügt nicht

Die »Miete« eines Systems ist für ein Unternehmen jedoch nur die vielbesagte halbe Miete. Spart man in dieser Stufe schon an Bereitstellungs- und Administrationskosten, so fallen dennoch beachtliche Aufwendungen für Personal und Aufbau des Know-hows an. Zusätzlich suchen viele Unternehmen die Möglichkeit des Komplett-outsourcing der Dokumentationsleistungen, um sich auf die eigentliche Kompetenz konzentrieren zu können. Ein Dienstleister als reiner Datenlieferant ist dabei nicht mehr ausreichend. Eine deutlich engere Verknüpfung im Kommunikations- und insbesondere im DV-Bereich ist absolut erforderlich, um auch wirklich alle Möglichkeiten der Kostenoptimierung und Qualitätssteigerung auszuschöpfen. Warum also nicht auf die Lösung einer kompletten Dokumentations-Produktionsumgebung – System, Infrastruktur und auch Personal – zurückgreifen, natürlich mit Anbindung an die vorhandene DV-Landschaft? Eine solche Gesamtlösung umfasst die Bereitstellung eines DMS einschließlich ergänzender Tools wie

z. B. einem Translation Memory System inklusive der eigentlichen Dokumentationserstellung und Beratung hinsichtlich Prozessgestaltung. Zusatzleistungen wie beispielsweise CE-Konformitätsberatung oder auch die gesamte Organisation der Publikation von Dokumentationen werden bei solchen Lösungen mit abgewickelt. Bereits im Vorfeld einer Entscheidung für oder gegen ASP bzw. Outsourcing stellt sich für ein Unternehmen ein ganzer Katalog an wesentlichen Fragen, wie z. B.:

- Lohnt sich die Einführung eines DMS?
- Welche Prozesse müssen wie und wann geändert werden?
- Welche internen Systeme sind davon betroffen?
- Welcher Mehrwert kann anhand der Informationsbausteine für nachgelagerte Bereiche wie Marketing und Vertrieb in Zukunft generiert werden?

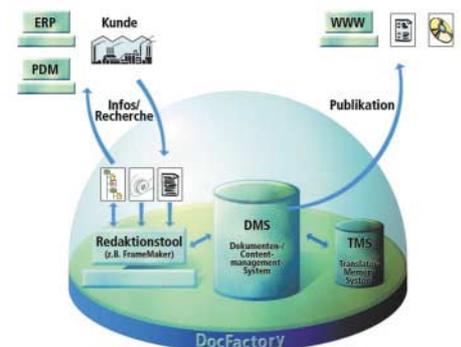
Die Komplexität der Probleme in der Vorfeld-Analyse bereiten einem internen Projektteam bereits enorme Schwierigkeiten, besonders wenn sich dieses aus Fachleuten mit vollkommen anderen Kernkompetenz zusammensetzt. Darüber hinaus fehlen diese Ressourcen im eigentlichen Kerngeschäft, ganz abgesehen von den Kosten, die in dieser Phase anfallen. Erfahrungsgemäß sind im Unternehmen bereits zu diesem Zeitpunkt nicht alle Fachleute verfügbar oder gar nicht vorhanden, die diesen wichtigen Schritt fachlich fundiert begleiten können.

Nach der Evaluierung der internen Rahmenbedingungen kommt auf das Unternehmen die zweite kritische Phase zu, in der die Wahl des geeigneten Systems und Systempartners getroffen werden muss. Das Angebot im Markt ist jedoch mehr als vielfältig - und wer

durchschaut schon das gesamte Angebot, wenn er nicht täglich mit dieser Fragestellung konfrontiert ist? Verschiedenste Systemlösungen von den klassischen Archivierungslösungen über DMS-, CMS-, PDM- Systeme, über spezielle Autoren-/Redaktionssysteme und Publishingsysteme mit SGML oder XML- Technologie bis hin zu umfassenden Wissensmanagementsystemen bieten sich für die unterschiedlichen Infrastrukturbedingungen (interne DV-Systeme, Intranet, Internet, Papier etc.) an. Es ist unschwer zu erkennen, welche umfassende Problematik sich in den vergangenen Jahren gebildet hat. Für ein Unternehmen ist bei Überlegungen dieser Art schnell der Punkt erreicht, an dem die Einbindung eines kompetenten Beratungs- und Dienstleistungsunternehmens lohnt.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Kaufm. Schei Dattner
 reinisch AG
 Telefon 07 21/66 37 7-0
 E-Mail schei.dattner@reinisch.de
 Web <http://www.reinisch.de>



Der Werkzeugbau hat sich in den vergangenen zehn Jahren dramatisch verändert und wird sich, nach meiner Überzeugung, in den nächsten Jahren noch stärkeren Umbrüchen stellen müssen. Die Anforderungen der Abnehmer hinsichtlich Qualität, Lieferzeit und Kosten bei größtmöglicher Flexibilität erzwingen permanente Anstrengungen zur Optimierung der Konstruktions- und Fertigungsprozesse. Die EDV-technische Einbindung der Werkzeugbaubetriebe in die Gesamtprozesskette von Artikelentwicklung bis Serienfertigung ist bisher nur in wenigen Teilbereichen und mehr in der Theorie als in der Praxis Realität. Die Fortschritte der Technik sind riesig und werden nur durch den Faktor Mensch begrenzt. Der sich ständig verschärfende Wettbewerb führt zu verstärkter Anfragetätigkeit der Abnehmerbranchen. Der Aufwand für die Erstellung von immer mehr Angeboten nimmt daher ebenfalls zu. Gleichzeitig werden heute höhere Anforderungen an die Angebote hinsichtlich Detaillierung und Aussagekraft gestellt. Der Zeitaufwand für die eigentliche Kalkulation muss deshalb minimiert und die Genauigkeit und Sicherheit der Kostenaussage erhöht werden. In diesem Beitrag soll diskutiert werden, welche Möglichkeiten für den Teilprozess »Vorkalkulation« heute zur Verfügung stehen und welche Chancen sich zukünftig durch entsprechende Softwareprodukte ergeben könnten.

Echte Methoden zur Kalkulation, im Sinne durchdachter oder gar wissenschaftlich abgeleiteter Methoden zur Berechnung der Kosten, begegnen uns im Werkzeugbau selten. Typisch ist vielmehr das Schätzen, die »Schätzkalkulation« durch erfahrene Mitarbei-

ter. Dabei werden mehr oder weniger grob Materialkosten, Fremdleistungskosten sowie die Fertigungsstunden abgeschätzt. Die pro Technologie geschätzten Stunden werden mit den entsprechenden Stundensätzen multipliziert.

Häufig findet man eine »Standardisierung« dieser Methode durch den Einsatz eines Formulars bzw. einer EXCEL-Tabelle. Dieses Kalkulationsblatt unterstützt Multiplikation und Addition der einzelnen Kostenzeilen, eine echte Kostenberechnung ist dies jedoch nicht.

Immer wieder fällt auf, dass eine relativ weitgehende Detaillierung der Kostenart »Material« durchgeführt wird. Die Fertigungszeiten werden dagegen nur pauschal über alle Technologien und Baugruppen hinweg in einer Summe geschätzt. So werden häufig alle Platten eines Formaufbaus einzeln durch Angabe des Werkstoffes und der Abmessungen über Gewicht und DM/kg genau berechnet. Die Fertigungsstunden dagegen schätzt man womöglich noch nicht mal auf Technologieebene – »weil man ja noch nicht sagen kann, ob gefräst oder erodiert wird«. Dabei gilt doch, dass der Materialanteil an den Kosten eines Werkzeugs sehr wahrscheinlich weit unter 20% liegt! Warum also diese Detaillierung für das Material? Vielleicht liegt dies ja daran, dass die Materialkosten relativ leicht berechnet werden können, für eine Berechnung der Fertigungszeiten aber keine brauchbare Methode vorliegt? Gibt es denn Methoden, gibt es vielleicht sogar Softwareprodukte zur Berechnung der Werkzeugkosten?

Für den Formenbau gibt es auf dem Markt von verschiedenen Herstellern – eine Übersichtsliste kann beim Autor abgerufen werden – Softwareprodukte zur Vorkalkulation von Formen.

Erstaunlicherweise hat noch keines dieser Produkte eine wirklich weite Verbreitung gefunden. Standardsoftwarelösungen zur Kalkulation von Press- bzw. Folgeverbundwerkzeugen sind dem Autor nicht bekannt.

Lösungsansätze für echte Kalkulationsmethoden und -werkzeuge

Heute werden in den Veröffentlichungen der in diesem Bereich arbeitenden Hochschulinstitute (v.a. Aachen und Hannover) und anderer Autoren vor allem zwei Berechnungsmethoden genannt:

- Die Methode der Kostenfunktionen, bei der über Formeln aus bestimmten Werkzeugmerkmalen Kosten berechnet werden.
- Die Methode der Ähnlichkeitskalkulation, bei der über die Suche ähnlicher Werkzeuge in einer »Erfahrungsdatenbank« die Istkosten zur Grundlage der neuen Kalkulation gemacht werden.

Bei näherer Betrachtung dieser Methoden ergeben sich methodenunabhängige grundsätzliche Anforderungen für die Verwendung. Diese werden im Folgenden besprochen.

Das Wissen Einzelner verfügbar machen

Generelles Ziel muss es sein, für die Vorkalkulation Methoden zu entwickeln, die die Kalkulation unabhängig von der Erfahrung einzelner Mitarbeiter machen. Der altgediente Werkzeugkalkulator mit seinem in langen Jahren aufgebauten Wissens- und Erfahrungsschatz ist nicht ersetzbar. Er ist allerdings auch nicht immer verfügbar. Was kann also getan werden, damit die

Urlaubsvertretung oder die Nachwuchskraft eine realistische Chance bekommen, schnell und gut, d.h. genau, zu kalkulieren?

Firmeninterne Handbücher bzw. »Musterwände« oder Vergleichskataloge helfen sicher weiter, werden aber schnell zu unübersichtlich und zu aufwendig in der Pflege. Nur ständig aktualisierte Daten sind brauchbare Daten. Nötig wird also ein System zur Verwaltung des Wissens, ein Wissensmanagementsystem. Solche Systeme sind nun keine neue Erfindung. Es hat sich aber bisher gezeigt, dass die vorhandenen Softwareprodukte zu allgemein und zu kompliziert in der Anwendung waren. Wenn die Wissensdatenbank ohne Inhalt ist und vollständig vom Anwender zu füllen ist, wird das System nur in den seltensten Fällen zum Einsatz kommen. Der Aufwand, das Wissen zu analysieren, zu strukturieren und zu beschreiben ist zu groß.

Die Situation, wie wir sie hier für die Vorkalkulation beschreiben, können Sie ebenso in der Werkzeugkonstruktion erkennen. Für die Prozesse Kalkulieren und Konstruieren sehen wir sehr viele Gemeinsamkeiten und schlagen deshalb ein gemeinsames Vorgehen mit der Konstruktion mit folgenden konkreten Lösungsschritten vor.

Standardisierung und Strukturierung der Werkzeuge

Natürlich ist Werkzeugbau Einzelfertigung und selbstverständlich werden Unikate produziert. Bei genauerer Betrachtung stellt man jedoch fest, dass sich für jeden Betrieb typische Produkte, d.h. ähnliche Werkzeuge definieren lassen. Eine Analyse der tatsächlich gebauten Werkzeuge mit dem Ziel, typische Grundmuster –

Werkzeugtypen oder Werkzeugtemplata genannt – zu erkennen, ergibt eine Liste mit meist deutlich weniger als zehn verschiedenen Werkzeugtypen. Beispiele für Werkzeugtypen könnten sein: 1K-Spritzgiessform und 2K-Spritzgiessform, Etagenwerkzeug, Ziehwerkzeuge einfach oder doppelt wirkend usw...

Ein Werkzeugtyp kann weiter in standardisierte Strukturen zerlegt werden. Diese Strukturen bilden das Werkzeug einmal aus fertigungstechnischer Sicht und einmal aus funktionsorientierter Sicht ab. Eine typische Fertigungssicht ist die Baugruppenstruktur bzw. die Stückliste. Auf der Basis dieser Strukturinformation wird gefertigt. Für diese Struktur erhalten wir über die Zeitrückmeldungen (BDE) die Nachkalkulation, d.h. die tatsächlich benötigten Zeiten. Die funktionsorientierte Sicht entspricht der Denkweise des Konstrukteurs. Welche Funktionen hat das Werkzeug zu erfüllen? Er stellt sich die Frage, ob Hinterschnitte am Artikel vorhanden sind, da er in diesem Fall die Funktion »Schieber« benötigt. Als Ergebnis der Überle-

gungen zur Funktionsstruktur entsteht einer Liste der zu einem Werkzeugtyp gehörenden Funktionsgruppen. Für jede Funktionsgruppe ist dann nach den kostenbestimmenden Merkmalen zu fragen. Das Wissensmanagementsystem für die Kalkulation muss natürlich die Ausprägungen, d.h. die für dieses Merkmal möglichen Werte kennen. Es muss Faktoren, Koeffizienten und Formeln für diese Merkmale verwalten können. So entstehen aus der Strukturierung die Regeln und Formeln zur Berechnung der Kostenpositionen.

Ziel muss es sein, ein Regelwerk (eine Kalkulationsstruktur) zu erstellen, das für die Kalkulation selbst nur einige wenige Abfragen benötigt. Die Anzahl hängt sicher von der Komplexität des Werkzeugtyps und der möglichen Varianz ab. Es sollte jedoch möglich sein, nach sauber ausgearbeiteter Strukturierung mit 15 bis 30 Merkmalsabfragen auszukommen. Abfragen könnten z. B. sein: Größte Länge des Artikels, gewünschte Fachzahl, usw. Zusätzlicher Nutzen durch den einmaligen Aufwand der Strukturdefinition entsteht, wenn aus

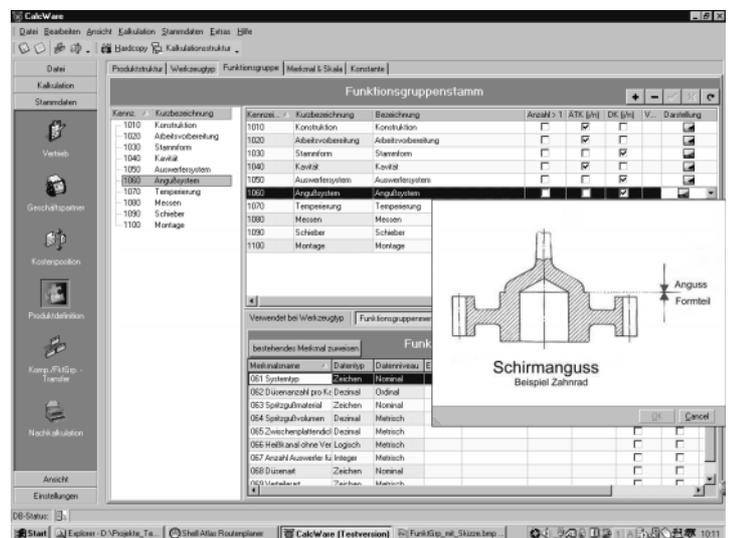


Bild 1: Funktionsgruppensicht

diesen Definitionen besser detaillierte, mit Werkzeugspezifikationen belegte Angebote automatisch erstellt werden.

Regelkreise sicherstellen

Für ein Kalkulationswerkzeug wird gefordert, dass die Istdaten aus der BDE in der Kalkulationsmethode berücksichtigt werden. Die Erfahrungswerte gebauter Werkzeuge müssen in die Kalkulationsregeln und -formeln eingehen. Dieser Regelkreis kann aber EDV-technisch nur dann geschlossen werden, wenn eine Beziehung zwischen Fertigungs- und Funktionsicht definiert werden kann. In gemeinsamer Arbeit mit vier Werkzeugbaufirmen und einem Hochschulinstitut konnten Lösungen für genau diese, bisher fehlende Beziehung gefunden werden. Ein neues EDV-Werkzeug zur Vorkalkulation muss in der Lage sein, die BDE-Daten, d.h. die Zeitrückmeldungen zur Aktualisierung der Kalkulationsgrundlagen zu verwenden. Dieser Prozess kann sicher nicht vollautomatisch ablaufen, dazu sind die BDE-Daten in der Praxis nicht verlässlich genug. Fehlerquellen

ergeben sich unter anderem daraus, dass schlichtweg falsch gebucht wird oder zu hohe Nachkalkulationswerte durch den während des Neubaus einfließenden Mehraufwand, z. B. auf Grund von Kundenänderungen, entstehen. Die statistische Aufbereitung der Rückmeldedaten und eine gute Anwenderunterstützung durch die Software sind nötig, um brauchbare Daten für die Kalkulationsdatenbank zu erhalten.

Vollparametrisierbare Standardsoftware

Für den Erfolg eines Kalkulationswerkzeuges ist eine hohe Akzeptanz durch die Anwender und weite Verbreitung entscheidend. Softwarelösungen, die nur in wenigen Installationen genutzt werden, haben nur eine kurze Lebensdauer. Weite Verbreitung kann jedoch nur eine Standardsoftware und nicht eine Individuallösung erreichen. Die obengenannte Lösungsansätze erfordern aber firmenindividuelle Funktionalitäten der Kalkulationssoftware. In Konsequenz daraus muss ein anspruchsvolles Kalkulationswerkzeug

voll parametrisierbar durch den Anwender selbst sein. Jede Firma muss für sich Werkzeugtypen festlegen, eigene Kalkulationsstrukturen aufbauen und mit Bildern und Skizzen dokumentieren können. Ideal ist es, wenn die dem System zugrundeliegende Wissensdatenbank schon einige Standardwerkzeugtypen und praktikable Kalkulationsstrukturen enthält. Die Anpassungen beispielhafter Strukturen und Formeln fällt sicher leichter als die Definition ganz neuer Objekte.

Zukünftige Anforderungen

Bei Diskussionen zu Anforderungskatalogen für Kalkulationssoftware sollte auch an heute bereits erkennbare, zukünftigen Anforderungen gedacht werden.

- Mobil kalkulieren, mit dem Notebook bzw. mit dem Handheld, mit oder ohne Zugriff auf das eigene Unternehmensnetzwerk.
- Kalkulieren übers Internet. Warum sollte Ihr Kunde nicht passwortgeschützt auf Ihrer Internetseite Alternativen einer auf seine Anfrage hin speziell bereitgestellten Vorkalkulation selbst kalkulieren können?

- Integration der Konstruktions- und Kalkulationsprozesse bzw. der CAD- und der Kalkulationssoftware.

Ihr Ansprechpartner

Karl Heinz Schubert
Schubert Software & Systeme
Industriestraße 5
92237 Sulzbach-Rosenberg
Telefon 09 66 1/1 05 5-0
E-Mail
khschubert@schubertsoftware.de

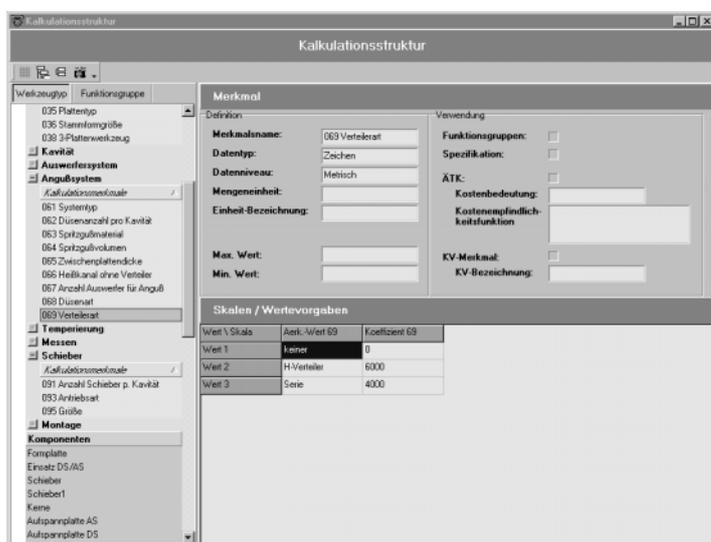


Bild 2: Kalkulationsstruktur

Einsatz von komprimiertem CO₂ in der Extrusion

Die Technologie des physikalischen Schäumens von Thermoplasten mit komprimiertem Kohlendioxid stellt eine zunehmend beachtete Alternative in der Schaumextrusion dar. Neue Entwicklungen ermöglichen Halbzeuge mit feinstzelligen Blasen im Bereich 50 µm und einer Dichte von 50–60 kg/m. Werkstoffe mit erhöhtem Absorptionsgrad für komprimiertes CO₂ unterschreiten bei kleinen Querschnitten diese Raumgewichte nochmals deutlich (Bild1). Am Fraunhofer ICT steht das Verschäumen von Kunststoffschmelzen, die einen hohen Füllstoffgehalt aufweisen, im Vordergrund.

Anwendungsmöglichkeiten sind die Herstellung von Filtern im Extrusionsverfahren und die vereinfachte Produktion von Gasgeneratoren. Je nach Anwendung bedeutet dies die gezielte Einstellung einer offenzelligen oder geschlossenzelligen Schaumstruktur. Offenzellige Schäume werden insbesondere dann gefordert, wenn der Füllstoff eine Funktion, z.B. als Absorber, zu erfüllen hat. Die Extrusion von geschlossenzelligen Schäumen

erfolgt meist aufgrund einer definierten mechanischen Anforderung bei der Produkthanwendung.

Aktuell wird bei der Herstellung von hochgefüllten Schäumen auf den Einsatz von duroplastischen Zwei-Komponenten Systemen als Matrixwerkstoff zurückgegriffen. Allem voran steht dabei die Polyurethan-Technologie. Der Einsatz von thermoplastischen Matrixwerkstoffen ist bisher auf ungeschäumte Systeme begrenzt. Als Gründe sind die komplexe Anlagentechnik, bestehend aus Extruder und Gas-Hochdrucktechnik, als auch das erst junge Know-how auf dem Gebiet des direkten Schäumens kalibrierter Halbzeuge mit physikalischen Treibmitteln anzuführen.

Die absehbare Inkraftsetzung von verbesserten Arbeits- und Umweltschutzrichtlinien bewirkt ein wachsendes Interesse der kunststoffverarbeitenden Industrie, kohlenwasserstoffhaltige Treibmittel zu ersetzen. Hierbei eröffnet unter anderem das direkte Schäumen mit komprimiertem Kohlendioxid eine

mögliche Technologiealternative mit zugleich vielen neuen Produkt- und Anwendungsmöglichkeiten.

Für die Herstellung von thermoplastischen Schäumen ist zunächst das Verteilen und Lösen des Treibmittels in der Schmelze erforderlich. Dazu ist ein Druck notwendig, der über dem Dampfdruck des Treibmittel-Schmelze-Gemischs liegt. Dieser Druck muss dann im Extruder bis zur Werkzeugdüse aufrechterhalten bleiben, um ein vorzeitiges Aufschäumen zu verhindern.

Eine eingehende Betrachtung der physikalischen Eigenschaften von Kohlendioxid im Vergleich zu kohlenwasserstoffhaltigen Treibmitteln verdeutlicht die verfahrenstechnischen Anforderungen beim Schäumen mit CO₂. Dabei kommt insbesondere der wesentlich höhere Dampfdruck des CO₂ zum Tragen (Bild 2). Zusätzlich erschwerend wirkt der große Diffusionskoeffizient von CO₂ in Polymerschmelzen, was sich anhand des unterschiedlichen Molekulargewichts bzw. der Molekülgröße, z. B. von CO₂ und n-Butan, nachvollziehen

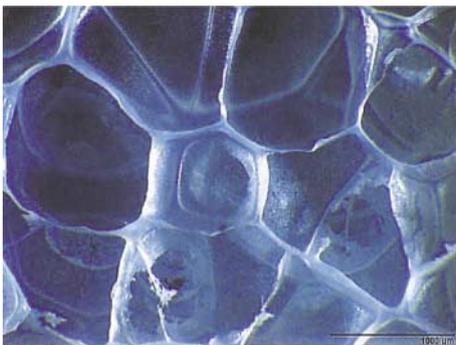


Bild 1: Geschlossenzelliger Thermoplastschaum

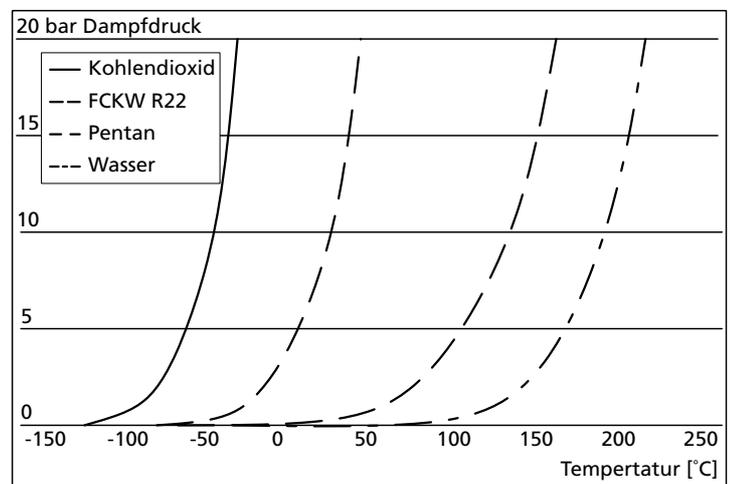


Bild 2: Dampfdruckkurven physikalischer Treibmittel

lässt (Bild 5). Beide Eigenschaften des Kohlendioxids zusammen bewirken ein schnelles Aufschäumen der Schmelze. In Abhängigkeit der Viskositätseigenschaften des Polymers wird dadurch das Formen des Extrudats mehr oder weniger erschwert.

Grundlagen zum Schäumprozess

In Schäumversuchen mit Calciumcarbonat als Füllstoff in einer Polypropylen (PP) Matrix wurden die Verfahrensgrenzen ausgelotet. Dabei zeigte sich bis zu einem Füllgrad von ca. 70 Gewichtsprozent ein Schäumverhalten des Extrudats nach dem Austritt aus dem Werkzeug. Das Schäumverhalten wurde jedoch maßgeblich durch die Partikelgröße des Calciumcarbonats beeinflusst. Eine PP Matrix, gefüllt mit Partikeln mit mittlerem Teilchendurchmesser (D50 %) von 160 µm, konnte bis zu einem Füllstoffanteil von 60 Gewichtsprozent homogen und mit geschlossenen Blasen verschäumt werden. Mit einem mittleren Teilchendurchmesser (D50%) von 12 µm waren geschlossene Blasen bis zum Füllstoffanteil von 70 Gewichtsprozent feststellbar (Bild 3). Die Aus-

bildung einer offenzelligen Schaumstruktur, bis hin zu einer porösen Struktur wird neben dem Füllstoff maßgeblich durch die Schmelzeviskosität und die Sorptionseigenschaften des Polymers bestimmt. So ergaben sich insbesondere bei niederviskosen Polymerschmelzen mit gleichzeitig geringem CO₂-Sorptionsvermögen derartige Strukturen. Hierzu konnten Grundlagen zum Schäumprozess mit technischen Thermoplasten erarbeitet werden, die bei der direkten Schaumextrusion mit komprimiertem CO₂ eine ausgeprägte Kapillarwirkung aufzeigen (Bild 4).

Weitere Entwicklungen zur kontinuierlichen Modifizierung von Polymeren im Extruder, unter Einsatz von komprimiertem CO₂ als Lösemittel, stehen am Fraunhofer ICT kurz vor dem Abschluss. Hierbei wurde eine Technologie entwickelt, die interessante Perspektiven für die Verarbeitung empfindlicher Additive, wie sie z. B. in der Pharma- oder Lebensmittelverarbeitung eingesetzt werden, eröffnet.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing Dietmar Völkle
 Telefon 07 21/46 40-4 19
 E-Mail dv@ict.fhg.de

Dipl.-Ing. Jan Diemert
 Telefon 07 21/46 40-4 33
 E-Mail di@ict.fhg.de

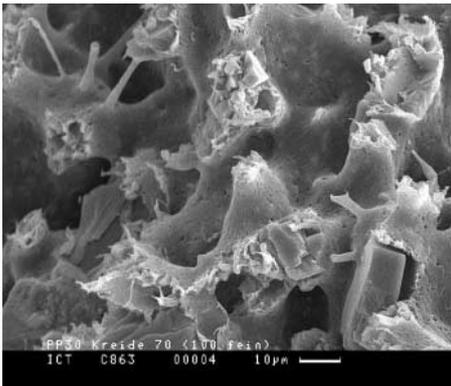


Bild 3: Polypropylen, Dow Inspire C 705-44 NA Natural PP Impact Copolymer mit 70 Gew.-% weißem Calciumcarbonat gemahlen (Marmor metamorph), Omyacarb 5-GU, mittlerer Teilchendurchmesser (D50%) 12 µm

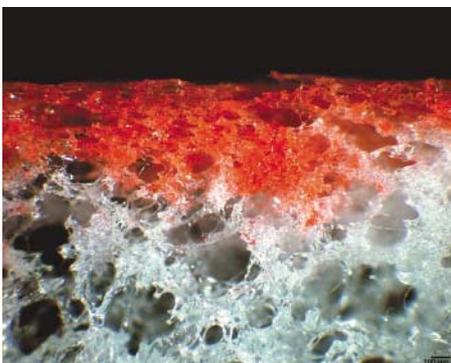


Bild 4: Schaumstruktur mit farblich hervorgehobener Kapillarwirkung

Name	Chemische Formel	Siedepunkt bei 1 bar [°C]	Wärmeleitfähigkeit		Molgewicht [g/mol]
			W/mK	bei °C	
Kohlendioxid	CO ₂	-78,5	0,0170	30	44,011
Propan	CH ₃ CH ₂ CH ₃	-42,1	-	-	44,097
n-Butan	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	-0,5	0,0160	-	58,124
i-Butan	(CH ₃) ₂ CHCH ₃	-11,7	0,0160	-	58,124
n-Pentan	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	36,1	0,0131	30	72,151
i-Pentan	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₃	27,9	0,0130	30	72,151
FCKW R22	CHClF ₂	-41,0	0,0110	25	86,469
Wasser	H ₂ O	99,63	-	-	18,022

Bild 5: Auswahl physikalischer Treibmittel und deren Eigenschaften

CAD/CAM & Simulation – Dynamikoptimierte NC-Programme für die simultane 5-Achs-Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

In der Arbeitsvorbereitung spielen neben computergestützten Systemen zur Auftragsplanung- und Steuerung sowie herkömmlichen CAM-Systemen zur NC-Programmierung zunehmend auch Simulationsanwendungen eine Rolle. Der Schwerpunkt liegt jedoch weniger in der Prozesssimulation von Bearbeitungsverfahren für die Herstellung von Werkzeugen und Formen, als in der Simulation von Urform- und Umformvorgängen zur Auslegung der zugehörigen Werkzeugtechnik. Etablierte Systeme erlauben bereits die Simulation von Vorgängen bei der Blech- und Massivumformung. Darüber hinaus finden bereits entsprechende Systeme Einzug in die Analyse von Spritz- und Druckgussvorgängen.

Hinsichtlich der Fräsbearbeitung sind Systeme erhältlich, die basierend auf einer definierten Schnittaufteilung eine geometrische Simulation des Bearbeitungsvorgangs unter Berücksichtigung der gesamten Prozessperipherie erlauben. Diese können direkt in CAM-Systemen integriert sein und werden bei komplexeren Bearbeitungsoperationen, bei denen beispielsweise eine Kollisionsbetrachtung erforderlich ist, vermehrt eingesetzt. Demgegenüber werden Systeme zur reinen Zerspansimulation, die thermische und mechanische Vorgänge bei der Spanbildung berechnen und darstellen, primär von Zerspanwerkzeugherstellern und Zerspanern in der Luftfahrtindustrie eingesetzt, wo die Eigenschaften der herzustellenden Oberflächen eine hohe Bedeutung besitzen. Für den Einsatz im Werkzeug- und Formenbau ist der Nutzen und der zu erwartende Erkenntniszuwachs solcher Programme, gemessen am hohen Ingenieuraufwand, derzeit dagegen noch gering.

Weitere Entwicklungsschwerpunkte in diesem Bereich konzentrieren sich auf die Optimierung bereits generierter NC-Programme im Vorfeld der Bearbeitung zur bestmöglichen Ausnutzung der kinematischen und dynamischen Eigenschaften der Werkzeugmaschine. Dieser vielversprechende Ansatz erlaubt insbesondere die Übertragung der HSC-Technologie von der konventionellen 3-, bzw. 3+2-Achs-Bearbeitung auf simultan 5-achsige Anwendungen.

Heutige Potenziale der Prozesstechnologie

Die exakten Anforderungen an die Maschinendynamik lassen sich an aktuellen Bearbeitungsbeispielen aus der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung verdeutlichen. So werden beim Hochgeschwindigkeitsfräsen von Aluminiumlegierungen derzeit Schnittgeschwindigkeiten von $v_c = 6000$ m/min mit PKD-Schneidstoffen erreicht. In Abhängigkeit der Fräsergeometrie betragen dabei die Vorschubgeschwindigkeiten bis zu $v_f = 40$ m/min. Um dieses prozesstechnologische Potenzial vollständig auf die simultan 5-achsige Bearbeitung

zu übertragen, sind demnach Achsgeschwindigkeiten notwendig, die sogar die Leistungsfähigkeit modernster Linearmotoren zur Vorschuberzeugung um ein Vielfaches übertreffen. Für die Bearbeitung von Werkstoffen auf Al-Basis sind daher nur suboptimal ausgelegte HSC-Prozesse simultan 5-achsig möglich. Bei Stahlwerkstoffen wie 1.2343 oder 1.2311 sowie der Gussbearbeitung liegen die erreichbaren Schnittdaten auch bei Anwendung der HSC-Technologie deutlich geringer. Somit kann hier selbst für die Schlichtbearbeitung die nahezu vollständige 5-Achs-Umsetzung realisiert werden. Allerdings ist mit aktuellen Entwicklungen im Bereich der CAD/CAM-Strategien und der Werkzeugtechnik (Geometrien, Beschichtungen, Schneidstoffe) insbesondere der Schnittgeschwindigkeits- und Vorschubbereich durch die Fortschritte in der Prozesstechnologie deutlich nach oben erweiterbar. Dabei wird allerdings der Dynamikbereich konventioneller, steifer 5-Achs-Fräsmaschinen zunehmend verlassen. Bild 1 zeigt exemplarisch den rechnerischen Vorschubvergleich für eine konventionelle und eine hochdynamische Fräsmaschine bei einer

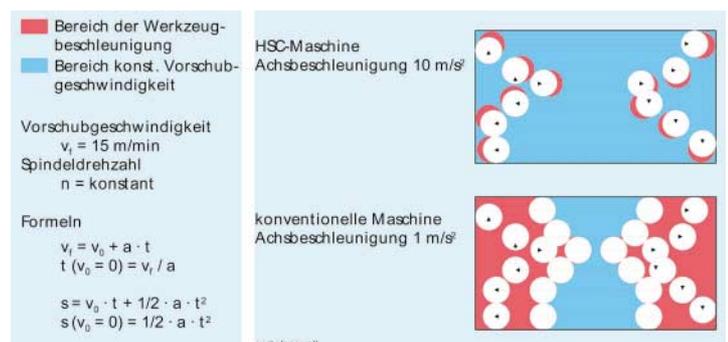


Bild 1: Einfluss der Achsbeschleunigung

Beispielfläche. Die Bereiche der Vorschubunterschreitung bei Umkehrbewegungen sind prozesstechnologisch denkbar ungünstig. Neben dem unerwünschten Freischneiden des Werkzeugs und den daraus resultierenden Oberflächenmarken verursachen die geringen Zahnvorschübe einen deutlich höheren Werkzeugverschleiß. Diese Problematik ist ausschließlich abhängig von der Generierung des NC-Pfades und somit auch bei der 3- und 3+2-Achs-Bearbeitung existent. Damit sind dynamische Betrachtungen von grundlegender Bedeutung für die Ausnutzung des HSC-Potenzials.

Berücksichtigung der Maschinendynamik mit dem NCProfiler

Die aus prozesstechnologisch möglichen Hochgeschwindigkeitsprozessen abgeleiteten Anforderungen an die Dynamik der Linear- und Rundachsen der Fräsmaschine können mit heutigen CAD/CAM-Systemen nicht im Vorfeld der NC-Programmierung identifiziert und bei der Prozessauslegung entsprechend berücksichtigt werden. Zur Analyse und Optimierung der NC-Programme in Hinblick auf die Anforderungen an die Dynamik der Werkzeugmaschinen wurde am Fraunhofer IPT eine Analyse-

Software entwickelt, die es erlaubt, mit Hilfe einer »virtuellen NC-Maschine« NC-Programme maschinenspezifisch vor ihrem Einsatz auf mögliche Überschreitungen der maximalen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zu untersuchen. Mit dieser Software kann die erforderliche Bearbeitungszeit (»Gesamt« und »auf der Kontur«) unter Berücksichtigung der realen Werkzeugmaschinen Daten ermittelt werden. Dabei können nicht nur die Bewegung der Achsen über den NC-Sätzen dargestellt werden, sondern auch NC-Sätze, die »unsinnige« Bewegungen wie z. B. die 360°-Drehung einer Rundachse bei einer Singularität enthalten, herausgefiltert und optimiert werden. Nach dem selben Prinzip können auch innerhalb einer frei wählbaren Toleranz zusätzliche Punkte eingefügt werden, z.B. um »eckige« Bewegungen gezielt im μm -Bereich zu verrunden. Für die Dynamikoptimierung stehen im NCProfiler folgende Modifikationswerkzeuge zur Verfügung (Bild 2):

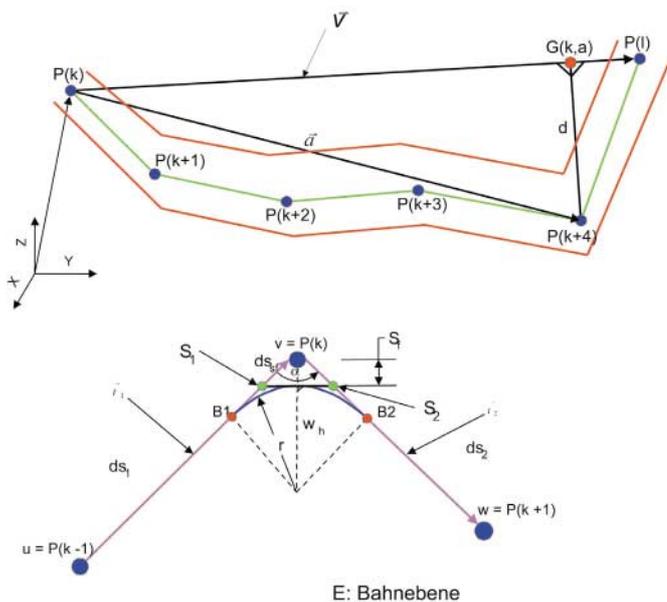


Bild 2: Prinzipien der Dynamikoptimierung

- Point clean up, eine Reduzierung der Punkteanzahl (Vergrößerung des Punkteabstands) entsprechend einer frei wählbaren Toleranz, z. B. pc3 (Toleranz = 3 μm)
- Trajectory rounding, das Einsetzen von zusätzlichen Zwischenpunkten entsprechend einer wählbaren Toleranz z. B. tr3 (Toleranz = 3 μm)

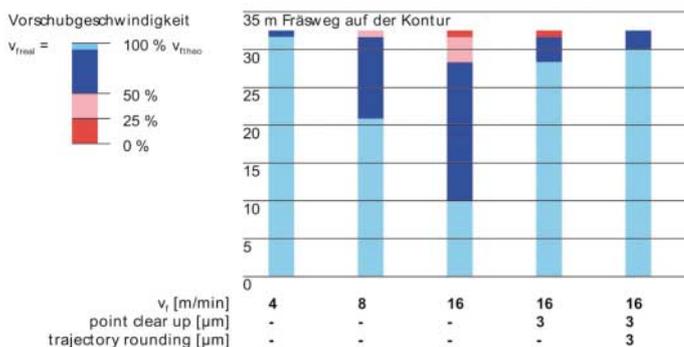


Bild 3: NCProfiler, Vorschubprofile

Solche Maßnahmen haben einen positiven Einfluss auf die Oberflächenqualität, da ruckartige Bewegungen zwischen Flächenpunkten im Toleranzschlauch eliminiert werden. Mit dem NCProfiler kann die im NC-Programm enthaltene Vorschubgeschwindigkeit an die Dynamik der Werkzeugmaschine angepasst werden und ermöglicht so den optimalen Einsatz vor dem Hintergrund des Bearbeitungsspektrums.

Ergebnisse der Dynamikoptimierung mit dem NCProfiler

Erste erfolgreiche Tests des NCProfiler wurden anhand einer Beispielgeometrie («Splineswelle») durchgeführt. Die Auswirkungen der Programoptimierung wurden dabei mit dem NCProfiler berechnet und mit Fräsversuchen abgeglichen. Wird als gewählte Toleranz ein größerer Wert angenommen, so steigt der mittlere (zeitliche) Punkteabstand nahezu linear an. Parallel dazu nimmt die Anzahl der NC-Sätze bei Verwendung der Dynamikoptimierung ab. Die Anzahl der NC-Sätze ist beim »Point clean up + trajectory rounding« fast doppelt so hoch als beim »point clean up«, da entsprechend der gewählten Toleranz zusätzliche Zwischenpunkte gebraucht werden. Die Auswertung der NC-Daten des Beispielbauteils ergab eine starke Verringerung der zuvor beobachteten Vorschubunterschreitungen durch die selektive Verrundung (in der Größenordnung weniger Mikrometer) der NC-Fräsbahnen in Bereichen starker Richtungswechsel. Auch die 3D-Vermessung des bearbeiteten Werkstücks zeigt eine Verbesserung der Konturgenauigkeit für die softwareseitig manipulierten Fräsbahnen. Besonders bei höheren Vorschubgeschwindigkeiten von $v_f > 8$ m/min wird die Zeitersparnis durch den Einsatz des NCProfilers offensichtlich. Der Einsatz des »Trajectory rounding«, das Einsetzen von zusätzlichen Zwischenpunkten, hat im Bereich der hohen Schnittgeschwindigkeiten keine erhöhte Bearbeitungszeit zur Folge.

In Bild 3 sind die Vorschubprofile unter Veränderung der Vorschubgeschwindigkeit v_f beim Einsatz des NCProfiler dargestellt. Es ist offensichtlich, dass der Einsatz des NCProfilers bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten von $v_f > 8$ m/min eine deutliche Reduzierung der Vorschubunterschreitungen bewirkt.

Der Einsatz von »Point clean up + trajectory rounding« ermöglicht es, dass während der Bearbeitung die tatsächliche Vorschubgeschwindigkeit niemals auf weniger als 50 Prozent bezogen auf die programmierte Vorschubgeschwindigkeit absinkt. Obwohl die Vorschubgeschwindigkeit um den Faktor 4 erhöht wurde, ist durch die Dynamikoptimierung ein vergleichbares Vorschubprofil über den Fräsweg realisiert worden. Die Bereiche der prozesstechnologisch schlechten geringen Zahnvorschübe sind vollständig eliminiert worden.

Trend in der Frästechnologie

Die Analyse und Korrektur von komplexen NC-Programmen durch den Maschinenbediener ist so gut wie unmöglich. Fehler aus der CAD/CAM-Kette, wie unstetige Flächenübergänge, zu kleiner Punkteabstand bei Linearinterpolation und fehlerhafte NC-Postprozessorausgaben können meist nicht händisch eliminiert werden. Abhilfe bietet hier die Simulation von ISO NC-Daten zwischen CAD-/CAM-Kette und dem Probelauf der NC-Maschine. Mit der am Fraunhofer IPT entwickelten Software NCProfiler kann das NC-Programm analysiert und über diverse integrierte Modifikationsmöglichkeiten optimiert werden.

Diese maschinenspezifisch »optimalen« NC-Datensätze nutzen die dynamischen Eigenschaften der Werkzeugmaschine und führen zur Einhaltung der programmierten Prozessparameter. Dies ermöglicht eine verbesserte Oberflächenqualität, Formgenauigkeit und Programmdurchlaufzeit gegenüber nicht optimierten Programmen. Neben einer Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der Zerspanung können somit Folgeprozesse verkürzt oder entbehrlich werden.

Für die Zukunft werden weitere z.T. erhebliche Leistungssteigerungen in der HSC-Technologie erwartet, an denen sich die jeweiligen Technologieträger, Fräswerkzeug- und Werkzeugmaschinenhersteller aber auch CAM-Anbieter, messen lassen müssen. Unabhängig von der direkten Branchenzugehörigkeit ist daher ein weiterer Trend in der Frästechnologie erkennbar: Simulationstechniken gewinnen zunehmend an Bedeutung und lassen sich aus einigen Anwendungsbereichen nicht mehr wegdenken. Hier hat neben der reinen NC-Simulation insbesondere die Optimierung von NC-Programmen auf Basis von Eingriffsberechnungen im Vorfeld der Bearbeitung von dem Streben nach beständiger Prozess- und Qualitätsverbesserung profitiert. In diesem Bereich sind auch derzeitige Forschungsschwerpunkte angesiedelt, wie z. B. in der Zerspannsimulation oder in der Verbindung zu Virtual-Reality-Konzepten.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Dipl.-Inform. Lothar Glasmacher
Telefon 0 2 41/89 04-2 46
E-Mail l.glasmacher@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Lars Markworth
Telefon 0 2 41/89 04-2 05
E-Mail l.markworth@ipt.fraunhofer.de

Controlled Metal Build Up (CMB): Schneller Aufbau und automatische Reparatur von Werkzeugen

Das Controlled Metal Build Up (CMB) wurde am Fraunhofer IPT mit der Zielsetzung entwickelt, die Vorteile des generativen Ansatzes der bekannten Rapid Prototyping/Rapid Tooling Technologien mit einer bis dato nicht erreichbaren hohen Festigkeit und Genauigkeit zu verbinden. Im Rahmen der bisherigen Arbeiten zeigte sich dabei, dass die Eigenschaften der mittels CMB hergestellten Werkzeuge einen Einsatz auch im Serienwerkzeugbau und hier insbesondere auch zur automatischen Reparatur und Modifikation von Werkzeugen in Aussicht stellen. Dieser Artikel resultiert aus Arbeiten zu diesem Forschungsgebiet im Rahmen eines Teilprojekts im DZ FoKus zur Konzeption einer »automatischen Änderungs- und Reparaturzelle CMB«. Er beschreibt die Ausgangssituation und Idee, den grundsätzlichen Aufbau sowie Beispiele zur Machbarkeit.

Situation im Werkzeug und Formenbau

Im Rahmen der Herstellung und Wartung von Formen ist es häufig notwendig, Reparaturen oder Modifi-

kationen durch Auftragschweißen und anschließende Nachbearbeitung durchzuführen.

Die derzeitige Vorgehensweise besteht darin, dass Material durch manuelles Schweißen aufgetragen wird, welches dann davon zeitlich und räumlich getrennt z.B. durch Zerspanen und/oder Erodieren wieder in die gewünschte Endkontur gebracht wird. Grundsätzlich lassen sich Reparaturen an Werkzeugen in vier verschiedenen Kausalzusammenhängen betrachten:

- Beschädigung während der Fertigung,
- Beschädigung im Einsatz (ohne Verschleiß),
- Verschleißschäden und
- Designänderungen.

Die ersten beiden umfassen die Behebung von Beschädigungen, die entweder während der Fertigung oder im Einsatz aufgetreten sind. Bei der Fertigung muss unterschieden werden in Beschädigungen z.B. durch Werkzeug-

bruch oder fehlerhafte Bearbeitungsdaten (Bild 1), im Betrieb dagegen durch Kollisionen oder Fremdkörper im Werkzeug. Menschliches Versagen ist darüber hinaus wie immer eine mögliche und oftmals kostspielige Fehlerursache.

Die Reparatur aufgrund von Verschleiß als drittem Grund unterteilt sich weiter in planbaren oder nicht planbaren Verschleiß. Während der planbare durch konstruktive Maßnahmen (auswechselbare Einsätze etc.) in seinen Auswirkungen auf die Kontinuität in der Produktion in Grenzen gehalten werden kann, ist der nicht planbare wesentlich kritischer.

Die vierte Kategorie umfasst Reparaturen aufgrund von Designänderungen, entweder in kleinen Teilbereichen oder regelrechte Modifikationen mit erheblichem Aufwand, die sich aber gemessen an den Werkzeuggesamtkosten rentieren. Einen Sonderfall, der in diesem Zusammenhang am ehesten der Kategorie Designänderung zuzuordnen wäre, stellt die geplante »Modifikation« von Werkzeugen noch während der Fertigung dar. Hier werden durch Auftragschweißen z.B. Verschleißschutz-



Bild 1: Fehler in einem SG-Werkzeug

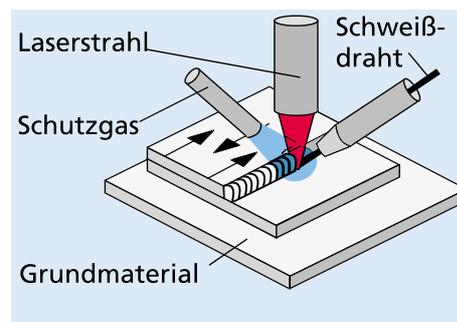


Bild 2: Prinzipdarstellung CMB: Auftragschweißen

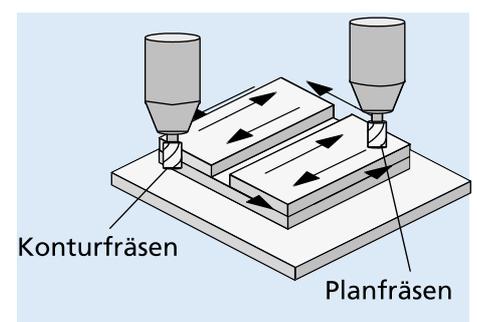


Bild 3: Prinzipdarstellung CMB: Plan- und Konturfräsen

schichten nur an den Stellen aufgebracht, an denen dies durch den Spritzgießprozess einer besonderen Anforderung unterliegt (Einschussbereiche und dgl.).

Spiegelt man nun diese Einteilung an der Vorgehensweise bei der Durchführung der Reparatur, so sind insbesondere in den Fällen, bei denen größere Bereiche neu aufzutragen (Verschleiß) oder bei denen geometrisch komplexe Strukturen aufzubringen sind (Modifikation, Verschleißschutzschichten), Probleme beim Auftragschweißen zu erwarten. Diese äußern sich in z.B. in großen Volumina oder einer nur bedingt bekannten bzw. für den Schweißer nachvollziehbaren Geometrie, die es aufzutragen gilt. Ähnliche Aspekte ergeben sich aus der Monotonie der Schweißtätigkeit, wenn ganze Serien baugleicher Werkzeuge oder Einsätze geändert werden. An dieser Stelle wäre es daher sinnvoll, den Auftragschweißprozess automatisiert durchzuführen.

Das am Fraunhofer IPT entwickelte Controlled Metal Build Up (CMB) bietet diese Möglichkeit. Ursprünglich für das Rapid Tooling entwickelt, lässt sich diese Technologie auf neue Anwendungsfelder übertragen. Das CMB basiert auf Techniken, die im Serienwerkzeugbau längst etabliert sind: Laserauftragschweißen und Hochgeschwindigkeitsfräsen. Durch Ausrüstung einer HSC-Maschine mit einer Schweißvorrichtung sind beide Technologien in einer Maschine integriert und bieten so die Möglichkeit, schnell Werkzeuge bzw. Werkzeugeinsätze aus Stahl oder anderen schweißbaren Werkstoffen zu fertigen. Die herzustellenden Werkstücke werden beim CMB durch Auftragschweißen schichtweise aufgebaut, wobei jede aufgetragene Lage Schweißgut durch Fräsen nachbearbei-

tet wird. Hier wird der Vorteil der generativ arbeitenden, »konventionellen« Rapid Prototyping/Rapid Tooling-Ansätze deutlich: Durch die sich abwechselnden Schweiß- und Fräsvorgänge ist nur ein geringer Materialabtrag erforderlich, so dass die Auskraglängen der Fräswerkzeuge klein gehalten werden können. Dies ermöglicht den Bau enger Schlitz- und Taschen, die sonst nur erodiert werden könnten. Die bekannten Vorteile der schichtweise arbeitenden RP-Technologien vereinen sich so mit bisher nicht erreichbaren Qualitätsmerkmalen hinsichtlich Genauigkeit, Oberfläche oder Festigkeit, die sich aus »Schweißen« bzw. »Fräsen« ergeben (Bild 2 bis 5).

Aus Sicht einer Reparaturanwendung betrachtet, reduziert sich der Neuaufbau von Werkzeugen im Sinne »Rapid Tooling« so auf eine Modifikation einer leeren Formplatte, auf der ein Einsatz generiert wird. Liegen bereits Werkzeuge vor, können hier schadhafte Bereiche spanend entfernt und anschließend wieder aufgebaut und fertigbearbeitet werden. Durch das integrierte Konzept kann das Werkstück in einer Aufspannung komplett bearbeitet werden. Gelingt es darüber hinaus, die schadhafte Geometrie bzw. das zu modifizierende Werkzeug messtechnisch dreidimensional zu erfassen, kann auf dieser Datenbasis durchgängig gefräst, geschweißt und wieder gefräst werden. Die letzten beiden Schritte machen dabei das eigentliche CMB aus, indem sie intermittierend durchgeführt werden.

In Versuchen wurden bereits erfolgreich Reparaturen an Werkzeugen durchgeführt. Die Abbildungen zeigen Ausschnitte aus Videoaufnahmen, die die Vorgehensweise illustrieren. Der schadhafte Bereich wird zunächst entfernt (Bild 6) und dann schichtweise wieder

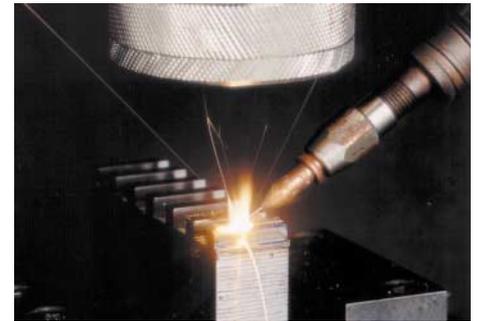


Bild 4: Schweißprozess



Bild 5: Mittels CMB gefertigte Spritzgießeinsätze und abgemusterte Bauteile



Bild 6: Werkzeugreparatur: Entfernen der beschädigten Bereiche



Bild 7: Video-Screenshot Werkzeugreparatur: Auftragschweißen (1. Lage)



Bild 8: Video-Screenshot Werkzeugreparatur: Auftragschweißen (5. Lage)



Bild 9: Video-Screenshot Werkzeugreparatur: Auftragschweißen (5. Lage)



Bild 10: Mittels CMB gefertigter SG-Werkzeugeinsatz

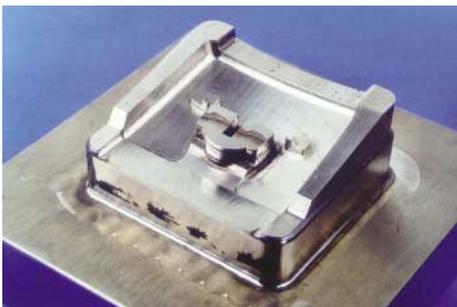


Bild 11: Gegenstück des SG-Werkzeugeinsatzes (auch mittels CMB gefertigt)

aufgebaut (Bild 7 und 8). Da in diesem Fall die Geometrie ausreichend zugänglich ist, erfolgt die Bearbeitung der Kontur abschließend in einem Arbeitsgang (Bild 9). Bei tieferen »Schlitzen« oder Innenecken könnte jedoch die entsprechende Kontur auch direkt nach dem Schweißen mit kleinen Schaftfräsern intermittierend bearbeitet werden, was nachfolgende EDM-Operationen einsparen würde.

Das Werkzeug, an dem diese Reparaturen durchgeführt wurden, diente generellen Untersuchungen zur Einsetzbarkeit des CMB im Spritzguss und wurde komplett mittels CMB aufgebaut (Bild 10 und 11). Die Reparatur wurde notwendig infolge von Datenfehlern, die einen unzulänglichen Aufbau zu Folge hatten. Gemessen an den oben genannten Kriterien wäre es also hier ein »Schaden bei der Fertigung in Form von fehlerhaften Bearbeitungsdaten in Verbindung mit menschlichem Versagen« gewesen.

Das Material, das sowohl zum Aufbau als auch zur Reparatur verwendet wurde, ist ein Schweißdraht Cronitex RC 44, vergleichbar mit einem Warmarbeitsstahl 1.2343 (X38 Cr Mo 5 1). Beide Hälften des Werkzeugs haben eine Größe von jeweils ca. 50 x 55 x 25 mm und enthalten als der industriellen Praxis entnommene Geometrie zahlreiche Features wie tiefe Schlitze, Dome, scharfe Innenecken oder Freiformflächen. Der kleinste eingesetzte Werkzeugdurchmesser betrug 0,6 mm, resultierend in einem minimalen Inneneckenradius in der Formhälfte von 0,3 mm. Die gemessene Härte betrug bis zu 59 HRC. Das Werkzeug wurde mit PS (einige hundert) und POM-30GF (einige tausend Schuss) abgemustert; ein Verschleiß war nicht zu beobachten. Mit anderen mittels CMB gefertigten Werkzeugen wurden darüber hinaus

auch schon wesentlich anspruchsvollere Materialien in höheren Stückzahlen problemlos verarbeitet.

Um nun das CMB zur automatischen Reparatur von Werkzeugen einsetzen zu können, sind neben schweiß- bzw. prozessbezogenen Aufgabenstellungen vor allem datentechnische Probleme zu lösen. Das eine ist die Integration der Schweißdatenberechnung in ein CAM-System, das andere die Erfassung der existierenden Geometrien durch dreidimensionales Scannen und die Weiterverarbeitung im Sinne »Fehlererkennung – Ableitung von Bearbeitungsbedarf – Generieren der NC-Daten zum Abtrag des Schadens – Generieren der NC-Daten zur Reparatur (Schweißen/ Fräsen)«. Diese Aufgaben werden in der Zukunft zu lösen sein und sind Teil eines im Rahmen des DZ FoKus laufenden Vorlaufforschungsprojekts.

Für weitergehende Informationen, aber insbesondere auch für konkrete Anfragen und Anregungen stehen Ihnen die Mitarbeiter über die unten angegebene Kontaktadresse gerne zur Verfügung.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Carsten Freyer
 Telefon 02 41/89 04-1 24
 E-Mail c.freyer@ipt.fraunhofer.de

Innovationen im Verbund – das Fraunhofer-Demonstrationszentrum Umform- und Schneidwerkzeuge »ZEUS«

Der Automobilbau in Deutschland ist zentrales Standbein industrieller Entwicklung. Von daher sind die Trends der Automobilindustrie maßgebend für den Maschinen-, insbesondere aber für den Werkzeug- und Formenbau. Anhaltende Trends im Fahrzeugbau sind die Verkürzung von Produktlebenszyklen und Entwicklungszeiten, eine Zunahme an Produktvielfalt und verbesserter Produktqualität. Eine Folge dieser Entwicklung ist, dass die aufwendige Fertigung formgebender Werkzeuge Teil des kritischen Pfades bei der Produktentwicklung ist.

Durch die Übertragung von Systemverantwortung von den Automobilherstellern an ihre Zulieferer wachsen bei den Werkzeug- und Formenbauunternehmen Arbeitsinhalte und Arbeitsaufgaben. Darüber hinaus führt die durch Variantenvielfalt und kürzere Produktlebenszyklen bedingte deutliche Verkleinerung der Modellstückzahlen zu einem enormen Kostendruck. Als Konsequenz all dieser Einflüsse steht der Werkzeug- und Formenbau unter enormem Innovationsdruck. Besonders kleinere und mittlere Unternehmen haben jedoch große Probleme, neue Technologien zu adaptieren. Wenn Innovationen adaptiert werden, so handelt es sich in der Regel um einzelne Neuerungen, die zwar punktuell eine Verbesserung erzielen, aber ihr Einfluss auf die gesamte Prozesskette ist schwer quantifizierbar. Systematische Gesamtverbesserungen lassen sich jedoch nur erzielen, wenn die gesamte Prozesskette betrachtet wird und die Prozessstufen aufeinander abgestimmt und in sich optimiert werden. Daraus erwächst für den Werkzeug- und Formenbau ein enorm hoher Informationsbedarf. Erschwerend kommt hinzu, dass derzeit die personellen Voraussetzungen für ein schnelles Wachstum oftmals nicht gegeben sind.

Für spezielle Fragestellungen und einzelne Problemlösungen haben sich die Fraunhofer-Institute in vielen Projekten als innovativer und zuverlässiger Partner erwiesen. Jedoch ließen sich Lösungen für eine übergreifende Prozesskette nicht oder nur in unzureichendem Maße lösen, da das dafür benötigte Know-how über mehrere Institute mit unterschiedlichen Forschungsprofilen verstreut war. Umfassende Problemlösungen für große Prozessketten mit vielen Prozessstufen lassen sich nur im Verbund lösen, wenn die dezentral vorhandenen Kernkompetenzen zentral koordiniert werden.

Praxisnahe Forschung im Verbund

Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum für Umform- und Schneidwerkzeuge »ZEUS« ist eine Einrichtung, deren konsequentes Ziel die Integration von Kernkompetenzen auf den Stufen der umformtechnischen Prozesskette ist. Es wurde am 1. Januar 2000 als Gemeinschaftsprojekt von fünf Fraunhofer-Instituten gegründet und wird mit zentralen Mitteln der Fraunhofer-Gesellschaft großzügig unterstützt. Der Standort für »ZEUS« ist das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz. Demonstrationen von Ergebnissen sowie die Erprobung neuer Technologien können im Fraunhofer IWU, Chemnitz durchgeführt werden, weil das zur Erprobung notwendige umformtechnische Equipment und Know-how vorhanden ist.

Die Kernkompetenzen der fünf Fraunhofer-Institute sind teilweise sehr unterschiedlich. Für eine enge Zusammenarbeit sind jedoch abgestimmte Schnittstellen vorhanden, so dass effiziente Absprachen die Regel sind. Die Kompetenzen verteilen sich folgendermaßen:

Für die gesamte Prozesskette ist das Fraunhofer IWU, Chemnitz verantwortlich. Der Schwerpunkt der Tätigkeit liegt hierbei auf der Neugestaltung der umformtechnischen Prozesskette, der Entwicklung und Anwendung neuer Technologien. Im Einzelnen umfasst dies die Prozesskettenplanung für Blech- und Massivumformung, unter Umständen mit Hilfe der Prozesssimulation, neue Strategien des Werkzeug- und Formenbaus, Verarbeitung innovativer Werkzeug- und Werkstückwerkstoffe und innovative Technologien für komplexe Bauteile.

Vom Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK Berlin fließen Fertigungsstrategien und Kompetenzen zum virtuellen Try-Out ein. Im Detail sind dies die Auswahl und Optimierung von Fertigungsprozessen, Know-how zu anwendungsorientierten Bearbeitungsstrategien, neue CAM-Funktionalität und die Integration von Simulation und CAD in die Prozesskette der Produktentwicklung.

Kompetenzen zu Oberflächen- und Beschichtungstechnik bringt das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig ein. Zu den Aufgaben zählen die anwendungsorientierten Vorbehandlungen der Grundwerkstoffe, das Aufbringen und die Entwicklung reibungs- und verschleißmindernder Schichten sowie von Beschichtungen für die schmierstoffarme Umformung und die Entwicklung kostengünstiger Beschichtungsprozesse.

Zusätzlich bzw. komplementär dazu ist die Entwicklung neuer Werkzeugwerkstoffe im Fraunhofer-Institut für keramische Technologien und Sinterwerkstoffe IKTS, Dresden. Werkzeug-einsätze aus Keramik und Hartmetall

für Tiefzieh- und Umformprozesse sowie Keramik-Schneidwerkzeuge prägen das Forschungsgebiet. Als Werkzeugwerkstoffe werden auch Korund und Hartmetalle mit Submikrometergefüge angewandt. Hohe Härten von 2100 bzw. 2600 HV 10 der Werkzeugwerkstoffe tragen erheblich zur Prozesssicherheit bei.

Für die Vorhersage des Bauteilverhaltens ist das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg verantwortlich. Praxisorientierte Werkstoffuntersuchungen und die daraus abgeleitete Bauteilsimulation tragen zur Prozesssicherheit bei. Schwerpunkt des Betätigungsfeldes im Rahmen von »ZEUS« ist die Werkstoff- und Bauteilsimulation. Sie beruht auf Ergebnissen des werkstoffmechanischen Bauteilverhaltens, wie beispielsweise dem Verschleiß und dem Rückfederungsverhalten.

Durch diese weit fassenden Kernkompetenzen kann das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »ZEUS« große Teile des Informationsbedarfes der Industrie im Werkzeug- und Formenbau abdecken. Die angebotenen Dienstleistungen helfen besonders den KMU, das mit der

Erfüllung des Informationsbedarfes verbundene hohe Entwicklungsrisiko und gleichzeitig das Investitionsvolumen zu minimieren. Im Rahmen seiner Vorlauf-forschung hat das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »ZEUS« wesentliche Felder technologischer Optimierungen bereits abgedeckt. Ausgewählte Leistungen, die im Folgenden erläutert werden, belegen dies.

Aufbau von Demonstratoren zur Visualisierung technologischer Innovationen

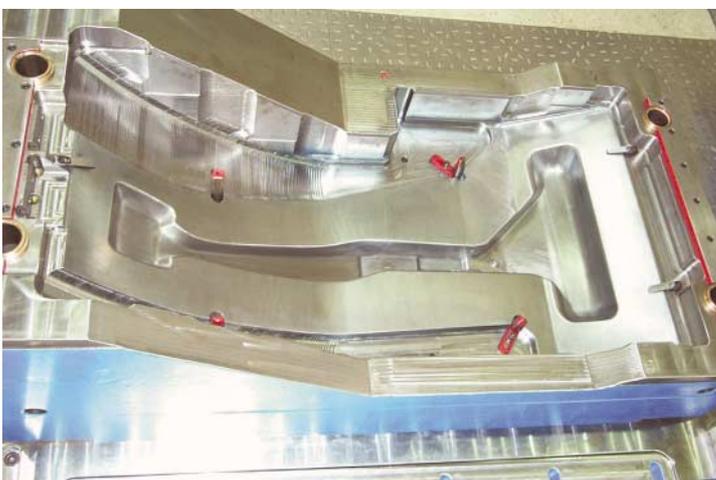
Um seinem Namen gerecht zu werden, besteht ein wesentliches Ziel der Arbeiten in der Umsetzung der in den Modellwerkzeugen erprobten Kombinationen von Werkzeug- und Werkstückwerkstoff sowie der Nutzung der ermittelten Effekte. Dazu sind Demonstratorwerkzeuge in Realgröße vorgesehen. Für die unterschiedlichen Verfahrensvarianten

- Tiefziehen/ Schneiden,
- Innenhochdruckumformen und
- Schmieden

werden solche Werkzeuge bzw. Werkzeugsysteme am Fraunhofer IWU derzeit konstruiert und baulich umgesetzt. Die Besonderheit besteht in der Austauschbarkeit von Aktivteilen, die sich in Zonen hoher Beanspruchung oder Verschleißneigung befinden.

Ergänzend zu den Demonstratoren wurden zum Aufbau neuer Technologien im Rahmen von »ZEUS« schon einige ergänzende Investitionen getätigt. Am Fraunhofer IST in Braunschweig ist beispielsweise eine PACVD-Beschichtungsanlage entstanden, die in ihrer Dimension größer als bisherige Anlagen ist. Sie ergänzt eine kleinere Beschichtungskammer und ermöglicht das Aufbringen von amorphen diamantähnlichen Kohlenstoffbeschichtungen (DLC-Schichtgruppe) auf größere und schwerere Bauteile. Bei einem Durchmesser von 900 mm, davon 700 mm nutzbar, und der Kammerhöhe von 1,4 m (maximalen Bauteillänge: 1,2 m) beträgt das Kammervolumen ca. 1 m. Auch schwere Bauteile bis 800 kg Eigengewicht können beschichtet werden.

Die zweite große Investition ist ein Stift-Scheibe-Tribometer, das im Fraunhofer IWM steht. Sein Einsatzzweck besteht hauptsächlich darin, Analyse-möglichkeiten der Erwärmung in Abhängigkeit des Werkstoffs bzw. der Werkstoffpaarungen zu geben. Mit Hilfe eines Laserstrahls wird die Reibfläche auf über 1100 °C erhitzt, während ein Stift in zeitlich definierten Abschnitten periodisch auf die rotierende Scheibe drückt. Ziel des Einsatzes eines Stift-Scheibe-Tribometers ist ein verbessertes Modellsystem, insbesondere für Schmiedeprozesse, das für realitätsnahe Simulationen benötigt wird.



NCP-Programmiersystemvergleich – ein Projekt für übergreifende Zusammenarbeit zweier Demonstrationszentren

Zusätzlich zu dem Leistungsangebot eines Fraunhofer-Demonstrationszentrums werden dem Werkzeug- und Formenbau auch Lösungen offeriert, die von mehreren Fraunhofer-Demonstrationszentren erarbeitet werden. Schnittstelle gemeinsamer Tätigkeiten zwischen den Zentren bilden dabei Themen, die sich individuell auf die einzelnen Schwerpunkte der Demonstrationszentren anpassen lassen.

Diesbezüglich findet gerade ein anwendungsbezogener Vergleich typischer Programmiersysteme für den Werkzeug- und Formenbau statt. Ziel ist einerseits eine Bewertung der jeweiligen NC-Systeme hinsichtlich Funktionalität, Maß- und Formgenauigkeit und Oberflächengüte und andererseits die Analyse der erzeugten NC-Bahnen hinsichtlich der Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsprofile. Die Ergebnisse werden in einer frei konfigurierbaren Tabelle zusammengefasst, so dass eine individuelle, auf Anwendungspotential und Aufgabenstellung angepasste und gewichtete Beurteilung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit von CAM-Programmen möglich ist.

Das Leistungsangebot in der Übersicht

Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »ZEUS« hat im Rahmen der Vorlaufforschung einige Projekte abgeschlossen, deren Ergebnisse für den Anwender zur Verfügung stehen und auch schon genutzt werden. Über 250 Kontakte auf der Euro-BLECH 2000 in Hannover und die sich daraus ergebenden Geschäftsbeziehungen haben gezeigt, dass das Fraunhofer-Demons-

trationszentrum »ZEUS« kundenorientierte Lösungen anbietet, die von den Kunden angenommen werden. Der in diesem Jahr veranstaltete Workshop zum Thema »Innovative Werkstoffe und Beschichtungen für Umformwerkzeuge« ist ebenfalls auf großes Interesse gestoßen.

Interessenten und potentielle Anwender können sich von der Leistungsfähigkeit der neuen Konzepte vor Ort überzeugen.

Die Demonstratoren ermöglichen eine Vorführung der Effekte. Ergänzend dazu werden anwendungsspezifische Entwicklungsprozesse angeboten. Je nach Problematik werden dann entweder die weiteren Kontakte vermittelt oder die Zusammenarbeit der verschiedenen Institute wird so koordiniert, dass ein zentraler Ansprechpartner zur Verfügung steht.

Das Demonstrationszentrum dient als Plattform für Diskussionen allgemeiner Art, wie auch für individuell angepasste Problemlösungen. Verbundprojekte und bilaterale Zusammenarbeit im Interesse der jeweiligen Kontaktfirmen sind auch im Verbund mit anderen Demonstrationszentren, wie beispielsweise »FoKus«, erklärte Ziele von »ZEUS«.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Dipl.-Math. Ralf Lang
Telefon 03 71/53 97-8 17
E-Mail lang@iwu.fhg.de

Beteiligte Institute

Chemnitz (Standort):

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Berlin:

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Braunschweig:

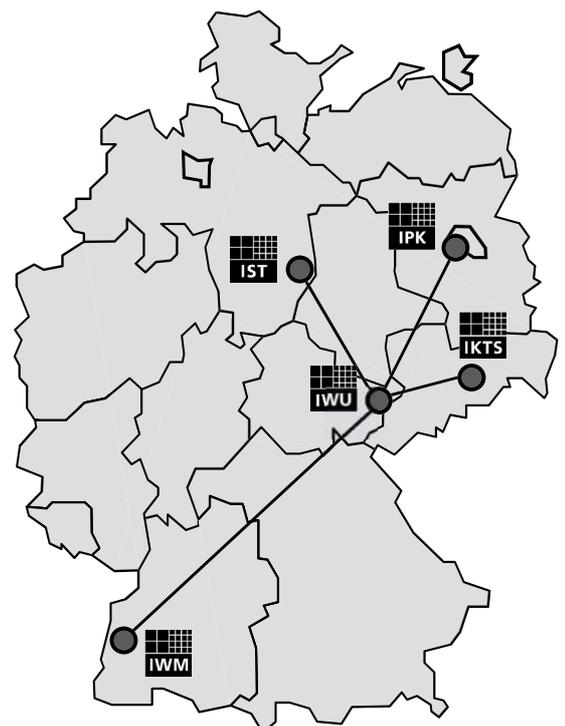
Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Dresden:

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe IKTS

Freiburg:

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM



Impressum

FoKus - Newsletter
Ausgabe 4/2001
Dezember 2001

Herausgeber

Fraunhofer-Demonstrationszentrum
Formen für die Kunststoffverarbeitung
FoKus

Redaktionsanschrift

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT
Steinbachstraße 17
D-52074 Aachen
Telefon 02 41/89 04-1 80
Telefax 02 41/89 04-1 98

Redaktion

Dipl.-Ing. Carsten Freyer (verantwortlich)
Ricarda Krause

Graphik, Layout

Ricarda Krause

Photos

Firma Schubert Software & Systeme
Firma reinisch AG
Fraunhofer ICT
Fraunhofer IWU
Fraunhofer IST
Heidi Peters, Fraunhofer IPT

Druck

RHIEM Druck GmbH, Voerde

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit
vollständiger Quellenangabe und nach Rück-
sprache mit der Redaktion. Belegexemplare
werden erbeten.

Die Institute des FoKus

Ihre Ansprechpartner

Fraunhofer-Institut für
Chemische Technologie ICT
Dr.-Ing. Bernd Bader
Telefon 07 21/46 40-4 08
E-Mail bba@ict.fhg.de

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT
Dipl.-Ing. Carsten Freyer
Telefon 02 41/89 04-1 24
E-Mail c.freyer@ipt.fraunhofer.de

Beteiligte Institute

Fraunhofer-Institut für
Angewandte Polymerforschung IAP,
Golm

Fraunhofer-Institut für
Produktionsanlagen und
Konstruktionstechnik IPK,
Berlin

Fraunhofer-Institut für
Schicht- und Oberflächentechnik IST,
Braunschweig

Fraunhofer-Institut für
Silicatiforschung ISC,
Würzburg

Fraunhofer-Institut für
Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik IWU,
Chemnitz

Institut für
Kunststoffverarbeitung IKV,
Aachen

Wie Sie uns finden

Fraunhofer-Demonstrationszentrum
Formen für die Kunststoffverarbeitung
Geschäftsstelle
Dr.-Ing. Peter Elsner
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal (Berghausen)
<http://dz-fokus.fraunhofer.de>

