

φ phi

Produktionstechnik Hannover informiert

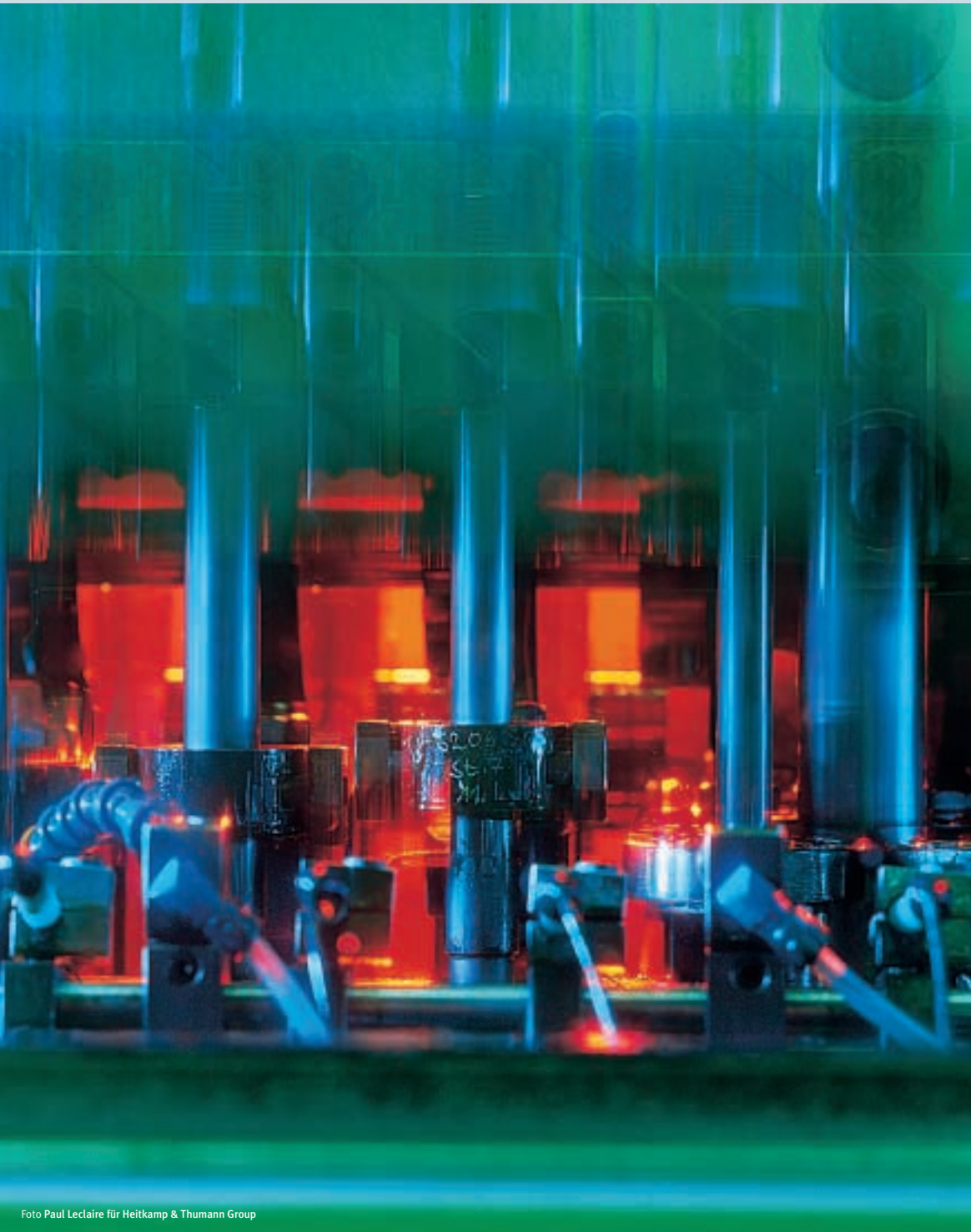


Foto Paul Leclair für Heitkamp & Thumann Group



When Hightech meets Glass ...



Spielend reorganisieren



Leichte Pulver in Form gebracht

Maschinen – Werkstoffe – Verfahren

inhalt

- 2 **Editorial**
- 3 **Gemeinsame Forschung macht kurzen Prozess**
- 6 **Kaltes Wasser und scharfer Sand**
- 8 **When Hightech meets Glass ...**
- 10 **Halbwarm hat Zukunft**
- 12 **Spielend reorganisieren**
- 14 **Zirkular durch CFK**
- 16 **Leichte Pulver in Form gebracht**
- 18 **Magazin**
- 20 **Vorschau**

impresum

phi ist die gemeinsame Zeitschrift der produktionstechnischen Institute in Hannover. *phi* erscheint vierteljährlich mit einer verbreiteten Auflage von 2.500 Exemplaren. **ISSN 1616-2757**
Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Erlaubnis der Redaktion gestattet.
Kostenloses Abonnement der *phi*: Im Internet unter www.phi-hannover.de/abo.htm oder telefonisch bestellen unter Telefon (05 11) 27 97 65 00.

Redaktion
Mario Leupold (v.i.S.d.P.)

Redaktionsanschrift
Hollerithallee 6
30419 Hannover
Telefon: (05 11) 2 79 76-500
Fax: (05 11) 2 79 76-888
E-Mail: redaktion@phi-hannover.de
Internet: www.phi-hannover.de

Beteiligte Institute
Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Peter Wiendahl
Callinstr. 36
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-2440
Fax: (05 11) 762-3814
E-Mail: ifa@ifa.uni-hannover.de
Internet: www.ifa.uni-hannover.de

Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Hans Kurt Tönshoff
Schlosswender Str. 5
30159 Hannover
Tel.: (05 11) 762-2533
Fax: (05 11) 762-5115
E-Mail: ifw@ifw.uni-hannover.de
Internet: www.ifw.uni-hannover.de

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Eckart Doege
Welfengarten 1A
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-2264
Fax: (05 11) 762-3007
E-Mail: ifum@ifum.uni-hannover.de
Internet: www.ifum.uni-hannover.de

Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bach
Appelstr. 11A
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-4312
Fax: (05 11) 762-5245
E-Mail: info@iw.uni-hannover.de
Internet: www.iw.uni-hannover.de



6
Mit kaltem Wasser und scharfem Sand lassen sich viele Materialien bearbeiten.



10
Halbwarm hat Zukunft: Hohe Qualität bei mittleren Temperaturen.



14
Besser als Bohren: Materialverbünde zirkular fräsen.

IPH - Institut für Integrierte Produktion
Hannover gemeinnützige GmbH
Hollerithallee 6
30419 Hannover
Tel.: (05 11) 2 79 76-0
Fax: (05 11) 2 79 76-888
E-Mail: info@iph-hannover.de
Internet: www.iph-hannover.de

Laser Zentrum Hannover e.V.
Hollerithallee 8
30419 Hannover
Tel.: (05 11) 27 88-0
Fax: (05 11) 27 88-100
E-Mail: info@lzh.de
Internet: www.lzh.de

Druck
digital print
laser-druck-zentrum garbsen GmbH
Baumarktstraße 10
30823 Garbsen

Layout
demandcom dialogmarketing GmbH
Stefan Krieger
Baumarktstraße 10
30823 Garbsen



Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bach
Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover

Liebe Leserinnen und Leser,

Maschinen, Werkstoffe und Verfahren bilden in der modernen Produktionstechnik einen Kreislauf. Dabei wird, wie auf einer Wendeltreppe, mit jedem Durchgang durch diesen Kreis eine höhere Stufe des technischen Niveaus erreicht. Dieses fortwährende gegenseitige Ineinandergreifen der drei Bereiche lässt sich an Beispielen aus Artikeln dieser Ausgabe aufzeigen.

So stellt beispielsweise das Wasserstrahlschneiden ein modernes Verfahren dar, das in letzter Zeit in neue Anwendungsbereiche wie die Medizintechnik vorstößt. Der Einsatz dieses Verfahrens wäre jedoch ohne die Maschinenkomponenten, Rohrleitungen und hoch verschleißfeste Düsen nicht möglich.

Die Bereitstellung dieser Komponenten war zunächst abhängig von der Materialentwicklung für hochfeste, korrosionsbeständige Druckleitungen, die durch die Verbesserung der Pfannenmetallurgie im Stahlwerk realisiert werden konnte. Für die Düsen werden Rubin- und Saphir-Keramiken verwendet. Die Fertigung dieser Düsen war erst nach einer Weiterentwicklung im Bereich der Laserbearbeitungstechnologie möglich, da die Wasserkanäle in diese superharten Materialien nur mittels Lichtstrahlen gebohrt werden können. Erst nach der Überwindung dieser Hürden konnten die Anlagen gefertigt werden. Das Wasserstrahlschneidverfahren selbst ermöglicht jetzt wiederum die Bearbeitung von Verbundmaterialien wie kohlefaserverstärkten Kunststoffen und unterstützt auf diese Weise die weitere Verbreitung moderner Werkstoffe.

Das Zusammenspiel von Werkstoffkunde, Fertigungs- und Verfahrenstechnik bringt uns Schritt für Schritt zu neuen Erkenntnissen und ist so der Garant für die Sicherung des raschen technischen Fortschritts. Dies ist aber nur durch enge interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Fokussierung von Forschungsaktivitäten auf ein gemeinsames Ziel möglich.

Eine solche Zusammenarbeit mit der Möglichkeit von Erfahrungsaustausch und gegenseitiger Unterstützung wird nachhaltig von der Deutschen Forschungsgemeinschaft durch die Einrichtung von themenbezogenen Sonderforschungsbereichen gefördert. Neben der Bündelung der Anstrengungen auf relevante Forschungsthemen ermöglichen diese langfristig angelegten Förderungen eine umfassende Betrachtung der Forschungsproblematik von den Grundlagen bis zur industriellen Anwendbarkeit.

Dass die produktionstechnischen Institute in Hannover eine ganze Reihe von ihnen initiierten Sonderforschungsbereichen bearbeiten, unterstreicht ihre herausragende Position in der deutschen Forschungslandschaft. Diese Position zu halten und weiter auszubauen, ist für uns eine Herausforderung, der wir uns auch in Zukunft gerne stellen. Das neu gegründete Produktionstechnische Zentrum Hannover (PZH) wird hierbei nachhaltige Impulse geben.

Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bach
Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover



Gemeinsame Forschung macht kurzen Prozess

Die alleinige Betrachtung von Einzelaspekten der Produktion reicht heute nicht mehr aus, wenn ein Unternehmen seine Marktposition halten oder verbessern will. Nur der „Blick über den Tellerrand“ kann beispielsweise zu Qualitätssteigerungen oder einer Verkürzung der Prozesskette beitragen.

Was bleibt produzierenden Unternehmen heute noch übrig, um sich von anderen Herstellern im gleichen Marktsegment zu unterscheiden? Die Antwort lautet: Innovative Produktionstechnik. Vor allem durch die Möglichkeit, dem Kunden neue und von der Konkurrenz nicht lieferbare Technologien und Detaillösungen anbieten zu können, kann ein Hersteller neue Kundenkreise erschließen und alte Kunden halten. Da die Entwicklung solcher Technologien jedoch zunehmend komplexer wird und zu deren Realisierung immer größere Themenfelder berührt werden, bedarf es der Zusammenarbeit von Spezialisten aus vielen Fachgebieten.

Durch Zusammenarbeit zu neuen Ideen

Die meisten technischen Problemstellungen lassen sich heute nicht mehr mit Ingenieuren aus einem Fachgebiet lösen. Heutige Produktionsverfahren verlangen neben den jeweiligen Verfahrensspezialisten auch Fachleute aus anderen Disziplinen. Dabei dürfen die Unternehmen nicht nur auf die Evolution etablierter Verfahren setzen, sondern müssen verstärkt neuartige Fertigungsprozesse und -abläufe schaffen.

Bei der Suche nach Innovationen lohnt es sich, den Blick auf universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

zu richten. Hier entstehen interessante Alternativen zu bestehenden Verfahren, die ihren hohen Entwicklungsstand jahrelangen Forschungsarbeiten verdanken und sich hervorragend in der Industrie einsetzen lassen.

„Stille Stars“ mit Potenzialen

Zu diesen Innovationen gehört beispielsweise die Präzisionsumformung: Obwohl geschmiedete Bauteile sehr gute technologische Eigenschaften besitzen, konnte die Massivumformung den Entwicklungen neuer Spitzentechnologien in den letzten Jahren, z. B. in den Bereichen

Spanen (Hartfeinbearbeitung, Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, etc.) und Fügen (Laserschweißen, etc.), nicht in gleichem Maße folgen. Dabei ist das Präzisionsschmieden komplexer Bauteile eher ein „stiller Star“ unter den Fertigungsverfahren und zeichnet sich durch nahezu einbaufertige Funktionsflächen, hohe Produktivität, ressourcenschonenden Materialeinsatz und hervorragende technologischen Produkteigenschaften aus. Für Hochleistungsbauteile des Motoren- und Triebwerksbaus, die überwiegend in großen Serien gefertigt werden, bietet sich dieses Verfahren deshalb besonders an.

Ein wichtiges, bisher nicht ausgeschöpftes Potenzial der umformtechnischen Herstellung liegt in stark verkürzten Prozessketten zur endkonturnahen Fertigung komplexer, hochbeanspruchter Bauteile. Dies bestätigt auch Dr. Manfred Hirschvogel, Vorsitzender des Industrieverbands Deutscher Schmiedern (IDS): „Chancen zur Verkürzung der Prozesskette und damit zur Rationalisierung liegen in der Entwicklung von Präzisionsschmiedeteilen, bei denen Bearbeitung eingespart wird. Dies wird einen wichtigen Stellenwert sowohl in der umformtechnischen Forschung als auch in der industriellen Anwendung einnehmen.“ Die Erschließung dieses Potenzials ist jedoch nur möglich, wenn neben rein umformtechnischen Fragestellungen werkstoffkundliche, zerspanentechnische und organisatorische Probleme fachübergreifend betrachtet werden. Hierzu bietet die Zusammenarbeit von fachlich entsprechend ausgerichteten Forschungseinrichtungen in einem so genannten Sonderforschungsbereich (SFB) hervorragende Möglichkeiten.

Gemeinsame Forschung schmiedet zusammen

Innerhalb eines Sonderforschungsbereiches bearbeiten Wissenschaftler unterschiedlicher Institute eines Universitätsstandortes fächerübergreifende Fragestellungen. Hierbei bringen die verschiedenen Wissenschaftler jeweils die fachliche Qualifikation ihres Bereiches in die gemeinsame Forschungsaufgabe ein. Somit entstehen ganzheitliche Lösungen, die innovative Ansätze für die Übertragung in die industrielle Praxis darstellen.

Am Beispiel des Forschungsvorhabens „Prozesskette zur Herstellung präzisionsgeschmiedeter Hochleistungsbauteile“ (SFB 489) wird deutlich, wie die Zusam-

menarbeit der produktionstechnischen Institute in Hannover im Rahmen eines Sonderforschungsbereichs gestaltet wird.

Im SFB 489 wird die gesamte Produktionskette eines Schmiedeteils, ausgehend von der Rohteilerwärmung über den eigentlichen Schmiedeprozess und die Wärmebehandlung bis zur abschließenden Hartfeinbearbeitung durch Schleifen anhand eines Zahnrads betrachtet. Ziel ist die Substitution der spanenden Weichbearbeitung durch die Präzisionsschmiedetechnik und die Adaption der spanenden Hartfeinbearbeitung an dieses Verfahren.

Durch die Ergebnisse des Sonderforschungsbereichs kann schon während der Entwicklung neuer Produktionsverfahren abgeschätzt werden, welche weitergehenden technologischen und logistischen Entwicklungen notwendig sind, um diese Technologien und Verfahren später industriell einzuführen. So sind zum Beispiel zur Erreichung hoher Stückzahlen von Schmiedegesesen neue Werkzeugkonzepte mit angepassten Gesenkwerkstoffen notwendig.

Um die Möglichkeiten zur Verkürzung der Prozesskette beim Präzisionsschmieden voll nutzen zu können, ist eine Wärmebehandlung der Bauteile aus der Schmiedewärme erforderlich. Dies bedarf vollständig neuer und noch zu entwickelnder Wärmebehandlungsverfahren und stellt darüber hinaus besondere Ansprüche an die Logistik. Der Forschungsbedarf erstreckt sich von bauteil- und belastungsangepassten Werkstoff-

entwicklungen, der Stoff- und Reibgesetzentwicklung zur Verbesserung der Simulationengenauigkeit bei der FEM-Simulation des Umformprozesses, der Entwicklung von Ansätzen zur Simulation der Umwandlungsvorgänge während des Abkühlvorganges bis hin zur Lösung spezifischer Probleme bei der Werkzeugherstellung.

Die Prozesskettenverkürzung für präzisionsgeschmiedete Bauteile erfordert somit die Bündelung von Kompetenzen aus den Gebieten Maschinen, Werkstoffe und Verfahren. Durch die Kooperation der produktionstechnischen Institute am Standort Hannover wird diese Kompetenzbündelung erreicht. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Spezialisten aus den einzelnen Forschungseinrichtungen ergibt dabei Synergien, durch die zusätzliche Innovationspotenziale erschlossen werden können. So wird die institutsübergreifende Arbeit im Sonderforschungsbereich zu einem wichtigen Motor für produktionstechnische Neuerungen.

Der hier beschriebene Sonderforschungsbereich und dessen Inhalte zeigen beispielhaft, wie neue Wege in der Produktionstechnik beschränkt werden können. Die Ergebnisse, die sich aus solchen umfangreichen Betrachtungen auch über den Tellerrand hinaus erreichen lassen, machen aber letztlich die Innovationen aus, die es einem Unternehmen ermöglichen, seine Stellung am Markt zu behaupten oder gar zu verbessern.

Helge Dähndel, IFUM, Michael van Well, IW und Mario Leupold, IPH

Sonderforschungsbereiche setzen Trends

Um die fächer-, instituts- und fachbereichsübergreifende Erforschung zukunftsweisender Themen zu ermöglichen, gibt es in der deutschen Forschungslandschaft **Sonderforschungsbereiche** (SFB), die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert werden.

Durch die intensive Zusammenarbeit und Bündelung von Kräften und Kompetenzen mehrerer Institute der geförderten Hochschule ist es möglich, ein Forschungsthema von verschiedenen Seiten zu betrachten und die Auswirkungen einzelner Entwicklungen zu untersuchen. Durch ihren Umfang und ihre Langfristigkeit sind die SFBs ein wichtiger Trendsetter und Katalysator für Innovationen.

Davon profitiert auch die Industrie. Durch die Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen mit Anwendern in so genannten **Transferbereichen** werden die Ergebnisse der SFBs auch den Unternehmen direkt zugänglich gemacht.

Institute der Universität Hannover sind zur Zeit an acht Sonderforschungsbereichen beteiligt - fünf davon im Fachbereich Maschinenbau. Neben der Herstellung präzisionsgeschmiedeter Bauteile erforschen die hannoverschen Wissenschaftler in den SFBs auch die Fertigung in Feinblech, aktive Mikrosysteme, Magnesiumtechnologien und die prozessintegrierte Qualitätsprüfung metallischer Bauteile.



Kaltes Wasser und scharfer Sand

Glas schneiden, Kernkraftwerke zerlegen, Turbinenschaufeln entschichten, Granaten entschärfen, Löcher bohren, Teppiche ablängen, Lebergeschwüre entfernen: dies und vieles mehr können Wasser und Sand.

Die „bahnbrechende“ Wirkung von Wasser ist in der Natur überall zu beobachten und für bizarre Gesteinsformationen und faszinierende Schluchten verantwortlich. Seit den 60er Jahren wird diese erosive Eigenschaft des Wassers industriell genutzt und seit mehr als 30 Jahren im Wasserstrahl Labor Hannover (WLH) des Institutes für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover erforscht.

Wasserstrahl mit Überschall

Es begann mit der Regenerosion: bereits Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre wurde vom IW die Schädigung von Flugzeugteilen durch Wassertropfen untersucht. Dieser Schädigungsmechanismus der Wassertropfen ist auch heute noch Thema im IW - nur ist bei der Wasserstrahltechnologie die Tropfengeschwindigkeit viel höher. Mit Druckübersetzern wird das Wasser auf mehrere 1000 bar komprimiert und in einer Düse auf mehrfache Schallgeschwindigkeit (bezogen auf Luft) beschleunigt.

Das so beschleunigte Wasser trifft auf das zu bearbeitende Material und erzeugt in einem athermischen Abtragsprozess eine präzise Schnittfuge. Die Entstehung von schädlichen Reaktionsprodukten und die Veränderung des Materials wie bei thermischen Schneidtechniken wird beim Zuschneiden von Schaumstoffen, Teppichen und Windeln mit dem Wasserstrahl vermieden.

Die erzeugte Fugenbreite kann je nach eingesetztem Düsendurchmesser weniger als 100 µm schmal sein oder aber auch mehrere Millimeter betragen.

Doch nicht nur zum Schneiden werden Wasserstrahlen genutzt. Seit den 60er Jahren werden verschlissene Schutzschichten, verwitterte Lacke, Rost und natürliche Bewuchse mit dem Hochdruck-Wasserstrahl entfernt. Im WLH werden die Mechanismen des Abtrags mit experimentellen und rechnergestützten Verfahren untersucht. Durch eine geeignete Parameterwahl kann die Schicht ohne Schädigung des Grundmaterials entfernt werden.

Schneiden mit Sand

Zu Beginn der 80er Jahre wurde das Anwendungsfeld der Wasserstrahltechnologie durch den Zusatz von Abrasivstoffen zum Wasserstrahl erweitert. Mit der gewonnenen Leistungssteigerung können alle „harten“ Materialien, wie z. B. Stähle und Keramiken bearbeitet werden. Zwei Prinzipien haben sich durchgesetzt - der **Wasserabrasivinjektorstrahl (WAIS)** und der **Wasserabrasivsusensionsstrahl (WASS)**.

Der WAIS wird nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe erzeugt. Wie beim Wasserstrahlverfahren wird Wasser auf Schallgeschwindigkeit beschleunigt. In einer Mischkammer wird der Strahl in eine Hartmetalldüse geleitet. Durch eine

Öffnung in der Mischkammer saugt der Hochgeschwindigkeitsstrahl Luft an und erzeugt einen Unterdruck, der genutzt wird, um scharfkantige Sandpartikeln in die Mischkammer zu transportieren. Die Sandpartikeln werden durch den Strahl beschleunigt und trennen in einem Mikrozerspanprozess das zu bearbeitende Material. Obwohl der so erzeugte WAIS zu 95 % aus Luft besteht und der Rest ein Gemisch aus Wasser und Sand ist, kann Stahl bis zu 200 mm Materialstärke getrennt werden.



Mit dem Wasserabrasivstrahl lassen sich nahezu alle Materialien endkonturnah bearbeiten.

Die zweite Strahlart – der WASS – besteht nur aus Wasser und Abrasivmittel. Beim WASS wird eine im Druckkreislauf befindliche Suspension in einer einzigen Hartmetalldüse beschleunigt. Der WASS wird hauptsächlich in der Zerlegeindustrie eingesetzt. Bei fernhantierten Einsätzen im Offshore-Bereich in mehreren hundert

Metern Wassertiefe sowie im Rückbau kerntechnischer Anlagen hat sich der WASS bewährt.

Vom Forschungsergebnis zur Industrieanwendung

Im WLH findet der direkte Transfer von Grundlagenforschung in die industrielle Anwendung statt. Prozessoptimierungen hinsichtlich der Wirkweise von neuen Abrasivmitteln sowie die Erhöhung der Strahlstabilität und Schneideffizienz durch Zugabe von Additiven zum Wasser sind Themen, mit denen sich das Team des WLH derzeit beschäftigt. In einem europäischen Projekt mit industriellen Partnern wurde der Schneidkopf für das WAIS modifiziert. Den Anforderungen der Projektpartnern entsprechend wurde ein Mini-WAIS entwickelt, der mit hoher Prozesssicherheit Schnittfugen schmäler als 0,3 mm ermöglicht.

Gemeinsame Forschungsprojekte mit Betreibern kerntechnischer Anlagen haben das WASS-Verfahren für die Zerlegung von Kernkraftwerken als sicheres Verfahren qualifiziert.

Heiss und kalt: Konkurrenz verbindet

Als direkte Konkurrenzverfahren werden häufig die Wasser- und Laserstrahltechnik angesehen. Die Anwendungsspektren der beiden Verfahren unterscheiden sich wirtschaftlich und technologisch allerdings so stark, dass

Funktionsprinzip	WS	WAIS	WASS
Multifunktionales Werkzeug	Schneiden, Bohren, Drehen, Abtragen, Reinigen		
athermischer Prozess	keine schädlichen Reaktionsprodukte		
omnidirektional einsetzbar	Strahl ist zu jeder Seite „scharf“		
nahezu alle Materialien schneidbar	„weiche“ Materialien	metallische und keramische Materialien	
	homogen- und inhomogen, Verbundmaterialien		
geringe Fugenbreite	> 0,1 mm	> 0,3 mm	> 0,3 mm
erreichbare Schnitttiefen	z. B. PVC 20 mm	z. B. Stahl 200 mm	z. B. Stahl 300 mm
kleines und flexibles Werkzeug	vielseitig einsetzbar		
verschiedene Umgebungsmedien	Einsatz an Luft, unter Wasser, in explosionsgefährdeter Umgebung		
geringe Handhabungskräfte	15 N – 250 N		
geringe Abstandsempfindlichkeit	kein Fokussieren nötig		
natürliche, recyclebare Einsatzstoffe	Wasser	Wasser, Abrasivsand	

mehr von ergänzenden Verfahren gesprochen werden muss. Dass die beiden Verfahren nicht nur nebeneinander, sondern miteinander arbeiten können, beweisen Anwendungen, in denen der Wasserstrahl als Lichtleitfaser für den Laser genutzt wird. Mit diesem Verfahren ist der Laserstrahl auf eine Strecke von nahezu 100 mm gleichmäßig „fokussiert“. Somit können auch unebene Flächen mit dem Laser bearbeitet werden, ohne dass der Strahlkopf nachgeführt bzw. nachfokussiert werden muss. Positiver Nebeneffekt ist das Austreiben der Schmelze und die kühlende Wirkung.

Der Einsatz der Wasserstrahltechnologie wird in vielen Bereichen häufig abgelehnt, weil die niedrigen Schneidgeschwindigkeiten gegenüber den thermischen Strahlschneidtechniken als grosser Nachteil angesehen werden. Der dadurch bedingte Zeitverlust wird jedoch in bestimmten Anwendungen von der Möglichkeit der endkonturnahen Fertigung und der einfachen Handhabbarkeit kompensiert.

Neue Anwendungsfelder erschließen

Das Anwendungsspektrum und die Leistungsfähigkeit der Wasserstrahltechnologie werden durch die Erhöhung des Automatisierungsgrades und Verbesserungen in der Werkstofftechnologie ständig erweitert.

Ein Beispiel dafür ist der Einsatz von Wasserstrahlen in der Chirurgie als Wasserstrahlskalpell, welches seit den 70er Jahren Stand der Technik ist.

Nächste Stufe ist die Anwendung der **Wasserabrasivstrahltechnologie** in der Medizin mit biokompatiblen Abrasivstoffen, welche derzeit im IW erprobt wird. Ein Einsatz im Operationsaal zur Unterstützung in der orthopädischen Chirurgie wird in naher Zukunft möglich werden.

Stefan Brandt, IW

Knochenarbeit: Wasserstrahltechnik in der Orthopädie

Im Wasserstrahlabor (WLH) des Instituts für Werkstoffkunde wird gemeinsam mit Forschern der orthopädischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) eine neue Technologie für das Bearbeiten von Knochen entwickelt. Zum Einsatz kommt in diesem Fall ein Hochdruckwasserstrahl, dem Zucker oder ein Zuckersubstitut wie beispielsweise Sorbitol als Abrasivmittel zugesetzt wird. Diese Stoffe lösen sich nach dem Schneidprozess auf und sind körperverschmelzbar, falls Restmengen in der Operationswunde verbleiben.

Ein Vorteil dieses Strahlverfahrens sind die sehr geringen Rückstellkräfte. Dies ermöglicht einen Einsatz mittels OP-Roboter. Vorteilhaft ist auch die vernachlässigbare Wärmeeinbringung während des Schneidprozesses. Das Gewebe an der Schnittkante bleibt so biologisch aktiv.

Frank Pude, IW



Nasses Skalpell: In der Medizin kann der Wasserabrasivstrahl beispielsweise zum Schneiden von Knochen eingesetzt werden.

Der Arbeitskreis Wasserstrahltechnologie (AWT) fördert seit 1991 die Anwendung der Wasserstrahltechnik in der Praxis und ermöglicht bereits über 80 Mitgliedern aus Industrie und Forschung einen intensiven Austausch. Mehr Informationen: www.iw.uni-hannover.de/awt



Ein neu entwickeltes Laserstrahlverfahren ermöglicht das Schneiden von Konturen aus Flachglas.

When Hightech meets Glass ...

Lange nur im Bereich der Metall- oder Kunststoffbearbeitung angesiedelt, entdeckt die Industrie immer öfter die Vorteile des Lasers bei der Bearbeitung von Glasprodukten. Die gezielte Ausnutzung spezifischer Wellenlängen industriell einsetzbarer Lasersysteme und eine intelligente Prozessführung erschließt neuartige Bearbeitungskonzepte.

Obwohl bei der Bearbeitung von silikatischen Werkstoffen bereits Laserstrahlquellen für unterschiedlichste Anwendungsbereiche wie das Verschmelzen, Trennen oder Bohren von Glas eingesetzt werden, beschränken sich diese in der Regel auf die Bearbeitung von Dünngläsern wie Displaygläser oder rotationsymmetrische Bauteilgeometrien wie beispielsweise Trinkgläser und Glasröhren. Die hohe Thermoschockempfindlichkeit der meisten Glaswerkstoffe, vor allem von Kalk-Natron-Glas, hat bisher nur eine zuverlässige Hohlglasbearbeitung mittels Laserstrahlung erlaubt. Die Übertragung auf das Schneiden von geraden und insbesondere von komplexen Konturen in Flachgläser war nur eingeschränkt möglich. Hier hat das LZH Verfahren entwickelt und optimiert, die für

das Schneiden von Flachglas eingesetzt werden können.

Flachglas sicher trennen

Das konventionelle Trennen von Flach- oder Rohrglas erfolgt durch mechanisches Ritzen mit nachfolgendem Brechvorgang. Die beim Ritzen an der Glasoberfläche erzeugten Mikrorisse und Absplitterungen führen jedoch zu einer Verringerung der Bauteilfestigkeit und einer unerwünschten Verunreinigung der Glasoberfläche.

Ein am LZH optimiertes Verfahren zum thermisch induzierten Schneiden von Kalk-Natron-Flachgläsern nutzt die CO₂-Laserstrahlung zur Induzierung von Eigenspannung. Schneidölreste und Beschädigungen wie Risse oder Absplit-

terungen werden vermieden. Gleichzeitig wird die Bauteilfestigkeit gegenüber konventionellen Verfahren um bis zu 30 % gesteigert. Auf eine weitere Nachbearbeitung kann verzichtet werden.

Ein Vorteil einer berührungslosen Bauteilbearbeitung ohne Einwirkung von mechanischen Kräften auf die Glasoberfläche ermöglicht zudem auch das erfolgreiche Trennen von Flachgläsern mit einer Wandstärke von nur wenigen 10 µm (z. B. Displaygläser für Laptops und Mobiltelefone), bei denen mechanische Trennverfahren zu unkontrollierten Rissausbreitungen führen.

Das neue Verfahren erlaubt aufgrund der wellenlängenspezifischen Absorption an der Oberfläche des Glases das zuverlässige Schneiden gerader Kanten und

komplexer Konturen von Kalk-Natron-Flachgläsern von bis zu 2 mm Wandstärke.

Ein weiteres am LZH entwickeltes Bearbeitungsverfahren ermöglicht das Trennen von komplexeren Strukturen aus Kalk-Natron-Flachglasscheiben mit stärkeren Materialdicken. Das Prinzip beruht hierbei auf einer kontrollierten Rissführung im Glas, wobei der Riss über das gesamte Glasvolumen verteilt erzeugt wird. Zur Qualifizierung des Verfahrens wurden bereits Autorückspiegel aus 2 mm dicken Kalk-Natron-Flachglasscheiben sowie 6 mm dicke Flachgläser mit definierten Radien ausgeschnitten. Die dabei erreichten Geometriegenauigkeiten sowie Gestaltungsmöglichkeiten sind nur mit denen des Wasserstrahlschneidens vergleichbar, wobei die beim Laserstrahlschneiden erzeugten Schnittkanten eine wesentlich höhere Oberflächenqualität aufweisen. In aktuellen Projekten werden die Grenzen dieses neuen Verfahrens untersucht, bei dem das Potenzial im Gegensatz zu konkurrierenden Verfahren noch nicht ausgeschöpft ist.

Glaspullen sauber verschließen

Sowohl unter fertigungstechnischen als auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten eignen sich Laserstrahlquellen neben den beschriebenen Trennverfahren auch für das definierte Glasschmelzen. Anwendungen liegen dabei in der Herstellung von Glühlampen, bei denen das Glas gezielt aufgeschmolzen werden muss, und beim Fügen von nicht artgleichen Werkstoffen wie beispielsweise Glaskeramik-Metall-Verbindungen.

Besondere technologische Vorteile konnten durch die Verwendung von Lasern für das Verschließen von Glaspullen für die pharmazeutische Industrie erzielt werden. Die Verschlusszone der Ampulle wird dabei geschmolzen und durch ein Ziehen des Glases verschlossen. Mit der Laserstrahlung kann insbesondere eine Reduzierung der Rußpartikel erzielt werden, da der Verschleißprozess ohne Flamme durchgeführt wird.

Gegenüber dem konventionellen Flammenaufschmelzen ist die Laserbearbeitung partikelarm, strömungsneutral und verschleißteifrei. Weiterhin zeichnet sich das lasergestützte Verschließen der Glaspullen durch eine geringe Wärmeentwicklung aus, was insbesondere für empfindliche Medikamente vorteilhaft

ist. Der Prozess ist zudem durch eine hohe Prozesssicherheit charakterisiert. Unter Ausnutzung einer ausreichend hohen CO₂-Laserstrahlung erlaubt das Verfahren das vollständige Verschmelzen der Ampullen in weniger als einer Sekunde.

Feinste Strukturen in Glas

Das Beschriften von Glasbauteilen mit Sicherheitscodierungen und zur Identifikation hat in der Industrie ebenfalls eine große Bedeutung. So ist das Markieren von Gläsern sowohl an der Oberfläche als auch im Glasvolumen durch geeignete Lasersysteme in effizienter Weise möglich. Dem Laser nachgeschaltete Scannersysteme erlauben schnell und zuverlässig das Markieren von Glasbauteilen mit beliebigen zweidimensionalen Strukturen



an der Oberfläche als auch dreidimensionalen Strukturen im Volumen.

Darüber hinaus hat sich die Laserstrahlung auch als besonders geeignetes Werkzeug für die flexible Mikrostrukturierung erwiesen. Durch die Nutzung geeigneter Laseranlagen (z. B. Excimerlaser) können viele Materialien mit Mikrobohrungen sowie komplexen dreidimensionalen Topographien sowohl strukturiert als auch getrennt werden.

Neuerdings ist es möglich, Quarzglas durch den Einsatz von sehr kurzwelligen Excimerlasern ($\lambda = 157 \text{ nm}$) mit hoher Qualität zu bearbeiten. Hierdurch ist die Bearbeitung dieses für die Mikrosystem-,

Medizin- und Telekommunikationstechnik außerordentlich wichtigen Werkstoffes ermöglicht worden. In Kombination mit einem im LZH entwickelten Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Konturen für Mikrobauteile kann Quarzglas mit einer Tiefenauflösung deutlich unter einem Mikrometer und mit einer Strukturauflösung bis in den Mikrometerbereich bearbeitet werden. Der Einsatz dieser extrem kurzwelligen Laserstrahlung schließt damit eine fertigungstechnische Lücke.

Glasklare Lösung

Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten, die durch die Kombination verschiedener Energiequellen gegeben sind, stellt die Laserbearbeitung von Glas ein hohes Einsatzpotenzial zur Verfügung. Die

Mit dem Laser können Glaspullen sauber und schnell verschlossen werden.

Weiterentwicklung des kontrollierten Konturschneidens im Hinblick auf Kantenqualität und Schnittgeschwindigkeit sowie das gezielte Aufschmelzen von Glasoberflächen zum Polieren liefert der glasproduzierenden und optischen Industrie eine Vielzahl von Anwendungen. Gerade im anspruchsvollen Hochtechnologiesektor der Glasbearbeitung (Verbundgläser und Displays), aber auch für architektonische Anforderungen stellen die dargestellten Verfahren interessante Lösungsansätze dar.

Hanno Hesener, Peer-Olrik Wiechell, LZH



Halbwarm hat Zukunft

Die Halbwarmumformung ermöglicht durch die Verbindung der Vorteile der Kaltumformung mit denen der Warmumformung eine hohe Produktqualität für geschmiedete Bauteile. Ein Forschungsprojekt des IPH zeigt, dass sich zukünftig auch komplexe Langteile durch Halbwarmumformung herstellen lassen.

Die Halbwarmumformung ist ein junges Umformverfahren und stellt eine Verfahrensalternative zur klassischen Kalt- und Warmumformung dar.

Der prozessspezifische Umformtemperaturbereich befindet sich mit Temperaturen zwischen 600 °C und 800 °C oberhalb der üblichen Temperaturen der Kaltumformung bei Raumtemperatur und unterhalb der Warmumformtemperaturen von ca. 1200 °C.

Aufgrund der Nähe zur Kaltumformung zeichnen sich die Schmiedeteile durch eine hohe Maßgenauigkeit und Oberflächengüte aus. Die Nähe zur Warmumformung hingegen ermöglicht aufgrund des guten Umformvermögens des Schmiedematerials bei hohen Temperaturen die

Fertigung von komplexen Geometrien bei relativ geringen Umformkräften. Die Halbwarmumformung verbindet so die Vorteile der Kaltumformung mit denen der Warmumformung.

Mit Langteilen Neuland betreten

Bislang ist die Halbwarmumformung in ostasiatischen Ländern wie beispielsweise Japan etablierter als in Europa. In Deutschland beschränkt sich gegenwärtig der industrielle Einsatz der Halbwarmumformung auf rotationssymmetrische Bauteile wie Kegelräder und Achszapfen. Vom IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover wurde deshalb im Rahmen eines von der Deutschen Forschungs-

gemeinschaft (DFG) geförderten Projektes die Möglichkeit zur Übertragung der Halbwarmumformung auf das Schmieden komplexer Langteile im geschlossenen Gesenk untersucht.

Die Untersuchung wurde für das Verfahren des Gesenkschmiedens am Beispiel eines Pkw-Pleuels durchgeführt. Ziel des Projektes war es, die grundsätzliche Anwendbarkeit des Gesenkschmiedens im Halbwarmtemperaturbereich für Langteile zu zeigen. Wesentliche Arbeitsinhalte waren die Entwicklung des Schmiedewerkzeuges sowie die Ermittlung des Einflusses der Umformtemperatur als eines der wichtigsten Prozessparameter.

Neues Werkzeugkonzept

Das Prinzip des entwickelten Versuchswerkzeuges basiert auf dem Verfahren des Schmiedens im geschlossenen Gesenk. Grundprinzip ist dabei die zeitliche Trennung der Vorgänge „Gesenk schließen“ und „Umformen“. Diese zeitliche Trennung wurde durch die Entkopplung der Gesenkhälften von der Umformmaschine mit Hilfe von energiespeichernden Federelementen erreicht. Nach dem Schließen des Gesenkes erfolgt die Formgebung des Pleuels durch das Eindringen der Umformstempel in den geschlossenen Gravurhohlraum. Die Umformstempel übernehmen zugleich die zusätzliche Funktion eines Auswerfers zur Entnahme des geschmiedeten Pleuels.

Die Formfüllung eines im konventionellen Schmiedeprozess hergestellten Werkstückes basiert hauptsächlich auf einer erhöhten Rohteilmasse, die frei aus dem Gesenk austreten kann. Das Schmieden im geschlossenen Gesenk setzt dagegen voraus, dass die Rohteilmasse der Schmiedeteilmasse entspricht. Eine vollständige Formfüllung erfordert deshalb eine schrittweise Annäherung der Ausgangsform an die Endgeometrie – zum einen zur Masseverteilung, zum anderen zur Querschnittsvorbildung. Dies wird durch eine der Endformung vorgelagerte Zwischenform erreicht. Die kompakte Werkzeuggestaltung ermöglicht den Einsatz beider Stufen in einem Umformaggregat.

Höhere Qualität erreichbar

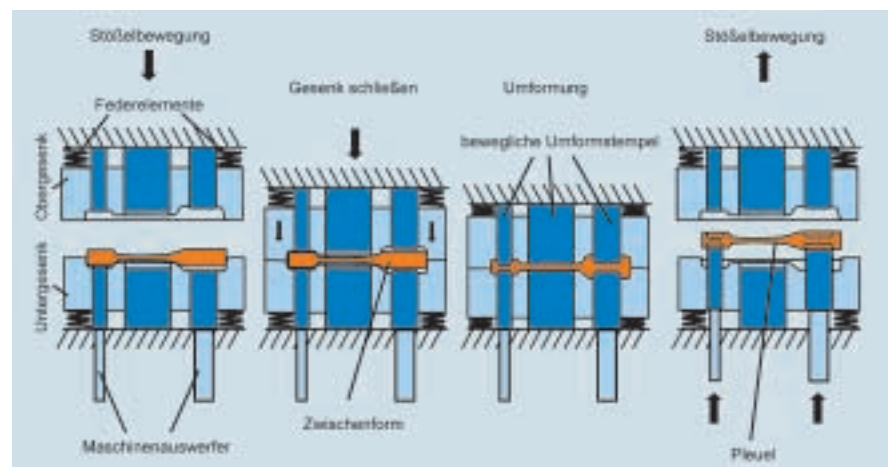
Für die Qualität umformtechnisch hergestellter Bauteile ist die vollständige Formfüllung ein notwendiges Kriterium. Diese wird durch Optimierung der Masseverteilung der Ausgangs- und Zwischenform erreicht. Darüber hinaus ist die erreichbare Maßgenauigkeit und Oberflächengüte des geschmiedeten Teils ausschlaggebend. Mit zunehmender Umformtemperatur wirkt sich die stärkere Verzunderung des Rohteils nachteilig auf diese Kennwerte aus. Dies begrenzt die maximal zulässige Temperatur der Halbwarmumformung auf 800 °C.

Die untere Temperaturgrenze der Halbwarmumformung ist abhängig von der Geometrie des Schmiedeteils. Im Allgemeinen liegt die untere Temperaturgrenze im Bereich von 600 °C und wird durch den Anstieg der erforderlichen Umformkraft und der resultierenden Werkzeugbelastung vorgegeben. Diese

führt zu einem erhöhten Werkzeugverschleiß bzw. einer reduzierten Werkzeuglebensdauer. Eine gleichmäßige Schmierung des Werkzeuges sowie Vorschmierung des Rohteils verbessert das Formfüllungsverhalten und reduziert somit die Werkzeugbelastung.

Temperaturgrenzen ermitteln

Auch für die untersuchte Pleuelgeometrie wurde als untere Grenze der Umformtemperatur 600 °C ermittelt. Hierbei ergaben sich nicht vollständig ausgeschmiedete Gravurecken, die jedoch keine Beeinträchtigung der Bauteilfunktion bedeuten. Eine Ausschmiedung auch dieser Bereiche ist durch eine Erhöhung der Umformtemperatur auf 700 °C möglich. Doch im Gegensatz zur Warmumformung ist im Halbwarmbereich eine weitere Erhöhung der Umformtemperatur nicht mit einer verbesserten Formfüllung verbunden. Denn zwischen 700 und 800 °C verringert sich die Fließfähigkeit des Materials und steigt erst bei Temperaturen von über 800 °C wieder an.



Die Realisierung eines Halbwarmprozesses erfordert demzufolge eine genaue Kenntnis des Werkstoffverhaltens bei verschiedenen Temperaturen. Hierbei ist auch die von der Bauteilgeometrie abhängige Auskühlung des Schmiedematerials zu berücksichtigen.

Neuer Erfolg in der Massivumformung

Der am IPH auf Basis des gratlosen Gesenkschmiedens im Halbwarmtemperaturbereich hergestellte PKW-Pleuel ist ein neuer Erfolg in der Massivumformung. Diese Untersuchungen wurden erstmalig für ein geometrisch kompliziertes Langteil durchgeführt, so dass die Ergebnisse dieser Untersuchungen wichtige Grundkenntnisse des Gesenkschmiedens von Langteilen im Halbwarm-

temperaturbereich darstellen.

Die Entscheidung jedoch, ob die Halbwarmumformung anstatt eines konventionellen Umformverfahrens angewendet werden soll, kann bislang nicht in allgemeiner Form getroffen werden. Hier ist ein bauteilabhängiger Entscheidungsprozess erforderlich.

„Ob der Einsatz der Halbwarmumformung gegenüber der Warm- und Kaltumformung für die Herstellung von Bauteilen wirtschaftlicher ist, kann aufgrund der unzureichenden Kenntnis der Werkzeuglebensdauer sowie die Beschränkung des Formspektrums nicht beantwortet werden“, gibt Dr.-Ing. Manfred Hirschvogel, Geschäftsführer der Hirschvogel Umformtechnik GmbH, zu bedenken.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen aber, dass die halbwarmerstellung langer Bauteile im geschlossenen Gesenk prinzipiell möglich ist und das Verfahren das Potenzial besitzt, sich neben der Halbwarmumformung rotationssymmetrischer Schmiedeteile industriell zu etablieren. Aufgrund der

Das neuartige Werkzeugprinzip ermöglicht das präzise Schmieden von Langteilen im Halbwarmtemperaturbereich.

Komplexität und des innovativen Charakters der Halbwarmumformung gibt es hier aber noch weiteren Forschungsbedarf. Shahrouz Nejati-Rad, IPH

Spielend reorganisieren

Manuelle Montage ist wirtschaftlich, wenn der teure Produktionsfaktor Mensch effektiver genutzt wird. Notwendig ist hierzu ein Philosophiewechsel: Nicht Hochautomatisierung ist gefragt, sondern die Flexibilität des Mitarbeiters. Mit einem Planspiel lassen sich die erforderlichen Bewusstseins- und Verhaltensänderungen herbeiführen.

Viele Unternehmen haben in der Vergangenheit versucht, Lean Production einzuführen. Die meisten haben sich jedoch lediglich auf einzelne Elemente konzentriert und daher auch nur begrenzten Erfolg gehabt. Da Lean Production eine Philosophie ist, die mit der Einstellung von Menschen und deren Bereitschaft zur Veränderung zu tun hat, muss jedoch ein ganzheitliches Verständnis erzielt werden. Viele Elemente der Lean Production wie Kanban, One-piece-flow, U-förmige Montageinseln, Vermeidung von Verschwendungen oder Rüsten in Taktzeit sind den Planern bestens bekannt. In den operativen Bereichen ergibt sich aber oftmals ein anderes Bild. Was in der Theorie so einfach erscheint, funktioniert in der Praxis nur selten und ist mit vielen Hemmnissen verbunden. Sobald es darum geht, Neuerungen in die Praxis umzusetzen, sieht man sich mit einer Vielzahl von Einwänden konfrontiert. Der häufigste lautet: „Das mag ja bei anderen funktionieren, doch bei uns geht das nie!“ Der Grundansatz zur Einführung von Lean Production muss daher für viele Unternehmen darin bestehen, einerseits die Funktionsweise und Erfolge dieser Organisationsprinzipien darzustellen sowie andererseits die Ängste, Vorbehalte und Widerstände der Mitarbeiter zu überwinden. Erklären lässt sich da sicher viel, besser ist es, das ganze einmal durchzuspielen.

Planspiel macht fit für die Unternehmensrealität

Die zu erzielende Bewusstseinsänderung sowohl bei den operativen Mitarbeitern



Theorie und Praxis im Planspiel PEflex-Trainer: Im Team erarbeitete Verbesserungsvorschläge werden sofort in Montageübungen ausprobiert.

als auch bei den Führungskräften ist notwendig, um eine aus Überzeugung gewachsene Verhaltensänderung herbeizuführen, die durch Kommunikation und Training vertieft werden kann. Die praktische Erfahrung zeigt, dass verändertes Denken und Handeln durch sogenannte

Planspiele als Lehr- und Trainingsmethode schneller, kostengünstiger und nachhaltiger realisiert werden können, als das bei herkömmlichem Unterricht möglich ist. Grau ist alle Theorie: Am Bes-

ten lernt man aus Fehlern, die man selbst gemacht hat.

Planspiele werden seit langem als effizienzsteigernde Unterrichtsmethode empfohlen. Sie sind aktive Lernverfahren, die experimentelles und spielerisches Lernen (learning by doing, Aktionslernen) ermöglichen. Die Arbeitsbedingungen für die Teilnehmer am Planspiel sind gekennzeichnet durch Teamarbeit, Entscheiden unter Zeitdruck und auch durch hohen

Arbeitsaufwand. Sie sind damit der Realität angenähert. Im Vordergrund steht immer das Entscheidungstraining, d. h. das Vorbereiten, Planen und Treffen von Entscheidungen im Team.

Spielerisch lernen mit dem PEflex-Trainer

Die meisten wirtschaftsorientierten Planspiele sind weitestgehend computergestützt und simulieren lediglich Prozesse und äußere Einflüsse. Die betrachteten Bereiche sind im Wesentlichen Management, Marketing und Logistik. Kein Plan-

blick über die wesentlichen Funktionen und Zusammenhänge und kann schon nach kurzer Zeit Schwachstellen erkennen. Die Dauer eines Planspiels beträgt 1½ Tage. Es beginnt ohne große Vorrede und sehr praxisorientiert. Die Gruppe der Teilnehmer, 8 bis 14 Personen, sollte sowohl operative Mitarbeiter als auch Führungskräfte umfassen. Sie haben die Aufgabe, im Team ein Unternehmen zu führen und innerhalb von 45 Minuten Akku-Ladegeräte zu montieren. Es ist ihnen bekannt, dass der Kunde innerhalb einer Spielrunde genau 40 Stück in vier Varianten kauft. Zwei Varianten werden



spiel setzt jedoch den Fokus auf die Produktion mit ihren Bereichen Fertigung, Montage, Transport oder Qualitätssicherung. Aufgrund dieses Bedarfs und der bereits zuvor erwähnten anzustrebenden Bewusstseinsänderungen wurde am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover ein neues Planspiel entwickelt: **Der PEflex-Trainer**. Die Seminare mit dem PEflex-Trainer werden direkt in den Laborräumen des IFA durchgeführt. Das Planspiel soll helfen, auf einfachste Weise und ohne Computersimulation grundlegendes Know-how zur Effizienzsteigerung in der Produktion zu vermitteln und Ansätze wie Kanban, One-piece-flow oder Rüsten in Taktzeit spielerisch zu erlernen.

Lasst die Spiele beginnen

Der PEflex-Trainer bildet alle wesentlichen Funktionen und Zusammenhänge des betrieblichen Geschehens in einer Montage im Maßstab 1:1 ab. Durch die Einfachheit des Modellbetriebs erhält der einzelne Teilnehmer rasch einen Über-

häufig nachgefragt, die zwei anderen gelten als Exoten. Um den Kunden zufrieden zu stellen, sollte die Lieferung innerhalb von zwei Minuten erfolgen.

Die Aufgabe der Gruppe ist es, die vorgegebene Produktionsorganisation durch situationsgerechte Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen so umzugestalten, dass eine verbesserte Produktionsleistung mit den Kenngrößen Liefertreue, Lieferzeit, Lieferfähigkeit und Durchlaufzeit bei minimalem Bestand erreicht wird. Die Möglichkeiten dafür werden je nach Ausbildungsstand der Teilnehmer entweder in kleinen eingeschobenen Schulungsmodulen vorgestellt oder müssen von den Teilnehmern selbst in Diskussionsrunden erarbeitet und verabschiedet werden. Die Teilnehmer realisieren die Maßnahmen in kleinen Schritten von Spielrunde zu Spielrunde. Sie erkennen somit die Wirkungsweise der getroffenen Maßnahmen und erhalten eine Vorstellung über eine sinnvolle Reorganisation.

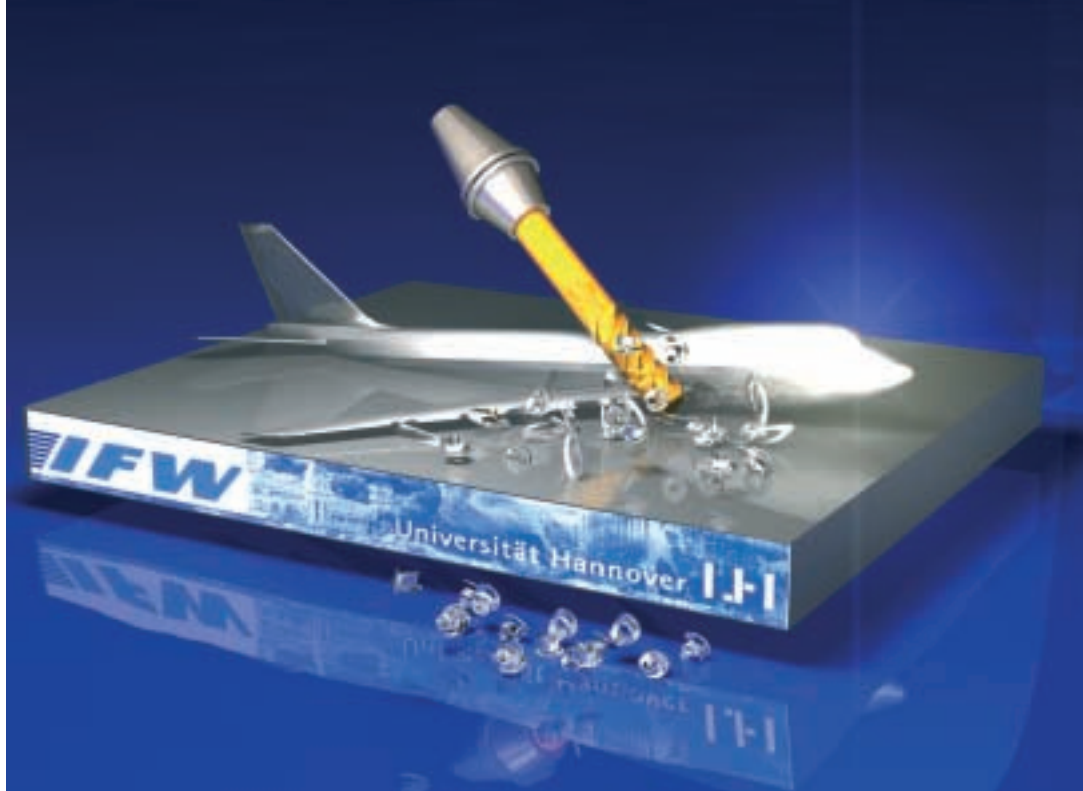
Auf in die zweite Runde

Die Anfangsorganisation der ersten Spielrunde genügt den gestellten Anforderungen nie. Mit kontinuierlichen Verbesserungsprozessen gilt es, die Organisation zu verändern. Abgleichen von Montageinhalten, Belieferung über Kanban-Systeme und dezentrale Lagerung sind unter anderem Inhalte, die die Teilnehmer für eine zweite Spielrunde selbstständig erarbeiten und umsetzen. Der Trainer gibt keine Lösungen vor, sondern gibt gegebenenfalls Hilfestellung. Die Teilnehmer können so ihre eigenen Ideen einbringen und ausprobieren. Zur Vergleichbarkeit der Spielrunden werden die Veränderungen gemessen und aufgenommen. Das Ergebnis nach der zweiten Spielrunde verbessert sich, genügt jedoch meist noch nicht den gesetzten Zielen. Also folgt die nächste Reorganisation für die dritte Spielrunde. One-piece-flow, Aufbau eines Kanban-Warenhauses zum Kunden, Verkürzung der Wege stehen für diese als mögliche Themen. Die dritte Spielrunde weist erfahrungsgemäß eine Steigerung der Liefertreue auf ca. 75 % auf. Doch 100 % Liefertreue ist das Ziel. Es folgt die nächste Reorganisation, die sich der Gestaltung der Montageplätze und deren Anordnung widmet. U-förmige Montagelinien, Feinaustakten der Arbeitsplätze, Montage nach dem Karawanen- oder Staffelstabprinzip sind mögliche Ideen, die in der vierten Spielrunde umgesetzt werden können.

Es ist immer wieder erstaunlich, welcher Bewusstseinswandel bei den Mitspielern im Laufe einer solchen Schulung erreicht werden kann. Zu Beginn des Spiels herrschen noch Unglauben und Ablehnung. Während des Spiels spürt der Trainer noch Zweifel bei den Teilnehmern. Nach der vierten Spielrunde dominiert nur noch pures Erstaunen über die selbst erarbeiteten Ergebnisse. Erfahrungen aus acht Seminaren zeigen, dass die Teilnehmer die gewonnenen Erfahrungen aus dem Planspiel als Motivation für Veränderungen im eigenen Unternehmen genutzt und eine Vielzahl von Verbesserungen eigenständig durchgesetzt haben.

Volker Große-Heitmeyer, IFA

Bei Interesse an Seminaren mit dem PEflex-Trainer oder weiterführenden Informationen wenden Sie sich bitte an Volker Große-Heitmeyer: Telefon (05 11) 76 21 98 17



Zirkular durch CFK

Auch in der Luftfahrt gilt das Motto: höher, schneller, weiter. An allen Ecken und Enden soll deshalb durch leichte Materialverbunde Gewicht eingespart werden. Bei der Zerspanung von CFK/Aluminium-Verbunden ist die Zirkularbearbeitung der konventionellen Bohrbearbeitung deutlich überlegen.

Der Einsatz von Verbundwerkstoffen ermöglicht eine erhebliche Verbesserung der Funktionseigenschaften von Bauteilen und Produkten. Allerdings gestaltet sich die spanende Bearbeitung zunächst sehr viel schwieriger. Dies gilt insbesondere dann, wenn hochpräzise Teile gefertigt werden müssen.

Bei der Verwendung von „Hightech“-Materialien wie CFK oder Titan ist die Bearbeitung eines einzelnen Werkstoffs mitunter schon schwierig genug, wenn die gefertigten Maße innerhalb enger Toleranzen liegen müssen und der Prozess gleichzeitig auch wirtschaftlich ablaufen soll. Bei der Bearbeitung von Kombinationen solcher Materialien mit gänzlich unterschiedlichen Eigenschaften werden zusätzlich erhebliche Anforderungen an die Maschine, das Werkzeug und den Prozess gestellt. Besonders die Bohrbearbeitung des Materialverbundes aus CFK und Aluminium bereitet erhebliche Probleme.

Spiralförmig abgetaucht

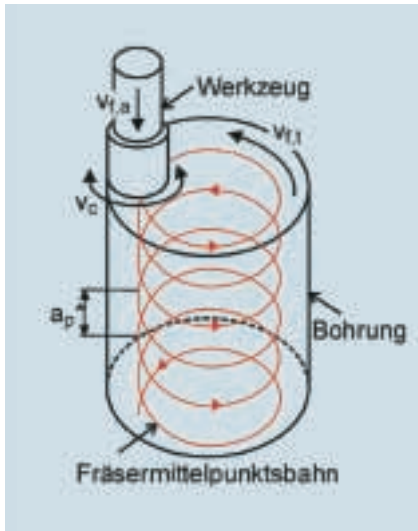
Bei der Zirkularbearbeitung taucht das Fräs Werkzeug spiralförmig auf einer Helixbahn in das Werkstück ein und erzeugt so eine Bohrung. Das Werkzeug muss also einen kleineren Durchmesser als die Bohrung besitzen. Der Bohrungsdurchmesser wird über den Radius der Helixbahn im NC-Programm eingestellt. Dieses Verfahren bringt im Vergleich zur Bohrbearbeitung viele Vorteile mit sich. Der offensichtlichste besteht in der Möglichkeit, mit einem einzelnen Werkzeug einen beliebigen Bohrungsdurchmesser zu fertigen. Speziell bei Bauteilen mit einer Vielzahl von Bohrungen unterschiedlicher Durchmesser können mit diesem Prozess viele Werkzeugwechsel entfallen, was zu einer deutlichen Reduzierung der Nebenzeiten führt. Zudem kann eine Vielzahl von Werkzeugen eingespart werden.

Bei der Bohrbearbeitung sind die Schneiden des Werkzeugs ununterbrochen in Kontakt mit dem Werkstück. Dadurch entsteht bei der Bearbeitung von so widerstandsfähigen Materialien wie CFK ein enorm hoher Verschleiß. Im Gegensatz dazu bietet das Fräsen einen unterbrochenen Schnitt, bei dem die Wärmebeeinflussung reduziert und der Verschleiß vermindert werden kann. In Kombination mit der Tatsache, dass das Werkzeug immer kleiner als die Bohrung ist, gestaltet sich die Spanbildung und -abfuhr deutlich günstiger.

Diese Vorteile können jedoch nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn die Maschine hinreichend genaue Kreisbahnen fahren kann, die Werkzeuge angepasst sind und der Prozess entsprechend ausgelegt ist. Die Prozessauslegung ist erheblich kniffliger als beim Bohren, da zusätzliche Parameter wie das Verhältnis Werkzeugdurchmesser zu Bohrungsdurchmesser sowie das Verhältnis des

axialen zum radialen Vorschub Einfluss auf das Arbeitsergebnis haben können.

Maßgeblichen Einfluss auf die Genauigkeit einer zirkular gefrästen Bohrung hat die Maschinengenauigkeit im



Die Kinematik des ZirkularfräSENS wird hauptsächlich durch den Helixradius und den axialen Vorschub bestimmt.

Quadrantenübergang. In diesem Punkt ändert eine Achse der Maschine die Richtung. Dadurch bleibt Sie einen kurzen Moment stehen und weicht von der ursprünglich berechneten Helixbahn ab. Nur durch eine optimale Abstimmung der Steuerung für die Bearbeitungsaufgabe können qualitativ hochwertige Bohrungen wirtschaftlich gefertigt werden.

Geringer Werkzeugverschleiß spart Kosten und Zeit

Für die Zirkularbearbeitung von Aluminium hat das IFW in Zusammenarbeit mit der Industrie bereits Werkzeuge und Prozesse ausgelegt. In Zusammenarbeit mit der Airbus Deutschland GmbH wurde eine Machbarkeitsstudie zur Zirkularbearbeitung eines CFK/Aluminium-Verbundes durchgeführt. Die Untersuchungen wurden vom Land Bremen im Rahmen des Förderprogramms „AMST“ (Airbus Material System and Technology) gefördert.

Der Materialverbund besteht oberseitig aus einer 20 mm dicken CFK-Platte, die mit einer ebenso dicken Aluminiumplatte verschraubt ist, so dass eine Gesamtbohrtiefe von 40 mm zu bearbeiten ist.

Bei der konventionellen Bearbeitung durch Bohren treten große Probleme bezüglich des Werkzeugverschleißes auf. Zur Fertigung von Passbohrungen der

Qualität H8 mit einem Durchmesser von 16 mm werden insgesamt vier Werkzeuge benötigt. Drei Bohrer werden zur Vorbearbeitung eingesetzt. Mit dem vierten Werkzeug wird die Schlichtbearbeitung durchgeführt. Aufgrund der stark abrasiven Wirkung des CFK ist ein Nachschleifen aller Bohrwerkzeuge nach jeder vierten Bohrung erforderlich. Durch den enormen Verschleiß entstehen nicht nur sehr hohe direkte Werkzeugkosten, sondern darüber hinaus macht sich ein sehr hoher Anteil für deren Lagerung und Verwaltung bemerkbar.

Dieses Beispiel macht den Wunsch nach einem alternativen Verfahren deutlich. Bei dem Vergleich der Prozesse Bohren und ZirkularfräSEN wird zunächst lediglich die Vorbearbeitung betrachtet, da diese besonders schwierig und zeitintensiv ist.

Für die Untersuchungen wurden einerseits Vollhartmetallfräser, die für die Zirkularbearbeitung von Aluminium ausgelegt sind, und andererseits Diamantfräser eingesetzt. Für beide Werkzeuge wurden verschiedene Versuchsreihen zur Ermittlung maximaler Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe hinsichtlich einer optimalen Bohrungsqualität und eines minimalen Werkzeugverschleißes durchgeführt.

Schneller Schnitt mit Diamanten

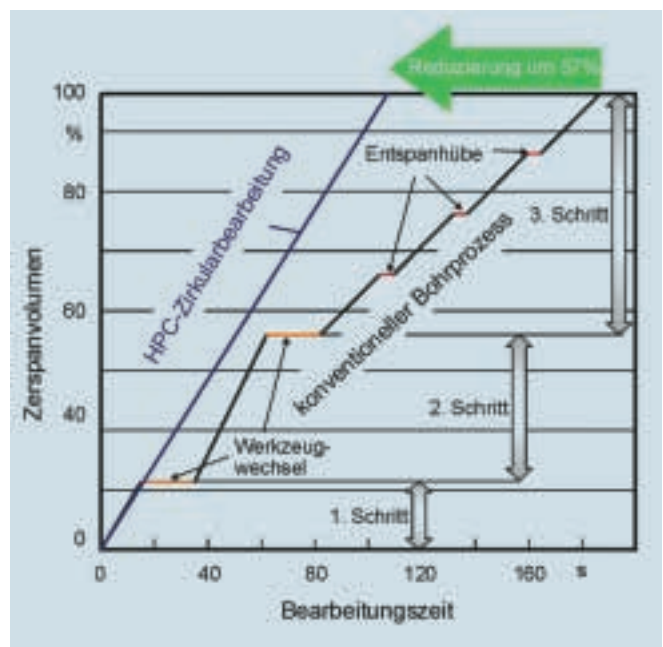
Die Untersuchungen zeigen, dass nicht nur Bohrungen mittels ZirkularfräSEN hergestellt werden können, sondern dies sogar in kürzerer Zeit und unter Einsatz von deutlich weniger Werkzeugen möglich ist. Da beim ZirkularfräSEN alle Werkzeugwechsel entfallen und keine Entspannhübe notwendig sind, reduziert sich die Bearbeitungszeit um 57 %. Mit einem einzigen Hartmetallfräser können bis zu acht Bohrungen gefertigt werden, bevor er nachgeschliffen werden muss. Im Vergleich zum Bohren können demnach fünf Werkzeuge eingespart werden. Beim Einsatz eines diamantbestückten Fräasers ist ein Vielfaches der Standzeit des Hartmetallfräasers bei kürzerer

Bearbeitungszeit möglich und weitere Werkzeuge können eingespart werden. Allerdings sind die Werkzeugkosten eines diamantbestückten Fräasers deutlich höher, so dass eine detaillierte Betrachtung erforderlich ist, um das wirtschaftlichere Werkzeug zu bestimmen.

Im Anschluss an die Schruppbearbeitung wurde eine Schlichtbearbeitung mit identischen Parametern durchgeführt. Ohne eine Optimierung der Werkzeuggeometrie oder einer Anpassung der Parameter kann die Toleranz einer H8-Passung mit dem bereits eingesetzten Diamantwerkzeug erreicht werden.

Überlegen gefräst

Das ZirkularfräSEN ist dem Bohren im Hinblick auf Flexibilität und Anzahl der benötigten Werkzeuge deutlich überlegen. Insbesondere bei der Bearbeitung von



Bei der Zirkularbearbeitung des CFK/Aluminium-Verbundes kann eine Bohrung in weniger als der Hälfte der Zeit gegenüber dem konventionellen Bohren gefertigt werden.

schwierig zu zerspanenden Materialien wirkt sich die Kinematik sehr positiv auf den Werkzeugverschleiß aus. Wenn die Voraussetzungen an Maschine, Werkzeug und Prozess erfüllt werden, können Passbohrungen hoher Qualität gefertigt und Kosten reduziert werden. Dies sollte einen Impuls zum verstärkten Einsatz von Materialverbunden einleiten und gleichzeitig dem Verfahren ZirkularfräSEN neue Dimensionen eröffnen.

Markus Groppe, Bernhard Urban, IFW



Foto EHW Thale Sintermetall

Leichte Pulver in Form gebracht

Die pulvermetallurgische Verarbeitung von Stahl auf Mehrstempelpressen dient in der Industrie heute schon zur Herstellung komplexer Bauteile. Neue Forschungsvorhaben ermöglichen es, dieses Verfahren in Zukunft auch auf Leichtmetallpulver anzuwenden.

Die Pulvermetallurgie und das Pulverschmieden sind Techniken, die in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen haben. Der Begriff „Pulvermetallurgie“ umfasst sowohl das Herstellen von metallischem Pulver als auch von Teilen aus diesem Pulver durch Formen und anschließendes Sintern.

Die Pulvermetallurgie ist ein Herstellungsverfahren der Massenfertigung, für dessen Anwendung sich mehrere Gründe angeben lassen. Die Pulvermetallurgie ermöglicht unter anderem Legierungen, welche schmelzmetallurgisch nicht herstellbar sind. Zusätzlich wird innerhalb einer Serie eine hohe Gleichmäßigkeit in Form und Abmessungen und eine hervorragende Oberflächenqualität erzielt. Sehr enge Gewichtstoleranzen sind genauso umsetzbar wie geringe Maßtoleranzen.

Bei pulvermetallurgisch hergestellten Bauteilen ist so nahezu keine Nachbearbeitung notwendig.

Die vielseitige Anwendbarkeit der Pulvermetallurgie hat dieser Werkstoffverarbeitungsmethode in allen Bereichen der Technik zunehmend Bedeutung verschafft. Die Pulvermetallurgie kann sowohl als eigenständiges Verfahren als auch als Vorstufe für folgende Umformoperationen eingesetzt werden. Durch sparsamen Materialeinsatz sowie durch Verminderung des Aufwands an spanabhebender Nachbearbeitung wird eine Senkung der Herstellkosten komplizierter Bauteile vor allem aus teuren Materialien erreicht.

Die pulvermetallurgische Verarbeitung von Leichtmetallen beschränkt sich aber heutzutage noch auf wenige Anwen-

dungsfälle. So werden z. B. hochwertige Bauteile für die Luftfahrt-, Automobil- oder Elektroindustrie hergestellt.

Freie Auswahl im Prozessablauf

Es sind verschiedene Verfahrensabläufe des Sinter- oder Pulverschmiedens bekannt. Die Wahl des Prozessablaufs richtet sich in erster Linie nach den erforderlichen Eigenschaften des Werkstücks und den ökonomischen bzw. fertigungsorganisatorischen Bedingungen.

Bei der Herstellung von Pulverschmiedeteilen kann sowohl mit vorlegiertem Pulver als auch mit gemischtem Pulver gearbeitet werden. Mit den am IFUM zur Verfügung stehenden Einrichtungen zur Pulvermischung können zudem auch neue Legierungszusammensetzungen

erzeugt und untersucht werden.

Grundsätzlich stehen unterschiedliche Prozessketten zur pulvermetallurgischen Herstellung von Bauteilen zur Verfügung. Zum einen können vorverdichtete Presslinge – sogenannte Grünlinge – nach dem Sintern in herkömmlichen Schmiedegesenken umgeformt werden (Pulverschmieden). Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Endgeometrie bereits beim Pulverpressvorgang zu erzeugen, so dass die gesinterten Bauteile den Geometrieforderungen genügen (Pulverpressen).

Titan- und Magnesium pulverschmieden

Am IFUM wurden schon in früheren Forschungsvorhaben Untersuchungen zur Verarbeitung von Titan- und Magnesiumpulvern durch Pulverschmieden durch-



Die Pulverpresse der Firma SMS Meer und ein zugehöriger Mehrstempeladapter ermöglichen dem IFUM neue Forschungsvorhaben auf dem Gebiet des Leichtmetall-Pulverpressens.

geführt. Hierbei wurden mit einfach wirkenden Schmiedepressen zylindrische Modellgeometrien vorgepresst und in einer anschließenden Schmiedeoperation die Endgeometrie hergestellt.

Ziel der durchgeführten Untersuchungen, die sich mit dem Pulverschmieden der Titanlegierung TiAl6V4 beschäftigten, war es, durch eine geeignete Kombination der Verfahren der Warmmassivumformung und der Pulvermetallurgie Material und Verfahrensschritte einzusparen. In einer Eigenkonstruktion wurde Titanpulver zu zylindrischen Rohlingen vorverdichtet. Diese wurden anschließend in einem Schmiedegesenk zu Modellgeometrien fertiggeschmiedet. Es konnte gezeigt werden, dass die Qualität der

pulvergeschmiedeten Bauteile, d. h. in erster Linie die Restporosität, zu einem großen Teil von der Werkzeugtemperatur bestimmt wird.

Die Arbeiten des IFUM im Bereich der pulvermetallurgischen Verarbeitung von Leichtmetallen, insbesondere von Magnesium, befassten sich bisher mit Grundlagenuntersuchungen zur Verfahrensentwicklung. Die Verarbeitung von Magnesiumpulvern hat ihren Ursprung in der Entwicklung von dichter reduzierten Magnesium-Lithium-Superleichtlegierungen auf MgLi₄₀-Basis. Auch hier wurden unter Schutzgas zylindrische bzw. hohlzylindrische Vorformen gepresst und gesintert, welche anschließend zu einem Riemtrieb fertiggeschmiedet wurden.

Inzwischen sind auch die pulvermetallurgische Verarbeitung von konventionellen Magnesiumlegierungen (wie z. B. AZ91) sowie die Simulation von Magnesiumpulverpressvorgängen Inhalt aktueller Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Dabei stehen bisher die grundlegenden Verfahrensentwicklungen im Vordergrund.

Pulverpressen verlangt Hightech

Dem Leichtbauprinzip entsprechende Bauteile zeichnen sich häufig durch schroffe Querschnittsübergänge und lange dünnwandige Konturen aus. Zur Herstellung von abgesetzten Pulverpressbauteilen ist der Einsatz spezieller Werkzeugsysteme erforderlich, die es ermöglichen, die jeweilige Bauteilhöhe mit einer separaten Stempelbewegung zu pressen. Voneinander unabhängige Stempelbewegungen zum Schieben und Verdichten des Pulvers, die bei der pulvermetallurgischen Formgebung zwingend notwendig sind, werden von Mehrstempeladaptern, die in spezielle Pulverpressen eingebaut werden, ermöglicht. Anderenfalls führt die Umformung zu extremen Dichteunterschieden im Pressling, was sich in ungleichem Schwund und Verziehen sowie in geringeren Festigkeiten nach der Umformung äußert. Die Dichteverteilung und der Pulvertransfer innerhalb des Werkzeuges spielen beim Pressen der Grünlinge eine entscheidende Rolle, da es schon bei kleinsten Inhomogenitäten während des Verpressens zu einer inneren Rissbildung in den Bauteilen kommen kann.

Neue Möglichkeiten in der Forschung

Das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Universität

Hannover besitzt seit einigen Monaten eine hydraulische Pulverpresse der Firma SMS Meer. Die servo-hydraulischen Antriebe der Maschinenachsen dieser Presse sind CNC-gesteuert. In Verbindung mit dem passenden Mehrstempeladapter ermöglicht die Presse eine rissfreie und sektional dichte gleiche Fertigung sowohl von einfachen zylindrischen als auch von vielstufigen und geometrisch komplexen Sinterteilen. Erreicht wird die Flexibilität des Mehrstempeladapters durch die geregelte Pulvertransferbewegung. Eine zusätzliche Besonderheit stellt während der Verdichtung der gleitende Übergang in eine hydraulisch geregelte, einfederungsfreie Endposition (im Gegensatz zum mechanischen Festanschlag) dar. Auch das Freilegen ist geregelt und ermöglicht so den angepassten Spannungsabbau von Pressling und Werkzeug.

Der beschriebene Mehrstempeladapter ist optimal in die vorhandene Pressensteuerung integriert. Jede Kolbeneinheit ist mit linearen Absolut-Wegmesssystemen ausgestattet. Differenzdruckmessungen in den Vor- und Rücklaufräumen der Kolbeneinheiten dienen zur genauen Bestimmung der Presskraft des zugehörigen Stempels. Der Mehrstempeladapter besitzt drei hydraulische Achsen,



Vom Pulver zum Bauteil: Stadienfolge eines pulvergeschmiedeten Riemtriebs aus einer Magnesium-Lithium-Superleichtlegierung.

die Erweiterung um zusätzliche geregelte hydraulische Adapterachsen ist sowohl in der Anordnung als auch obere Bewegungsebene möglich. In Kombination mit den vier Bewegungsachsen der Presse (Stößel, Oberkolben, Unterkolben, Matrize) ergeben sich maximal sieben Maschinenachsen.

Diese Technik ermöglicht die Ausweitung der Forschungsaktivitäten des IFUM auf bislang noch nicht untersuchte Gebiete. Durch die Herstellbarkeit komplexer Bauteile wird eine industriennahe Forschung im Bereich der Pulvermetallurgie möglich.

Björn Haller, IFUM

Berend Denkena neuer Professor am IFW

Seit dem 1. Oktober 2001 ist Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena neuer Professor am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover. Er wird zunächst ein Jahr lang gemeinsam mit Professor Tönshoff die Geschäfte und Geschicke des Instituts leiten.



Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena

Professor Denkena studierte im Anschluss an eine Schlosserlehre in Hannover Maschinenbau und wurde dann wissenschaftlicher Mitarbeiter im IFW. Im Februar 1992 bekam er seine Doktorwürde für seine Promotionsschrift und -prüfung mit dem Thema „Verschleiß von Schneidkeramik bei instationärer Belastung“. Anschließend verließ er das IFW und ging als Trainee in die Werkzeugmaschinenpartei von Thyssen. Bereits 1993 wechselte er in eine verantwortungsvolle Position bei Thyssen Production Systems in den USA. Nach einigen Jahren kam er zurück nach Deutschland, um bei der Thyssen-Tochter Hüller Hille in Ludwigsburg die Leitung der Werkzeugmaschinen-Entwicklung zu übernehmen. In den letzten fünf Jahren seiner Industriekarriere wirkte er dann bei Gildemeister Drehmaschinen in Bielefeld, wo er den Bereich Produktentwicklung führte.

Professor Denkena steht für eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung und möchte den Anteil der direkten Industrieforschung und -entwicklung am IFW weiter ausbauen.

Wandlungsfähige Fabriken durch modulare Strukturen

Bislang werden Fabriken in der Regel für Jahrzehnte geplant. Das ist eine Ewigkeit, bedenkt man die Schnellebigkeit von Produkten und Märkten. Notwendige Umstrukturierungen finden in großen zeitlichen Abständen statt und umfassen weite Bereiche des Unternehmens. Sie sind entsprechend aufwändig und mit hohen Risiken verbunden.

Im Forschungsprojekt „Wandlungsfähigkeit durch modulare Fabrikstrukturen“ (wdmf) wird deshalb ein Planungskonzept entwickelt, das auf der Aufteilung der Fabrik in definierte Module basiert. Ein weiteres wesentliches Element des Konzeptes ist die Ermittlung und die Analyse von spezifischen Wandlungsauslösern, durch deren regelmäßige Überprüfung eine schrittweise Anpassung der Fabrik an ihre Umweltbedingungen möglich wird. Die Umstrukturierung der Fabrik wird so zu einem kalkulierten Dauervorgang, der durch die Änderung

jeweils nur einzelner Fabrikmodule mit begrenzten Risiken verbunden ist.

Teilnehmer des Projektes wdmf ist neben dem IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover und dem Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover auch ein Konsortium aus Industrieun-



ternehmen, Planungsgesellschaften und Fabrikaurüstern. Gefördert wird das Forschungsvorhaben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Das Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren.

Information: IPH, Dirk Nofen, Telefon (05 11) 2 79 76-449, nofen@iph-hannover.de

Feel-Ing für den Ingenieurberuf: Schüler bauen Werkzeugmaschine

In dem Projekt Feel-Ing entwickeln und bauen Schülergruppen eine komplette Werkzeugmaschine. Betreut werden die Schüler dabei von Studierenden des Maschinenbaus und wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover.

Ziel des Projektes ist es, Schülern die Vielfalt des Ingenieurberufs nahe zu bringen. Daher übernehmen die Schüler unterschiedliche Aufgaben wie beispielsweise die Konstruktion im CAD-System und die Simulation der Werkzeugmaschine. Andere Gruppen programmieren eine Steuerung. Gemeinsam wird die Maschine gefertigt, montiert und erprobt. Danach wird sie auf verschiedenen Messen der Öffentlichkeit vorgestellt. Und nicht zuletzt sind die Schüler gefordert, ihre Überlegungen und ihren Fortschritt multimedial zu dokumentieren und zu präsentieren.

Feel-Ing startet im Februar 2002 und ist auf zwei Jahre angelegt. Eine Gruppennamhafter Unternehmen und Industrieverbände beteiligt sich bereits an dem von der Krupp-Stiftung geförderten Projekt. Interessierte Unternehmen können auch noch während der Laufzeit des Projektes in den begleitenden Industriekreis aufgenommen werden.

Kontakt: IFW, Dr.-Ing. Kirsten Tracht, Telefon (05 11) 762-49 89 oder Fachschaft Maschinenbau der Universität Hannover, Kirsten Roden, Telefon (05 11) 7 00 00 85



Foto Pressestelle Universität Hannover

Produzieren mit Factor-e

Auch kleine und mittlere Industrieunternehmen brauchen E-Business. Deshalb startet das IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover mit sieben produzierenden KMU aus Niedersachsen und dem Softwarehaus netshare development das Projekt **Factor-e**. Ziel ist eine an den Bedarf des Mittelstandes angepasste E-Business-Lösung für alle Prozesse entlang der Wertschöpfungskette. Factor-e wird gefördert vom Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr.

Neues Mitglied im Vorstand des Laser Zentrums Hannover

Das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) hat mit Dr.-Ing. Andreas Ostendorf seit dem 20.11.2001 ein neues Vorstandsmitglied.



Dr.-Ing. Andreas Ostendorf

Der LZH-Vorstand, dem neben Ostendorf auch Professor Heinz Haferkamp, Professor Hans Kurt Tönshoff und Professor Herbert Welling angehören, wächst so auf vier Personen.

Andreas Ostendorf, seit April 2000 Geschäftsführer des LZH, wird neben seiner Tätigkeit im Vorstand weiterhin das Laser Zentrum Hannover leiten, das unter seiner Führung auf ca. 230 Mitarbeitern gewachsen ist und seinen nationalen und internationalen Ruf als Laserforschungsinstitut ausgebaut hat.

Fit für die maßgeschneiderte Massenfertigung

„Fit for Mass Customisation: Agile rekonfigurierbare Fertigungssysteme“ ist das Thema eines Workshops, der im März 2002 in Stuttgart stattfindet.

Die zunehmende Individualisierung von Produkten stellt die Hersteller von Werkzeugmaschinen und Fertigungssystemen vor neue Herausforderungen. Agile, rekonfigurierbare Fertigungssysteme, die heute die Basis zur Realisierung einer maßgeschneiderten Massenfertigung darstellen, sind Gegenstand des europäischen Netzwerks ARMMS (Agile Reconfigurable Manufacturing Machinery Systems). In dem Workshop werden



Lösungsansätze sowohl aus der Industrie als auch aus der Forschung dargestellt und diskutiert. Organisiert wird der Workshop vom Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover in Zusammenarbeit mit dem Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart und dem Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft (BIBA) an der Universität Bremen.

Informationen und Anmeldung:
www.armms.de

ICCT 2002: Schneidtechnische Tagung in Hannover



Am 23. und 24. April 2002 findet in Hannover bereits zum zweiten Mal die Internationale Schneidtechnische Tagung (ICCT International Conference on Cutting Technology 2002) statt. Thema der Konferenz ist die Erforschung, Entwicklung und Anwendung thermischer und hydraulischer Schneidtechniken. Neben der Darstellung von Neu- und Weiterentwicklungen von Verfahren und Anlagenkomponenten der Schneid- und Abtragtechnik widmet sich die Tagung den Aspekten Wirtschaftlichkeit und Prozesskontrolle sowie dem Einsatz von Hybridtechnologien.

Veranstalter ist das Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover



in Zusammenarbeit mit der KONTEC Gesellschaft für Technische Kommunikation.

Informationen:
IW, Dr.-Ing. Ralf Verseemann,
Telefon (05 11) 762-98 13,
verseemann@iw.uni-hannover.de

vorschau

Die nächste Ausgabe der *phi*
erscheint im April 2002



Produktion online

E-Business für produzierende KMU

Multimediales Lernen mit virtueller
Blechumformung

Wissensmanagement

Laser B2B

Logistikwissen online

Gießen im Zeitalter des Internets

Beteiligte Institute

Institut für Fabrikanlagen und
Logistik der Universität Hannover

IFA

Institut für Fertigungstechnik
und Werkzeugmaschinen
der Universität Hannover

IFW

Institut für Umformtechnik
und Umformmaschinen
der Universität Hannover

IFUM

Institut für Werkstoffkunde
der Universität Hannover

IW

IPH - Institut für Integrierte Produktion
Hannover gemeinnützige GmbH

IPH

Laser Zentrum Hannover e.V.

LZH

