

φ phi

Produktionstechnik Hannover informiert

Mikrotechnik

Mikrotechnologie revolutioniert
Festplattenspeichertechnik

Kleine Teilchen – große Wirkung

Weniger Reibung dank Mikrostrukturen

Produktionstechnik XXL

Technologie der Computermaus
im Tiefziehwerkzeug

Lean – von der Theorie in die Praxis

Laserbearbeitung von Wende-
schneidplatten – ganz individuell

Inhalt

3	Vorwort	14	Lean – von der Theorie in die Praxis
4	Mikrotechnologie revolutioniert Festplattenspeichertechnik	16	Laserbearbeitung von Wendschneidplatten – ganz individuell
6	Kleine Teilchen – große Wirkung	18	Magazin
8	Weniger Reibung dank Mikrostrukturen	20	Hannover Messe 2009 - Sonderseiten
10	Produktionstechnik XXL	24	Vorschau
12	Technologie der Computermaus im Tiefziehwerkzeug		

Impressum

phi ist die gemeinsame Zeitschrift der produktionstechnischen Institute in Hannover. phi erscheint halbjährlich mit einer verbreiteten Auflage von 2.600 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 Tel.: (0511) 27 97 65 00.

Redaktion

Michaela Herzig-Schott (v.i.S.d.P.)
Meike Wiegand (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 Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Peter Nyhuis
An der Universität 2
30823 Garbsen
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 Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena
An der Universität 2
30823 Garbsen
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 Mikrotechnologie der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Hans-Heinrich Gatzten
An der Universität 2
30823 Garbsen
Tel.: (05 11) 762-5104
Fax: (05 11) 762-2867
E-Mail: imt@imt.uni-hannover.de
Internet: www.imt.uni-hannover.de

Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer
An der Universität 2
30823 Garbsen
Tel.: (05 11) 762-3524
Fax: (05 11) 762-4007
E-Mail: ita@ita.uni-hannover.de
Internet: www.ita.uni-hannover.de

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens
An der Universität 2
30823 Garbsen
Tel.: (05 11) 762-2264
Fax: (05 11) 762-3007
E-Mail: info@ifum.uni-hannover.de
Internet: www.ifum.uni-hannover.de

Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bach
An der Universität 2
30823 Garbsen
Tel.: (05 11) 762-4312
Fax: (05 11) 762-5245
E-Mail: info@iw.uni-hannover.de
Internet: www.iw.uni-hannover.de

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 und Layout

Druck- und Werbehäus Garbsen
Baumarktstraße 11 a
30823 Garbsen
Tel.: (05137) 12 40 9-0
Fax: (05137) 12 40 9-99
E-Mail: info@dwh-garbsen.de
Internet: www.dwh-garbsen.de

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

vielleicht kennen Sie das von älteren Digitalkameramodellen: Man kommt aus dem Urlaub zurück, lädt die vielen hundert Bilder auf den Rechner und muss dann erst mal eine Stunde investieren, um alle Aufnahmen in die richtige Lage zu drehen. Wie bequem sind dagegen die neueren Modelle, bei denen die Bilder gleich richtig positioniert dargestellt werden. Uns Fachleuten ist klar, dass hier ein mikrotechnisch hergestellter Lagesensor verwendet wird, der Laie freut sich über die gewonnene Zeit. Dieses kleine Beispiel zeigt, wie Mikrosystemtechnik heute bereits in eine Vielzahl uns umgebender Produkte eingebettet ist und deren Funktionen erst ermöglicht, ohne dass sie bewusst als solche wahrgenommen wird.

Es zeigt sich dabei immer deutlicher, dass der Erfolg dieser Produkte wesentlich durch das abgestimmte Zusammenwirken über alle Größenskalenbereiche von Nano bis Makro bestimmt wird. Das betrifft sowohl den Entwurf dieser Produkte als auch die Produktionstechniken. Insofern kann ich zu der Entscheidung, das Institut für Mikrotechnologie (imt) der Leibniz Universität Hannover in das Produktionstechnische Zentrum einzubetten, nur gratulieren. Die Mikrotechnologie findet damit ihren Platz im Umfeld der produktionstechnologischen Forschung anderer Skalenbereiche und hat durch die Einbeziehung junger Unternehmen am Standort hervorragende Transferbedingungen in die Industrie. Unser Unternehmen kooperiert seit Mitte der 90er Jahre kontinuierlich mit dem imt. Unter anderem konnten zwei BMBF-Verbundprojekte aus den Mikrosystemtechnik-Programmen erfolgreich abgeschlossen werden und erst vor wenigen Tagen startete ein neues gemeinsames Projekt. Das Institut ist als Vorreiter bei der Technologie- und Anwendungsforschung magnetischer Mikrosysteme für uns ein attraktiver Partner.

Drei Beiträge des vorliegenden Heftes zeigen ebenfalls deutlich, wie die Mikrotechnologie immer stärker mit Produktionstechnologien der Makrowelt verschmilzt, wie Mikrostrukturen auf Makrobauteilen zu völlig neuen Eigenschaften führen. Erst die Mikrostrukturierung mittels Laser erlaubt den Einsatz von extrem harten Wendschneidplatten in kundenspezifischen Ausführungen (S. 16). Spezielle Mikrostrukturen erlauben die signifikante Reibungsminimierung thermomechanisch hoch beanspruchter Oberflächen (S. 8). Nicht nur die Oberflächenmodifikation, auch die gezielte Beeinflussung der Mikrostruktur von Festkörpern führt zu verbesserten Festigkeitseigenschaften, wie der Beitrag zur Kornfeinung von Aluminiumlegierungen durch Zusatzstoffe eindrucksvoll zeigt (S. 6).

Wie eingebettete Mikrosysteme wesentlich die Funktionalität von Produkten bestimmen, wird in zwei weiteren Beiträgen deutlich. Der Einsatz optischer Sensoren gestattet die Prozessoptimierung in der Blechumformung für den Karosseriebau (S. 10). Durch den in den Flugkörper eines Festplatten-Schreib-/Lesekopfes integrierten Mikroaktor kann die Speicherkapazität auf Festplatten erhöht werden (S. 4). Dieser Beitrag geht auch auf die Notwendigkeit angepasster Designmethoden ein. Um die Einführung von Methoden in die Industrie geht es auch im Beitrag zur Lean Production (S. 14). Die andere Seite der Größenskala beleuchtet dagegen der Beitrag „Produktionstechnik XXL“ (S. 12).

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre des Heftes. Und vielleicht denken Sie ja beim nächsten Speichern eines Dokuments mal an die komplexe Mikrotechnik im Schreib-/Lesekopf Ihrer Festplatte...

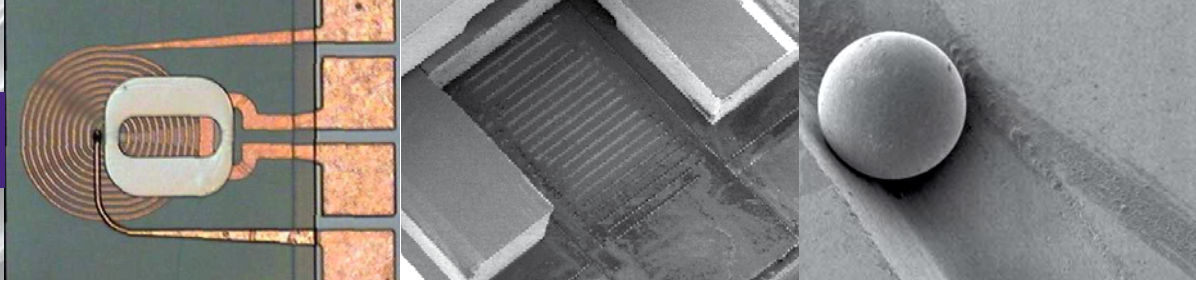


Dr.-Ing. Veit Zöppig

Viel Freude beim Lesen wünscht Ihnen Ihr

Dr.-Ing. Veit Zöppig

STZ Mechatronik Ilmenau
www.stz-mtr.de



Mikrotechnologie revolutioniert Festplattenspeichertechnik

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Festplatten kommt im Rahmen des EU-Projekts PARMA (Performance Advances in Recording through Micro Actuation) Mikrosystemtechnik zum Einsatz.

Voraussetzung für eine optimale Aufzeichnungsdichte in Festplattenspeichern sind eine minimale Flughöhe und eine perfekte Spurfolge des Schreib-/Lesekopfes. Solch ein Schreib-/Lesekopf enthält einen Flugkörper, der auf einem dynamischen Luftlager dicht über der rotierenden Datenplatte schwebt und in den ein dünnfilmtechnisch gefertigtes Schreib-/Leseelement integriert ist. Ein Federsystem, welches den Flugkörper mit einem Drehpositionierer verbindet, führt das Schreib-/Leseelement auf der Datenspur. Um eine optimale Spurfolge zu erzielen, ist eine zweite Aktorstufe wünschenswert, welche die Frequenzlimitierung des Drehpositionierers kompensiert. Kostengründe standen einer solchen Lösung bisher im Weg. Im Rahmen des EU-Projekts PARMA entwickelt das Institut für Mikrotechnologie (imt) der Leibniz Universität Hannover im Produktionstechnischen Zentrum einen kostengünstigen Schreib-/Lesekopf mit integriertem Mikroaktor (SLIM), der sowohl eine Einstellung der Flughöhe als auch eine hochpräzise Spurfolge gestattet. Partner in diesem EU-Projekt sind

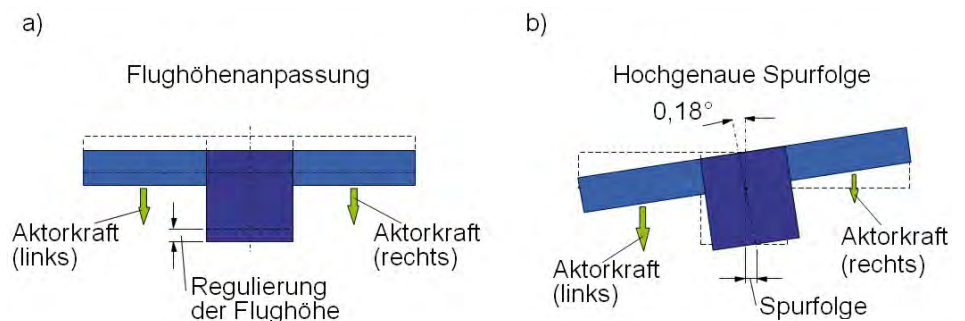


Bild 2: Funktionsweise von SLIM: a) Flughöhenanpassung; b) Spurfolge (Quelle: imt)

das Microsensor & Actuator Technology Center (MAT) der Technischen Universität Berlin, das INESC Microsistemas e Nanotecnologias in Lissabon, Portugal, und das Engineering Department der University of Cambridge in Großbritannien.

Kleiner Aktor mit großer Wirkung

Der Mikroaktor ist in den Flugkörper des Schreib-/Lesekopfes integriert; die Abmessungen entsprechen dem herkömmlichen „Pico-“Format (1.240 µm x 990 µm x

300 µm). Bild 1 stellt einen kommerziellen Flugkörper einem im Rahmen des PARMA-Programms entwickelten SLIM-Flugkörper gegenüber. Der Aufbau des Systems erfolgt auf zwei getrennten Wafern. Der obere Wafer beinhaltet den mikromechanischen Teil des Systems. Es enthält einen als Läufer dienenden Montagebalken, der an zwei Blattfedern aufgehängt ist und ein Chiplet trägt. Auf dem Chiplet befindet sich das Schreib-/Leseelement. Der untere Wafer trägt die Mikromagnetik in Form von zwei Statoren, die ein elektromagnetisches Feld erzeugen. Bei gleichmäßiger Erregung beider Statoren senkt sich das Chiplet ab, was einer Einstellung der Flughöhe gleichkommt (Bild 2a). Eine ungleichmäßige Erregung bewirkt eine Rotation, wodurch eine hochgenaue Spurfolge erreicht wird (Bild 2b). Ein Abstandhalter verbindet Mikromechanik und Mikromagnetik miteinander. Das Gesamtsystem erlaubt eine Rotation von $\pm 0,18^\circ$ des Chiplets, was einer lateralen Auslenkung von ± 635 nm entspricht. Diese Auslenkung gestattet, bei einer Datenspurdichte von 200 ktpi (kilotracks per inch) fünf Datenspuren zu überstreichen.

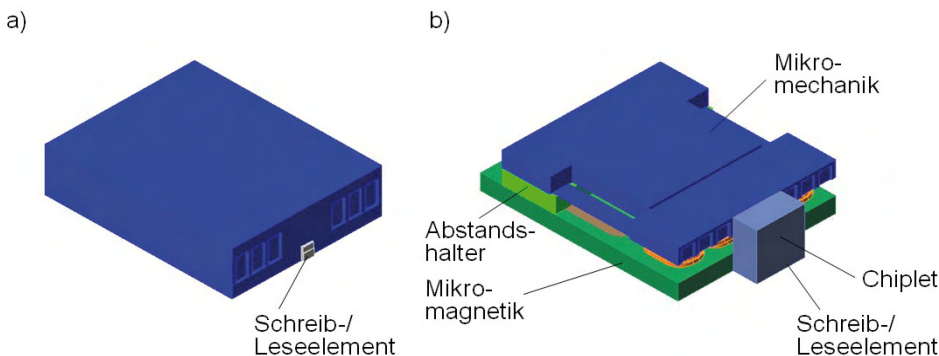


Bild 1: Flugkörper für Festplattenspeicher: a) Standard-Flugkörper („Pico-“Format); b) SLIM-Flugkörper (Quelle: imt)

Durch Systematik zum Erfolg

Am Anfang der Forschungsarbeiten steht die Aktorauslegung. Nach Festlegung eines geeigneten Funktionsprinzips kann ein erster Entwurf erstellt werden, bei dem von Anfang an technologische und materialspezifische Randbedingungen Berücksichtigung finden. Im Anschluss daran erfolgen analytische Berechnungen, gefolgt von Modellierung und Simulationen mittels der Finite-Elemente-Methode (FEM). Ausgehend von einem 2D-Modell wird die Bestimmung der Feinheiten mittels eines 3D-Modells durchgeführt. Für diese Berechnungen kommt das Softwarewerkzeug ANSYS™ der Fa. Multiphysics zum Einsatz. Dabei wird die magnetische Kraft für unterschiedliche Erregerströme eines Aktors in Abhängigkeit vom Luftspalt berechnet. Bei einem Luftspalt von 2,5 µm und einem Erregerstrom von 200 mA erzeugt ein Aktor den Simulationen zufolge eine magnetische Kraft von etwa 400 µN. Die Gesamt-abmessungen eines Mikroaktors betragen hierbei nur 438 µm x 282 µm x 61 µm. Das Erregersystem der Aktoren besteht aus zwei doppelagigen Spulen mit je fünf Windungen pro Spulenlage. Der magnetische Kern hat eine Höhe von 20 µm, und die magnetischen Pole weisen eine Höhe von

a)

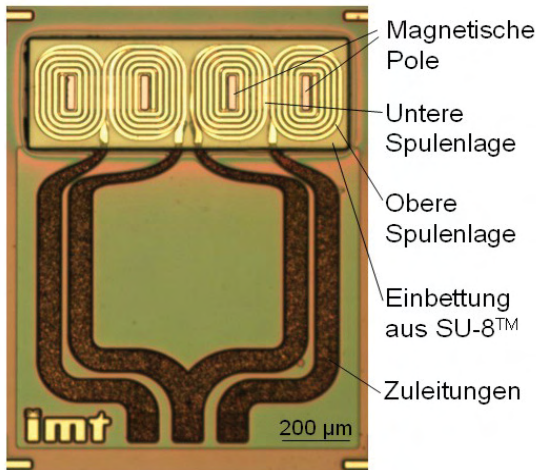


Bild 4: Mikromagnetik nach Fertigungsabschluss: a) Lichtmikroskopische Aufnahme; b) Rasterelektronenmikroskop- (REM-) Aufnahme (Quelle: imt)

40 µm auf. Der magnetische Rückschluss, der auf dem Federsystem gefertigt wird, hat eine Höhe von 10 µm. Eine dreidimensionale FEM-Simulation der magnetischen Flussdichte eines Mikroaktors bei einer Bestromung mit 175 mA und einem Luftspalt von 5 µm ist in Bild 3 dargestellt.

Dünnschichttechnik mit hohem Aspektverhältnis

Eine Herausforderung bei der dünnfilmtechnischen Fertigung von Mikroaktoren ist die Erzeugung eines hohen Aspekt-

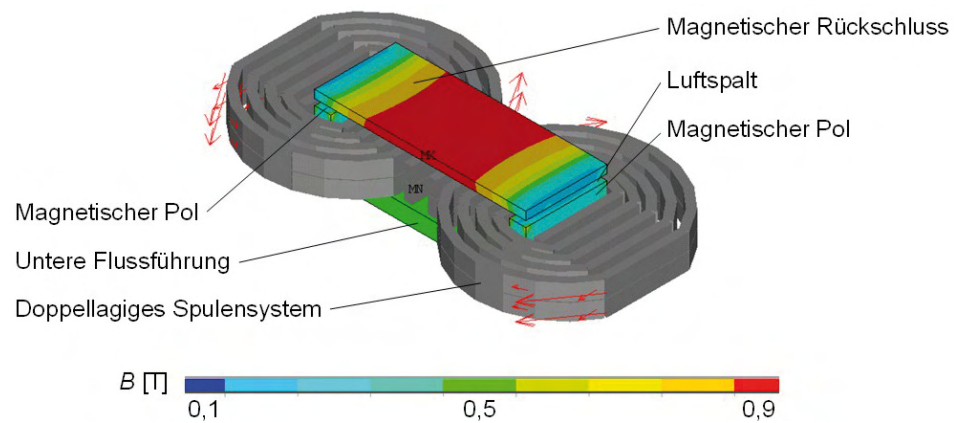
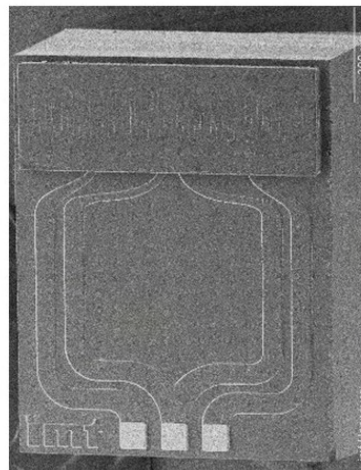


Bild 3: 3D-Simulation der magnetischen Flussdichte eines Mikroaktors bei einer Bestromung mit 175 mA und einem Luftspalt von 5 µm (Quelle: imt)

verhältnisses (Verhältnis zwischen Höhe und Breite der hergestellten Strukturen) bei einem Flankenwinkel, d. h. dem Winkel zwischen dem Strukturboden und einer Seite der Struktur, möglichst nah an 90°. Hierfür ist eine ständige Optimierung der Fertigungsprozesse erforderlich. Da die Energie des Systems bezogen auf den zur Verfügung stehenden Platz maximal sein soll und diese wiederum proportional zum Volumen ist, kommt als Technologie HARMST (High Aspect Ratio Micro Structure Technology) zur Fertigung von Strukturen mit hohem Aspektverhältnis zum Einsatz, wobei hier meist eine Kom-

b)



ple und der magnetischen Rückschlüsse kommt hingegen das weichmagnetische Material NiFe45/55 zur Anwendung. Das gesamte System wird zum Schutz der empfindlichen Strukturen in dem fotosensitiven Epoxidharz SU-8™ eingebettet. Als elektrische Isolationsschichten zwischen

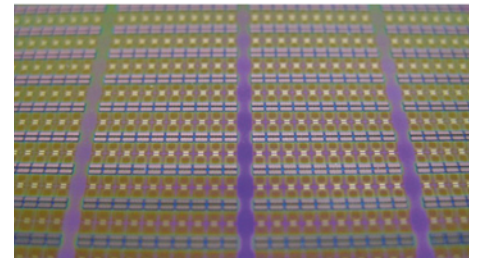


Bild 5: Mikromagnetik auf Waferoberfläche (ca. 600 Systeme) (Quelle: imt)

den beiden Spulenlagen bzw. zwischen den Spulen und den magnetischen Kernen kommen mittels eines PECVD-Verfahrens (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) hergestellte Si₃N₄-Schichten zur Anwendung. Diese Schichten bieten im Gegensatz zu SU-8™ bereits bei einer Dicke von nur 250 nm eine ausreichende elektrische Isolation und tragen daher signifikant zu einer Reduktion der Bauhöhe bei. Bild 4 zeigt das fertiggestellte mikromagnetische System. Die Abmessungen der Mikroaktoren erlauben eine gleichzeitige Fertigung von 2.720 Bauteilen auf einem 4"-Wafer (Durchmesser ca. 10,2 cm). In Bild 5 ist ein Ausschnitt der Waferoberfläche mit ca. 600 gefertigten Systemen dargestellt.

Henry Saalfeld (imt)

Telefon: (0511) 762-2757

E-Mail: saalfeld@imt.uni-hannover.de

bination aus UV-Tiefenlithografie (zur Erzeugung von Mikroformen) und Galvanik (zur Abformung) angewandt wird. Um eine Schädigung der Bauteile durch Kontamination zu vermeiden, erfolgt die Fertigung im Reinraum. Die dünnfilmtechnische Fertigung der magnetischen Mikroaktoren nutzt 15 Fotolithografiekmasken und umfasst 47 Prozessschritte. Die Erregerspulen, die zur Erzeugung des magnetischen Flusses dienen, werden mittels Cu-Galvanik hergestellt. Für die Fertigung der magnetischen Kerne, der



Kleine Teilchen – große Wirkung

Moderne Werkstoffe aus Aluminium müssen hohe Anforderungen in Bezug auf ihre Materialeigenschaften erfüllen. Um die Eigenschaften zu verbessern, werden für gewöhnlich beim Gießprozess sogenannte Kornfeiner, kleine bei hohen Temperaturen schmelzende Teilchen, zu dem flüssigen Metall hinzugegeben.

Impfen von Aluminiumlegierungen

Beim Impfen werden Kornfeinungsmittel in Form von Tabletten mit Inhaltsstoffen, die auf die verwendete Aluminiumlegierung abgestimmt sind, dem flüssigen Metall hinzugegeben. Die Tablette sprudelt anschließend wie eine Brausetablette auf. In Verbindung mit einem Rührer werden die wirksamen Bestandteile gleichmäßig in der Schmelze verteilt. Wird die Schmelze abgekühlt, beginnt die Erstarrung durch die zugesetzten Teilchen aus der Tablette an vielen Punkten gleichzeitig. Es entstehen viele einzelne Kristalle, die durch Zusammenwachsen das Gussteil ergeben. Je mehr Kristalle in dem Werkstück zu finden sind, desto feinkörniger ist das Material. Dies führt zu einer Festigkeitssteigerung des Werkstoffs.

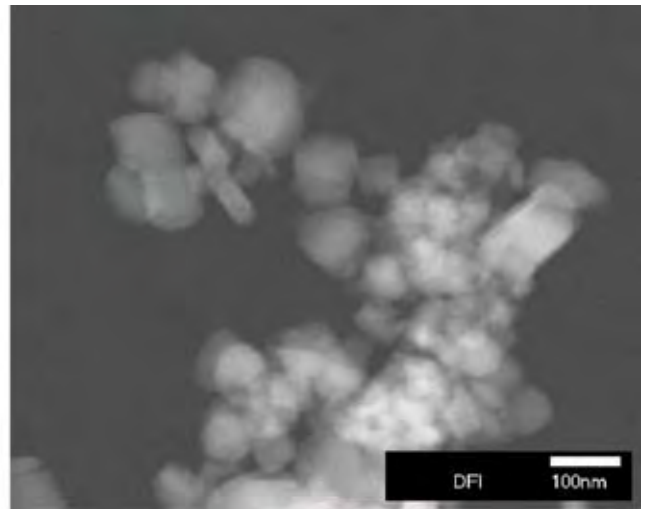
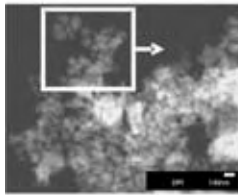
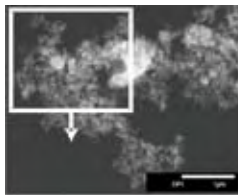


Bild 2: Nanoteilchen betrachtet durch ein Elektronenmikroskop (hexagonales Bornitrid) (Quelle: IW)

Je kleiner, desto besser

Nun sollen die bisher eingesetzten wirksamen Teilchen aus den Kornfeinungstabletten durch kleine Partikel im Nanometerbereich (0,000000001 Meter = 1 Nanometer) ersetzt werden. Kleinere Teilchen haben ein günstigeres Volumen-Oberflächenverhältnis und sind dadurch deutlich reaktionsfreudiger, d. h., sie reagieren in größerer Zahl mit der sie umgebenden Schmelze. Durch den Einsatz solcher Nanopartikel ergeben sich mehrere Vorteile: So muss eine geringere Menge an Partikeln zugegeben werden, um den gleichen gewünschten Effekt zu erzielen. Der Prozess wird daher günstiger. Darüber hinaus findet sich in dem Werkstoff ein geringerer Gewichtsanteil des Partikelmaterials.

Für die Untersuchungen am Institut für Werkstoffkunde (IW) der Leibniz Universität Hannover werden sehr kleine Partikel (70 nm) verwendet, die auch in ihrer chemischen Zusammensetzung von herkömmlichen Kornfeinern abweichen (siehe Bild 2). Konventionelle Kornfeiner bestehen im Wesentlichen

aus Titanborid (TiB₂). Diese sind aufgrund des hohen Materialpreises von Titan sehr teuer. Studien haben gezeigt, dass auch mit dem wesentlich günstigeren Bornitrid (BN) ein ähnlicher Effekt erzielt werden kann.

Der Einfluss der Partikel

Um den Einfluss von Nanoteilchen während des Erstarrungsprozesses untersuchen zu können, wurde am IW eine Anlage entwickelt, mit der die Schmelze mit Hilfe einer Thermographiekamera beobachtet werden kann. Das Kernstück der Anlage stellt eine spezielle Heizplatte dar, die in kürzester Zeit Temperaturen von über 1000°C erreichen kann. Auf dieser Platte befindet sich eine kleine Probe der zu untersuchenden Aluminiumlegierung mitsamt einem kleinen Gefäß. Die Platte, das Gefäß und die Probe befinden sich in einer Kammer, in der vor dem Versuchsstart ein Vakuum erzeugt wird (siehe Bilder 3 und 4). Dies ist notwendig, da sich sonst beim Aufschmelzen des Aluminiums eine dicke Schicht aus Aluminiumoxid bildet. Sollte dies gesche-



Bild 1: Einteiliger Hilfsrahmen gegossen aus einer Aluminiumlegierung für den Passat B6 und den Audi TT-Nachfolger (Quelle: VW)

hen, kann nur das Verhalten der Schicht und nicht mehr der eigentliche Erstarrungsprozess betrachtet werden. Um die sehr kleinen Proben besser beobachten zu können, ist die Kamera auf einem Mikroskop angebracht, so dass eine 40-fache Vergrößerung erreicht werden kann.

Um keine Wechselwirkungen der vielen unterschiedlichen Bestandteile der verwendeten Tabletten zu erhalten, wird in den Versuchen nicht die Schmelze mit den Teilchen versetzt, sondern die Partikel werden schon im Vorfeld gleichmäßig in die Probe eingebracht. Dazu wird ein Pulver aus der gewünschten Aluminiumlegierung

Anstieg der Temperatur an der oberen Kante erkennen, der sich keilförmig ausbreitet. In diesem Bereich ist die Probe bereits fest geworden. Die erkennbar höhere Temperatur ist darauf zurückzuführen, dass beim Übergang zwischen festem und flüssigem Zustand Energie in Form von Wärme freigesetzt wird. Daher kann hier gut erkannt werden, wo die Erstarrung beginnt und wohin sie verläuft. Nach 34 Sekunden ist die komplette Oberfläche des Quaders aus $AlSi_{12}$ fest. Mit Hilfe dieser Anlage können die bei der Erstarrung ablaufenden Mechanismen untersucht werden. Dazu gehört unter anderem der Temperaturanstieg

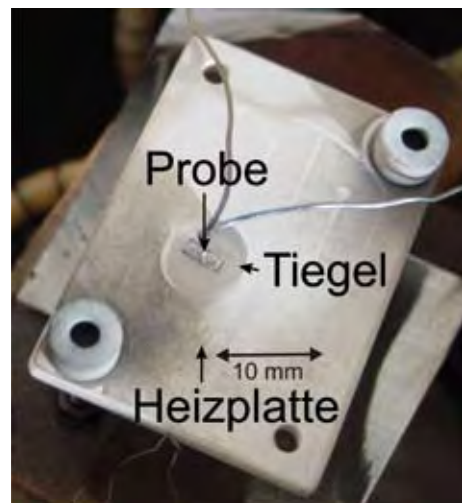


Bild 4: Detailansicht der Heizplatte mit Tiegel und Probe (Quelle: IW)

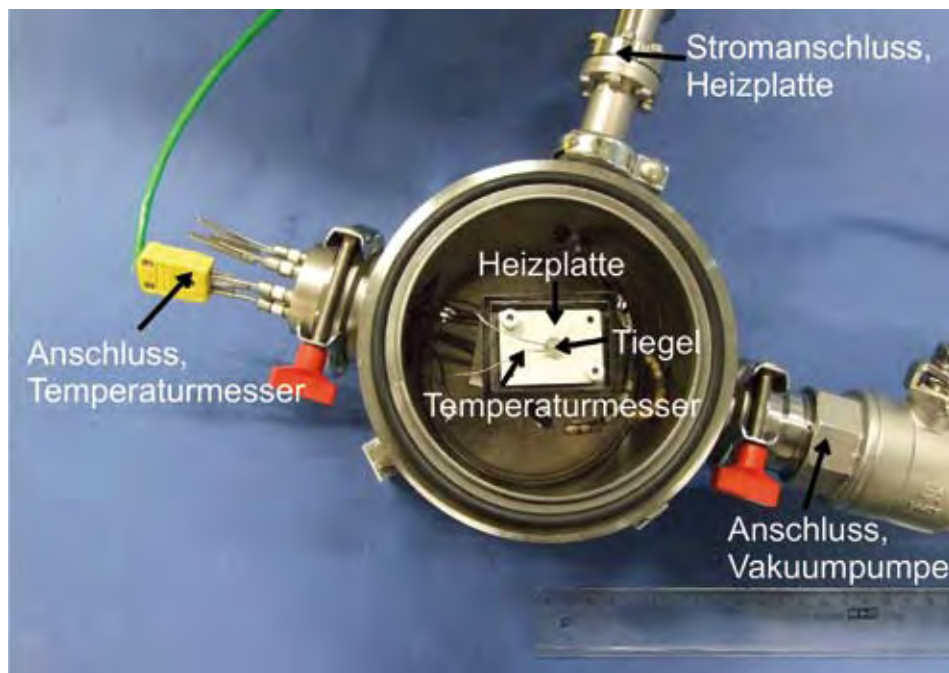


Bild 3: Aufbau der Anlage (Quelle: IW)

mit den zu untersuchenden Partikeln vermischt und anschließend mit Hilfe einer Strangpresse so verdichtet, dass ein fester Block entsteht. Daraus können dann die Proben mittels Sägen und Schleifen entnommen werden.

während der Erstarrung, die Temperatur der Probe zu Beginn der Erstarrung und die Geschwindigkeit mit der die Probe fest wird.

Erstarrung sichtbar gemacht

In Bild 5 sind fünf Einzelbilder eines Thermographiefilms zu erkennen. Zu Beginn der Sequenz (nach 0 Sekunden) ist die komplette Probe aus einer Aluminium-Silizium-Legierung ($AlSi_{12}$) flüssig. Der hellere Hintergrund ist der Tiegel, in dem sich die Probe befindet. Nach vier Sekunden kann man bereits einen

Blick in die Zukunft

Mit Hilfe des Heitztischmikroskops können unterschiedliche Kornfeiner untersucht werden. So sollen Versuche im Rahmen des geplanten Sonderforschungsbereiches „Nanotechnologie in der Produktionstechnik“ durchgeführt werden, um den Einfluss verschieden großer Partikel und Partikelarten auf die Struktur von Aluminiumwerkstoffen zu untersuchen. „Nanopartikel

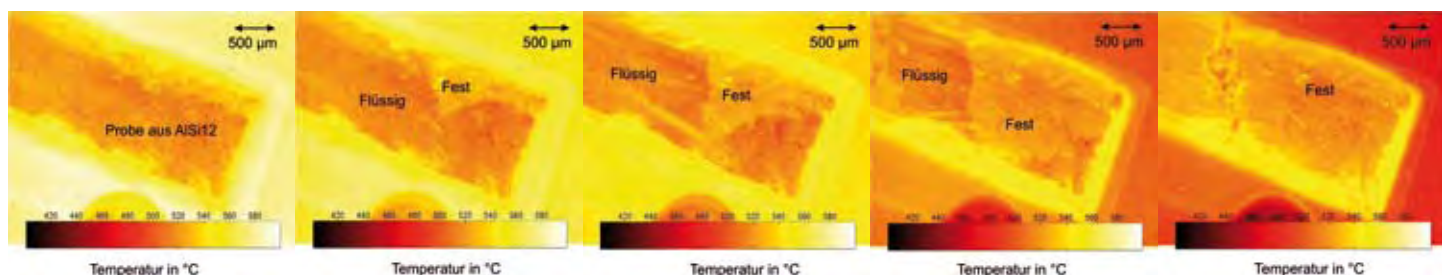


Bild 5: Thermographieaufnahme der Erstarrungsfront nach 0, 4, 10, 26 und 34 Sekunden (Quelle: IW)

als kornfeinende Zusätze für Gusswerkstoffe sind der richtige Weg in die Zukunft“, sagt Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bach, Direktor des Instituts für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover.

In Zukunft sollen auch Eisengusswerkstoffe mit Hilfe der Anlage analysiert werden. Eine besondere Herausforderung stellt dabei die deutlich höhere Schmelztemperatur dar. So muss das Objektiv des Mikroskops weiter von der Probe entfernt sein, damit es durch die große Hitze während des Versuchs nicht beschädigt wird.

Eric Wulf (IW)
 Telefon: (0511) 762-4402
 E-Mail: wulf@iw.uni-hannover.de



Weniger Reibung dank Mikrostrukturen

Wirkungsweise mikrostrukturierter Oberflächen

Mit dem stetigen Anstieg der Leistungsdichte im Motorenbau steigt auch die thermomechanische Beanspruchung der Motorenkomponenten. Besonders beansprucht werden auch die im Motor vorhandenen Reibpaarungen, wie Gleitlager an Kurbel- oder Nockenwelle oder das Reibsystem Kolbenring/Zylinderbuchse. Somit wird es immer schwieriger, eine ausreichende Lebensdauer dieser Komponenten sicherzustellen. Allein durch konstruktive Anpassungen und den Einsatz neuer Werk- und Schmierstoffe sowie funktionsangepasster Beschichtungen kann den steigenden thermischen und mechanischen Beanspruchungen nicht immer zufriedenstellend entgegnet werden. Hier zeigt die Mikrostrukturierung der Oberfläche als eine Form der tribologischen Funktionalisierung, d. h. der gezielten Anpassung an die Reibungsbeanspruchung, ein zusätzliches Potential auf. Definiert platzierte Mikrostrukturen ermöglichen es, Mischreibungseffekte, d. h. den Oberflächenkontakt der Reibpartner, zu unterbinden und folglich Reibungsverluste und Verschleiß deutlich zu reduzieren. Im Rahmen der DFG-Forschergruppe 576 „Mikrostrukturierung thermomechanisch hoch beanspruchter Oberflächen“ beschäftigen sich Wissenschaftler der Universität Kassel und der Leibniz Universität Hannover mit genau dieser Herausforderung. Am Beispiel des Tribosystems „Zylinderbuchse-Kolbenring“ erfolgt die Auslegung, Herstellung, Charakterisierung und die Bewertung des tribologischen Einsatzverhaltens mikrostrukturierter Oberflächen. Das Ziel ist es, zukünftig auf den Anwendungsfall zugeschnittene Oberflächentopographien bereitstellen zu können. Anders als bei bisher durch das Honen eingebrachten, kommunizierenden Struktursystemen werden abgeschlossene, nicht miteinander interagierende Mikrostrukturen fokussiert. Neben der schmierstoffspeichernden Funktion sind diese Strukturtypen zusätzlich in

der Lage den Tragdruckaufbau und somit das schnelle, reibwertminimierende Aufschwimmen des Reibpartners zu fördern.

Entwicklung spanender Verfahren für die Mikrostrukturierung

Für das aufgezeigte Anwendungsfeld werden am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover spanende Verfahren zur Herstellung deterministischer, d. h. geometrisch bestimmter, Mikrostrukturen entwickelt. Die Mikrostrukturierung mit miniaturisierten Schneiden qualifiziert sich hierfür besonders durch hohe Präzision und Wiederholgenauigkeit. Die flexible Herstellbarkeit verschiedenster Strukturgeometrien ermöglicht zudem das gezielte Anpassen an den vorliegenden tribologischen Belastungsfall. Das definierte Einstellen der Oberflächeneigenschaften erfolgt hierbei über das Querschnittsprofil der Struktur, die Strukturtiefe und das Strukturvolumen sowie über die Anordnung und die Setz-

dichte auf der Oberfläche. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass mikrostrukturierte Oberflächen nicht prinzipiell eine Verbesserung der Reibeigenschaften mit sich bringen. Lediglich ganz bestimmte Kombinationen aus Querschnittsprofil, Tiefe, Volumen, Anordnung und Setzdichte bewirken in Abhängigkeit der Last und der Relativgeschwindigkeit zwischen den Reibpartnern eine Reduzierung des Reibwerts. Wesentlicher Gegenstand der Forschung ist zunächst die Werkzeug- und Prozessauslegung, um die spanende Fertigung der Mikrostrukturen in der geforderten Größe und Qualität überhaupt realisieren zu können. Die Werkzeugdimensionierung umfasst sowohl die Auslegung des Werkzeugquerschnittsprofils und somit des späteren Querschnittsprofils der Mikrostrukturen als auch der Keil- und Schneidkantengeometrie. Eine große Herausforderung an den Zerspanprozess sind die sehr kleinen Dimensionen der Mikrostrukturen, welche Tiefen zwischen 10 - 30 Mikrometern und Breiten zwischen 20 - 100 Mikrometern

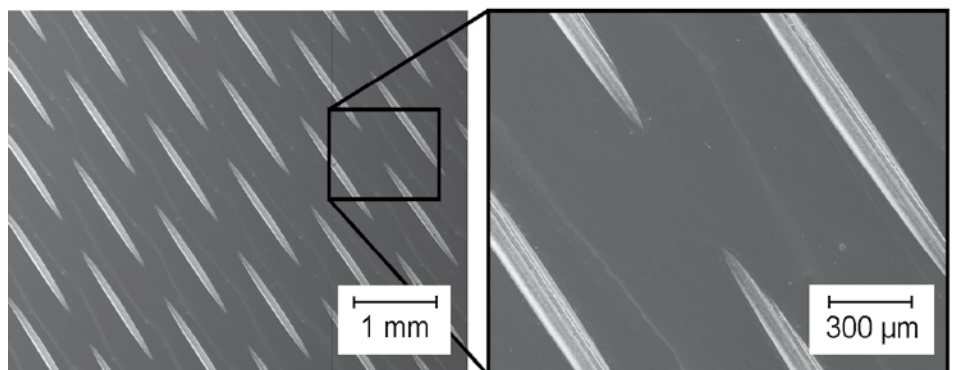
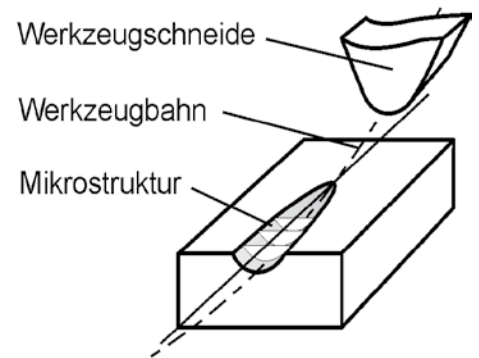
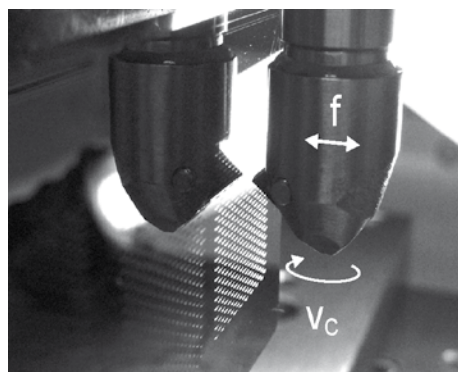


Bild 1: Mikrostrukturierung ebener Oberflächen durch eine rotierende Einzelschneide (Quelle: IFW)

aufweisen. Durch die somit ebenfalls sehr geringen Schnitttiefen bei der Zerspanung steigt der Einfluss des Werkstoffgefüges (Einschlüsse, Poren, Korngröße...), der Schneidkantenverrundung sowie der Beschaffenheit der vorgearbeiteten Oberfläche auf die Materialtrennung. Grundlegende Zerspanuntersuchungen an ebenen Bauteilen, bei denen eine rotierende Einzel-schneide zur Herstellung der Mikrostrukturen eingesetzt wird, erlauben es, die

linderlaufflächen zu übertragen. Die Mikrostrukturierung runder Bauteile erfolgt durch einen Außenlängsdrehprozess auf einer konventionellen CNC-Drehmaschine. Dabei wird eine hochdynamische radiale Zustellbewegung der Werkzeugschneide durch einen piezoaktorischen Antrieb realisiert (Bild 2 links). Durch die Überlagerung mit der rotierenden Werkstückbewegung entsteht somit die Strukturtextur auf der Bauteiloberfläche, welche in einem weiten

beiten werden die Übertragung des Strukturierungsprozesses auf die Innenflächen runder Bauteile fokussieren. Neben entlang der Oberfläche variierenden, d. h. der Belastung angepassten Struktursystemen, werden zudem Kombinationen unterschiedlicher Verfahren zur Feinbearbeitung von Innenbohrungen, wie z. B. die Kombination des Honens mit dem Mikrostrukturierungsschritt sowie vorherrschende Wechselwirkungen zwischen den eingesetzten

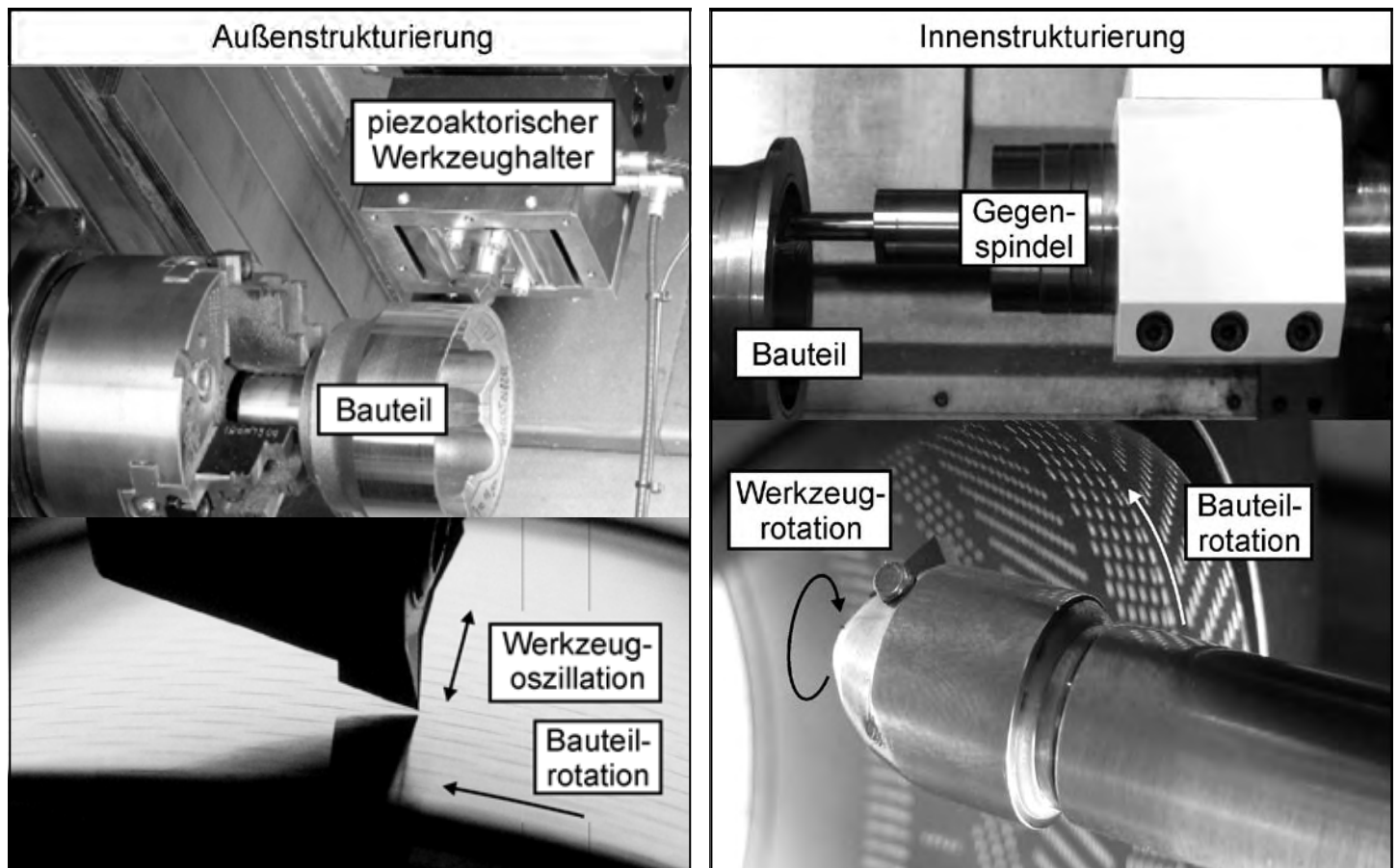


Bild 2: Außen- und Innenstrukturierung runder Bauteile (Quelle: IFW)

Auswirkungen dieser Einflussfaktoren auf die Qualität (Formtreue, Schnittflächentopographie, Gratbildung) der hergestellten Mikrostrukturen, die Bearbeitungskräfte und den Werkzeugverschleiß systematisch zu untersuchen. Bild 1 zeigt die Versuchskinematik sowie auf diese Weise in die polierte Oberfläche einer Stahlprobe eingebrachte Mikrostrukturen. Das Ziel ist es, Mikrostrukturen mit tribologisch besonders vorteilhafter Geometrie zu erzeugen. Um aufwändige Nachbearbeitungsverfahren zu umgehen, werden zudem Strukturen mit hoher Oberflächengüte sowie geringer Gratbildung angestrebt.

Die durch Ritzuntersuchungen an ebenen Oberflächen gewonnenen Erkenntnisse sind ein erster Schritt, den Mikrostrukturierungsprozess auf runde Bauteile und letztendlich auf die Bearbeitung von Zy-

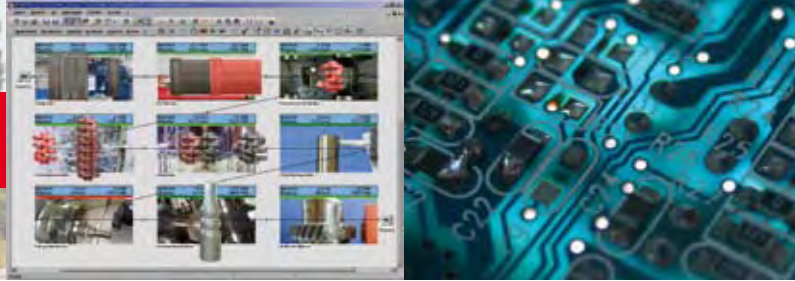
linder gesteuert werden kann. In Voruntersuchungen wurde bereits ein Prozess für die Innenstrukturierung entwickelt. Hierbei verfährt eine auf einer Gegen-spindel rotierende Werkzeugschneide entlang der Innenfläche des ebenfalls rotierenden Bauteils. Die Strukturen entstehen hierbei durch Überlagerung der beiden Rotationsbewegungen von Werkzeug und Werkstück. Mit diesem Prozess werden derzeit bereits erste Zylinderlaufbuchsen innenstrukturiert. Bild 2 stellt die Prozesse Außen- und Innenstrukturierung gegenüber.

Übertragung auf Realbauteile

Aus tribologischen Untersuchungen an ebenen Oberflächen geht hervor, dass sich das Reibverhalten einer Oberfläche durch das Einbringen von Mikrostrukturen deutlich verbessern lässt. Zukünftige Ar-

verfahren, betrachtet. Die Umsetzung auf thermisch und mechanisch hoch beanspruchten Oberflächen erfolgt am Beispiel der Zylinderbuchse. Hierbei werden mikrostrukturierte Zylinderbuchsen in einem Motorenprüfstand unter realen Bedingungen eingesetzt. Die Untersuchungen sollen aufzeigen, wie sich das Reib- und Verschleißverhalten als auch der Ölverbrauch mikrostrukturierter Oberflächen unter den hohen Beanspruchungen im Motor verhält. In Voruntersuchungen wurden erste Zylinderbuchsen im Bereich des oberen Totpunktes strukturiert und in einem Kolbenringreibwertprüfstand untersucht. Auch hier zeigt sich bereits das reibungsminimierende Verhalten mikrostrukturierter Oberflächen.

Dipl.-Ing. (FH) Jan Kästner (IFW)
 Telefon: (0511) 762-5209
 E-Mail: kaestner@ifw.uni-hannover.de



Produktionstechnik XXL

In den letzten Jahren wurden in der Nano- und Mikrotechnologie zahlreiche Entdeckungen gemacht. Was aber tut sich auf der anderen Seite der Größenskala - dem XXL-Segment? Das IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH will zukünftig einen weiteren Forschungsschwerpunkt im Bereich der XXL-Produktion setzen, um so den Standort Niedersachsen zu stärken.

Die heutige Produktpalette in der Industrie, von Nano bis XXL, erreicht Größenordnungen von 10^{-9} m bis zu 10^3 m (Bild 1). Daraus folgt, dass sich die Abmaße industriell hergestellter und genutzter Produkte zunehmend außerhalb des vom Menschen ohne innovative technologische Unterstützung beherrschbaren Bereichs befinden.

amtes (2008) und des Niedersächsischen Landesamtes für Statistik (2007) mehr als 30 %. Das IPH will niedersächsische Firmen in diesem Größensegment durch Forschung und Entwicklung stärken und dazu beitragen, dass Niedersachsen seine Position als innovativer und exportstarker Wirtschaftsstandort im Bereich XXL weiter ausbauen kann.

deren Betriebsmittel, meist Unikate sind. Des Weiteren ist die Herstellung von Produkten des XXL-Segments ein Projektgeschäft, in dem Unsicherheiten im Planungsprozess hinsichtlich der Kalkulation der Kostenstruktur und dem Abstimmungsbedarf mit den Zulieferern für eine hohe Lieferkettensynchronisation bestehen. Daher ist eine Erweiterung des Wis-



Bild 1: Größenskalen in der Produktion (Quelle: IPH)

Niedersachsen und XXL

Das Segment der XXL-Produkte, wie z. B. die Schiffs-, Luftfahrt- und Windkraftanlagentechnik, erlebt in den letzten Jahren eine steigende Nachfrage. Dies ist u. a. eine Folge des globalen Warenverkehrs und der damit verbundenen wachsenden Transport-Volumina. Produkte aus dem XXL-Bereich sind stark abhängig von den globalen Absatzmärkten, so dass die Hersteller dieses Segmentes einen hohen Exportanteil, z. B. in Niedersachsen teilweise über 90 % (Niedersächsisches Landesamt für Statistik, 2007), aufweisen. Gemessen an dem gesamten deutschlandweiten Exportvolumen der Hersteller von XXL-Produkten von ca. 160 Mrd. €, beträgt der Anteil Niedersachsens nach den Quellen des Statistischen Bundes-

XXL-Produktentstehung

Im Gegensatz zu Nano-, Mikro- und konventionellen Produkten wird der Produktentstehungsprozess von XXL-Produkten bis heute insbesondere aus wissenschaftlicher Sicht kaum untersucht. Dabei sind gerade für eine ressourcenschonende XXL-Produktentstehung eine Vielzahl von technologischen und organisatorischen Fragen zu beantworten. Im Folgenden werden daher einige Ansätze des IPH vorgestellt, um die Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Betrachtung der XXL-Produktion zu verdeutlichen.

- In der Herstellung von XXL-Produkten haben sich Ansätze zur Standardisierung und Modularisierung bisher nur bedingt durchgesetzt, da die Produkte, wie auch

sens über die Produktionsplanung sowie eine fortschreitende Standardisierung und Modularisierung in der XXL-Produktion notwendig.

- Ein weiterer wissenschaftlicher Ansatzpunkt besteht im Herstellungsprozess in der Schaffung von wandlungsfähigen Fabrikstrukturen und Logistikprozessen, um so reaktionsschnell und flexibel auf Kundenwünsche reagieren zu können.

- Ferner muss im Herstellungsprozess von XXL-Produkten die Fertigungsorganisation betrachtet werden: XXL-Produkte werden meist in Form der Baustellenfertigung (Bild 2) produziert. Aufgrund dieser Fertigungsform wird die Reaktionsfähigkeit im Herstellungsprozess durch die hierarchische Auftragsabwicklung vermindert. Um dies



Bild 2: Baustellenfertigung eines XXL-Produktes am Beispiel eines A380 (Quelle: (C) Airbus, Fotograf C. Brinkmann)

auszugleichen, müssen Steuerungsstrukturen geschaffen werden, um Informationsdefizite auf allen Ebenen zu verhindern.

Forschungsziele in der XXL-Produktion

Die Ziele zur Erforschung der Herstellung von Produkten im XXL-Segment werden am IPH in produktbezogene, produktionsprozessbezogene und produktionsorganisatorische Teilziele gegliedert.

Produktbezogene Forschungsziele

XXL-Produkte zeichnen sich u. a. durch eine große Anzahl von Einzelteilen und Baugruppen sowie durch die enormen Abmessungen einzelner Bauteile bzw. -gruppen aus. Aufgrund dieser Eigenschaften stoßen bei der Entwicklung von Produkten aus dem XXL-Bereich vorhandene computerunterstützte Techniken (CAx) an ihre Grenzen. In der Zukunft müssen die vorhandenen Informationstechnologien hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung für die Entwicklung von Produkten aus dem XXL-Segment untersucht, wenn möglich adaptiert, oder speziell für das Einsatzgebiet entwickelt werden.

Für die erfolgreiche Entwicklung und Konstruktion von XXL-Produkten reicht es allerdings nicht aus, etablierte Ansätze und Methoden anzupassen und zu übertragen. Vielmehr müssen vollständig neue Ideen und Lösungen entwickelt werden, um Produkte dieser Größe effizient und effektiv entwickeln und produzieren zu können.

Produktbezogene Forschungsziele

Werden die notwendigen Produktionsprozesse und Verfahren für die Herstellung eines XXL-Produktes betrachtet, stellt weniger die Anzahl als vielmehr die Dimension der zu verarbeitenden Teile eine Herausforderung dar. So sind hochautomatisierte Fertigungsprozesse, die bspw. bei der Umformung von konventionellen Blechteilen für die Automobilindustrie erfolgreich eingesetzt werden, für die Herstellung von Außenhautteilen von Flugzeugen und Schiffen nicht verfügbar. Demzufolge muss der aktuelle Entwicklungsstand von Urform-, Umform-, Trenn- und Füge- sowie Beschichtungsverfahren inklusive der entsprechenden Automatisierungstechnik hinsichtlich seiner Übertragbarkeit auf Anforderungen zur Herstellung von XXL-Produkten individuell geprüft und die Grenzen des aktuellen Wissens erweitert werden.

Produktbezogene Forschungsziele

Für die Anpassung der Produktionsorganisation für XXL-Produkte sind Lösungen für wandlungsfähige Fabrikstrukturen, eine reaktionsschnelle Produktionsplanung und -steuerung, eine nicht hierarchische Arbeitsorganisation, ein durchgehendes und prozessbegleitendes Qualitätsmanagement, eine skalierbare innerbetriebliche Logistik, die Gestaltung synchroner Lieferketten sowie dezentraler und draht-

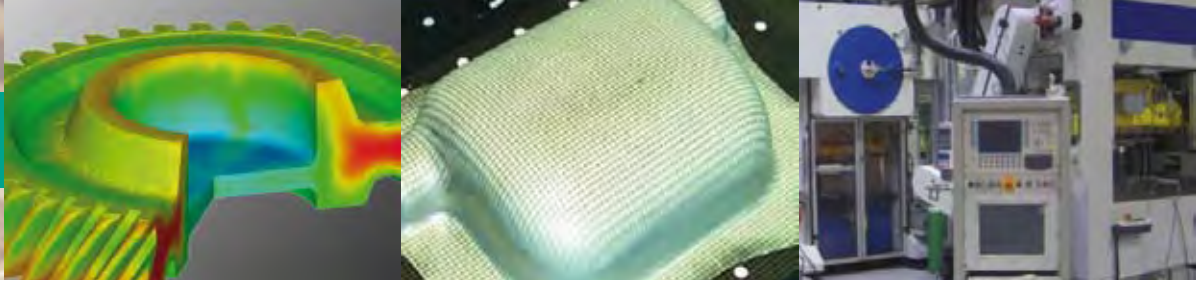
loser Informationstechnologien zu entwickeln. Am Beispiel eines Schiffes oder Flugzeuges können u. a. die Anforderungen an Qualitätsmanagement und -kontrolle bei XXL-Produkten skizziert werden. Grundsätzlich gilt, dass Produkte des XXL-Segments mit einem enormen Investitionsvolumen verbunden sind. Des Weiteren ist der Materialkostenanteil im Verhältnis zu dem Lohnkostenanteil bei XXL-Produkten deutlich größer als bei konventionellen Produkten. Demzufolge müssen Qualitätsprüfungen intensiver und insbesondere zu einem frühen Zeitpunkt in der Fertigungs- und Logistikkette greifen.

Ausblick

Produkt, Prozess und Organisation sind besonders in der XXL-Produktion eng miteinander verknüpft, so dass ein interdisziplinärer Ansatz zur synergetischen Betrachtung der drei Forschungsaspekte erforderlich ist.

Das IPH will in Zukunft mit Industrie- und Forschungspartnern Rahmenbedingungen für einen wandlungsfähigen Herstellungsprozess bei Produkten der XXL-Branche setzen. Die Herausforderung ist eine Industrialisierung der Herstellung von XXL-Produkten.

Prof. Bernd-Arno Behrens
Prof. Peter Nyhuis
Prof. Ludger Overmeyer (alle IPH)



Technologie der Computermaus im Tiefziehwerkzeug

Im Karosseriebau geht der Trend zu immer komplexer gestalteten Bauteilgeometrien und erhöhten Qualitätsanforderungen. Um einen robusten Umformprozess sicherzustellen, sollen schon kleinste Schwankungen während des Umformprozesses mit Hilfe einer Prozessüberwachung und -steuerung kompensiert werden.

Hohe Anforderungen im Karosseriebau

Bei der Fertigung von Karosseriebauteilen werden immer komplexer gestaltete Bauteilgeometrien realisiert und alternative Werkstoffe, wie z. B. höherfeste Stahlgüten, beschichtete Bleche sowie Leichtmetalle eingesetzt. Die eingeschränkten Umformeigenschaften der Werkstoffe, die Forderung nach einer Reduzierung von Fertigungsstufen sowie steigende Qualitätsanforderungen wirken sich erschwerend auf den Umformprozess aus. Die daraus resultierende Verkleinerung des Prozessfensters führt zu höheren Ansprüchen an die Prozessstabilität. Um einen robusten, reproduzierbaren Umformprozess zu gewährleisten, sollen die Schwankungen der Eigenschaften von Werkstoff, Maschine, Werkzeug und des Schmierzustands während des Umformprozesses kompensiert werden.

Prozessüberwachung durch optische Sensoren

Bei dem hier beschriebenen Verfahren werden mittels einer kontinuierlichen Prozessüberwachung und einer darauf basierenden Regelung die Schwankungen der Einflussgrößen beim Umformvorgang ausgeglichen. Hierbei wird mit einem optischen Sensor der Stofffluss in einem Tiefziehwerkzeug gemessen und durch eine Veränderung der partiellen Niederhalterkräfte der Stofffluss aktiv und lokal beeinflusst.

Die Erfassung des Stoffflusses erfolgt mit einem optischen Sensor zur berührungslosen Messung. Anhand markanter

Strukturen auf der Blechoberfläche, deren Koordinaten zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfasst werden, können der Weg, die Richtung und die Geschwindigkeit der Blechbewegung ermittelt werden. Mittels einer Linse wird die Blechoberfläche auf der Sensoroberfläche abgebildet. Durch eine Beleuchtung werden vorhandene Oberflächenstrukturen sichtbar und die Relativbewegung von Blech zu Sensor kann erfasst werden. Dieses Prinzip wird ebenfalls bei optischen Computermäusen angewendet. Um die Sensoren problemlos in ein Werkzeug integrieren zu können, wurden der Sensoraufbau durch den in Bild 1 dargestellten Aufbau miniaturisiert.

Aufbau einer Regelung

Für die Aufnahme von wichtigen Informationen über die Blechbewegung im Tiefziehwerkzeug müssen die Sensoren innerhalb der kritischen Bereiche positioniert werden. Kritische Bereiche sind typischerweise Ecken und Radien an Tiefziehteilen, an denen Fehler wie Risse oder Falten auftreten können. Bei einer Rechteckgeometrie werden in den geraden Seiten lange Stoffflusswege und dementsprechend hohe Stoffflussgeschwindigkeiten gemessen. Im Übergangsbereich von den geraden Ziehteilseiten zu den Ziehteillecken treten reduzierte Stoffflusswege und -geschwindigkeiten auf. Dieses Ergebnis

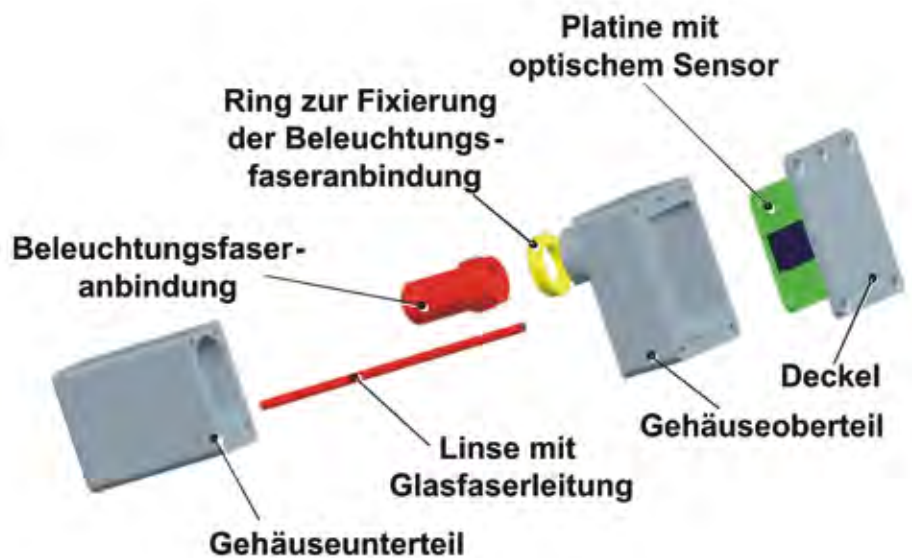


Bild 1: Aufbau des entwickelten optischen Sensors (Quelle: IFUM)

stimmt mit den Annahmen über das Werkstoffverhalten in diesem Prozess überein und kann für die Auswahl von charakteristischen Messstellen bei anderen Geometrien genutzt werden.

Für die Stoffflussregelung beim Tiefziehen sind zum einen die Aufnahme der Blechbewegung und zum anderen die Regelung der Niederhalterkraft notwendig (Bild 2). Je höher die Niederhalterkraft eingestellt wird, desto mehr wird das Blech im Werkzeug geklemmt, und somit der Stofffluss gehemmt. Zu hohe Niederhalterkraft bedeutet jedoch Gefahr von Reißen. Der Regler generiert anhand der Informationen aus der Stoffflussmessung und der aktuellen Ziehtiefe eine Sollniederhalterkraft als Führungsgröße, die durch die Regelung erreicht werden soll. Um im Werkzeug zur gleichen Zeit unterschiedliche Kräfte einbringen zu können, wird mit einer Vielpunktzieheinrichtung gearbeitet. Die verwendete hydraulische Presse der Firma DUNKER verfügt hierfür über einzeln ansteuerbare Druckzylinder mit Pinolen. Über die Pinolen wird die Kraft auf den Niederhalter im Tiefziehwerkzeug übertragen. Durch Verwendung eines Tiefziehwerkzeugs mit einem elastischen Niederhalter in Verbindung mit der Vielpunktzieheinrichtung kann der Stofffluss über die getrennt einstellbaren Niederhalterkräfte gesteuert werden. Mit dem elastischen Niederhalter wurden in der Vergangenheit auch mit gleichmäßiger Niederhalterkraft bessere Ergebnisse erzielt, was durch eine homogenere Flächenpressung im Flansch des Tiefziehteils zu erklären ist. Die Änderung der lokalen Blechbewegung durch die

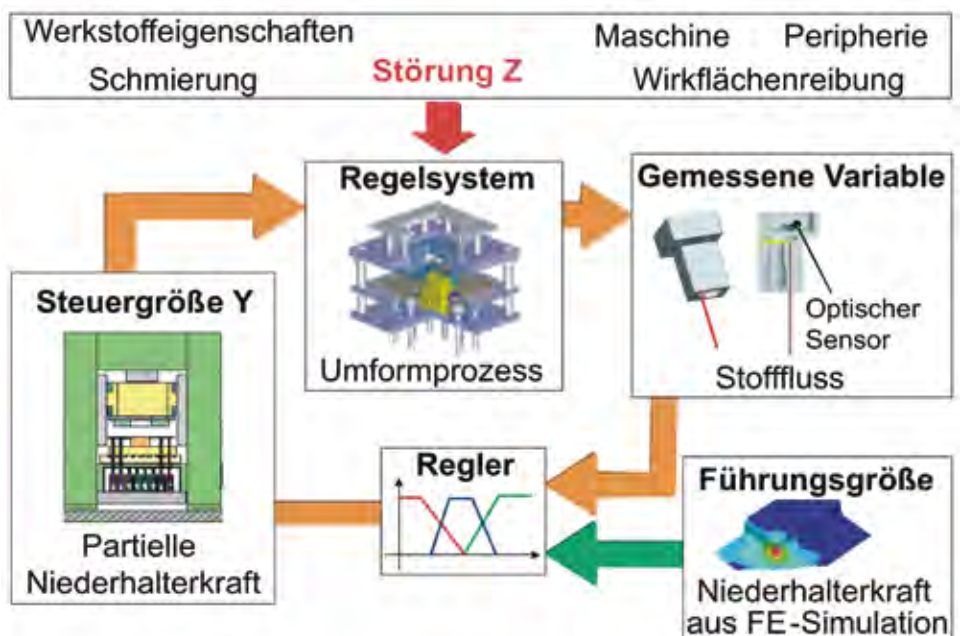


Bild 2: Stoffflussregelung während des Tiefziehvorgangs (Quelle: IFUM)

Steuerung der Niederhalterkraft wird während des Umformprozesses vom optischen Sensor erfasst und fließt durchgehend in die Regelung ein.

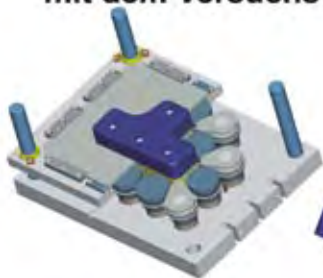
Einsatz in der Industrie

Im Rahmen des Transferbereichs 362 (TFB 362), Teilbereich 3 „Erhöhung der Prozessstabilität eines Umformprozesses von Feinblechen durch die In-Prozess Stoffflussmessung“ wird das Prinzip der Stoffflussregelung beim Tiefziehen mittels eines optischen Sensors auf Funktionalität und Einsetzbarkeit für ein großflächiges industrielles Werkzeug bei der AUDI AG in In-

golstadt geprüft (Bild 3).

Die Sensoren werden in einem Tiefziehwerkzeug zur Herstellung eines Türinnenteils (AUDI A5) für die Messung und Aufnahme des Stoffflusses prototypisch eingesetzt. Dies ist der erste erfolgreiche Einsatz des miniaturisierten Stoffflusssensors auf Basis der Funktionsweise einer optischen Computermouse im Presswerk eines großen Automobilherstellers. Ausschussteile könnten in Zukunft durch die Aufnahme von Unregelmäßigkeiten der Blechbewegung während des Umformprozesses frühzeitig identifiziert werden. Auf diese Weise können diese „Mäuse“ in Tiefziehwerkzeugen einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung in der Umformtechnik leisten.

Erfahrungen aus Tiefziehversuchen mit dem Versuchswerkzeug



Ergebnisse der lokalen Stoffflussanalyse



Quelle: Audi AG

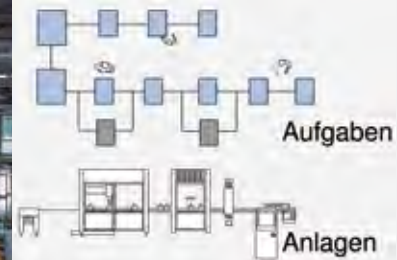
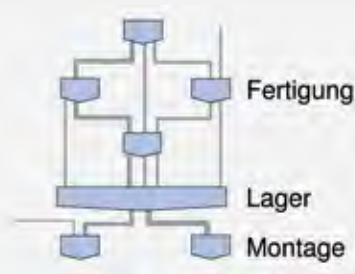
Verwendung der Ergebnisse im Presswerk

Dipl.-Ing. Thomas Huinink (IFUM)

Telefon: (0511) 762-3836

E-Mail: t.huinink@ifum.uni-hannover.de

Bild 3: Einsatz der entwickelten Technologie in der Industrie (Quelle: IFUM / AUDI AG)



Lean – von der Theorie in die Praxis

Über Lean Production wurde in den vergangenen Jahren viel berichtet, dennoch erfolgt eine Akzeptanz seitens der Industrie nur zögerlich. Diese Lücke wird mit Hilfe eines am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover entwickelten Planspiels und der anschließenden Umsetzung in die Industrie geschlossen.

Zielsetzung des Lean Managements

Der Gedanke des Lean Management bzw. der Lean Production hat zum Ziel, Durchlaufzeiten zu reduzieren, hohe Qualität zu erzielen bei einer hohen Produktvarianz. Um dies zu erreichen, gibt es eine Reihe von Methoden, deren Ursprung in Japan ist. Methoden der Lean Production können die Produktion unterstützen, die Anforderungen nach immer kundenindividuelleren Produkten zu bewältigen. Doch Kanban, Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP), One-piece-flow, Just-in-time, Kaizen sind Begriffe, die zwar geläufig sind, deren Umsetzung und Akzeptanz in den Unternehmen jedoch schwer fallen ist. Dies beruht zum einen auf den Schwierigkeiten, ein System aus einem anderen Kulturkreis zu adaptieren und zum anderen auf einer hohen

Hemmschwelle, Vorbehalten und Ängsten gegenüber Änderungen in der Produktion. Was in der Theorie so einfach erscheint, funktioniert in der Praxis nur selten und ist mit vielen Problemen 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 Unternehmen darin bestehen, einerseits die Funktionsweise und Erfolge dieser Organisationsprinzipien zu verstehen und andererseits die Ängste, Vorbehalte und Widerstände der Mitarbeiter zu überwinden. „Erklären lässt sich da sicher viel, besser ist es, das Ganze einfach einmal durchzuspielen“ so ein Teilnehmer des IFA Production Trainer. Dieses Planspiel verfolgt nämlich das Ziel,

Methoden des Lean Managements auszuprobieren. So steht das Planspiel unter dem Motto: „Ich höre - ich vergesse; ich sehe - ich erinnere mich; ich mache - ich begreife“. Doch auch nach der Durchführung des Planspiels werden die Unternehmen bei der Umsetzung nicht allein gelassen. Mit dem anschließenden Umsetzungsworkshop wird die in der Schulung vermittelte Philosophie der Lean Production vor Ort, im Unternehmen selbst und am eigenen Arbeitsplatz in die betriebliche Praxis umgesetzt. Das IFA unterstützt die Mitarbeiter bei der „Übersetzung“ der Theorie und den Erfahrungen aus der Schulungssituation in den Arbeitsalltag. Das Ziel lautet: Durch Vermeidung von Verschwendung die Wertschöpfung erhöhen! Nach drei Tagen Workshop stellen alle Teilnehmer fest, dass die Methoden der Lean Production auch im eigenen Arbeitsumfeld leicht umzusetzen sind und Vorbehalte werden aufgegeben.



Bild 1: Die Anlage des IFA Production Trainers (Quelle: IFA)

Spielend lernen...

Zentraler Bestandteil des IFA Production Trainers ist eine Montageanlage für Akkuladegeräte, welche in der Anordnung der Arbeitsplätze, der Verkettung und der logistischen Versorgung variabel gestaltet werden kann (Bild 1). Die 11 bis 13 Teilnehmer fungieren als Monteure, Kunden, Zulieferer und Produktionssteuerer. Die Teilnehmer haben die Aufgabe, 40 Ladegeräte in 45 Minuten bei einer maximalen Lieferzeit von zwei Minuten zu fertigen. Insgesamt werden vier Runden gespielt. Nach der ersten Spielrunde ist schnell klar, dass die Nachfrage des Marktes mit dem bestehenden System trotz eines hohen Einsatzes der Teilnehmer nicht befriedigt werden kann. Der Kunde wird als Störgröße empfunden. Nach der Spielrunde erfolgt ein Theorieblock zum

Thema „Vermeidung von Verschwendungen“. Der zweite Block hat „Materialbereitstellung und Produktionskanban“ im Fokus und der dritte Theorieblock „Arbeitsplatzgestaltung und Synchrone Produktion“. Gemäß dem KVP-Grundsatz „Probleme sind Schätze“ erarbeiten sich die Teilnehmer selbstständig Lösungen zu den aufgenommenen Problemen und setzen diese in der anschließenden Spielrunde um. Abgesehen von dem theoretischen Input halten sich die Schulungsleiter im Hintergrund, sie machen keine Vorgaben für die Umgestaltung. Die Teilnehmer selbst entscheiden über die Gestaltung der Montageanlage, der Produktionslogistik und über das Kommunikationskonzept. So gleicht keine Schulung der anderen. Ähnlich ist nur, dass sich bereits nach der 1. Spielrunde deutliche Erfolge abzeichnen und spätestens in der 4. Spielrunde kann das erreicht werden, was sich kein Teilnehmer zu Beginn vorstellen konnte: eine Erfüllung der Kundenwünsche bei einer ausgeglichenen Arbeitsbelastung. Die Erfolge werden nach jeder Spielrunde anhand von Kennzahlen aufgenommen. Als Kennzahlen dienen u. a. die Anzahl der Ladegeräte, die Liefertreue, der Gewinn, das in Ware gebundene Kapital, die Durchlaufzeit und die Anzahl der Qualitätsmängel (vgl. Bild 2). Nach 1,5 Tagen Schulung hat jeder Teilnehmer die Philosophie der Lean Production tatsächlich begriffen und wird fortan die Vorgänge im eigenen Unternehmen mit anderen Augen sehen.

... und am eigenen Arbeitsplatz umsetzen

Die hohe Begeisterung der Teilnehmer während aller Workshops zeugt von der Überzeugungskraft des Seminars. Bereits seit einigen Jahren gehört dieses Planspiel zum festen Portfolio der Schulungsangebote des IFA. Trotz des besseren Verständnisses der Thematik stellt die konkrete Umsetzung des Erlernten in das eige-

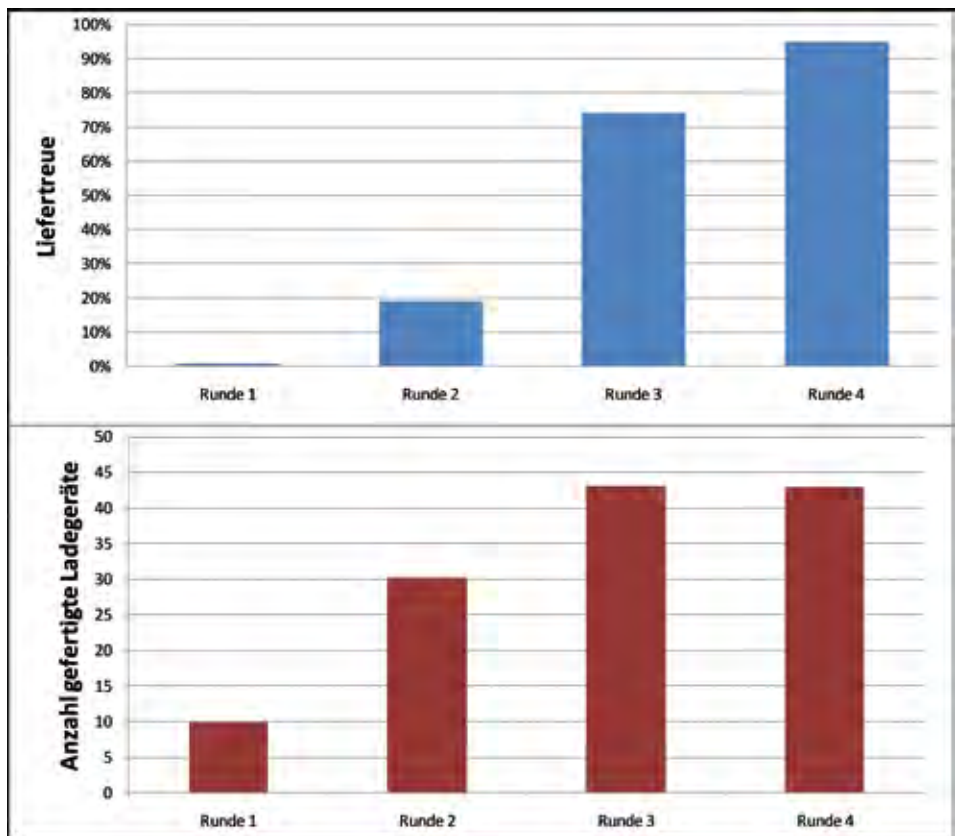


Bild 2: Durchschnittliche Kennwerte für Liefertreue und Anzahl gefertigter Ladegeräte (Quelle: IFA)

ne Arbeitsumfeld die Mitarbeiter vor eine große Herausforderung. Nicht selten beschränkt die starke Einbindung in das Tagesgeschäft die Umsetzungen des Erlernten und Erlebten im Unternehmen. Aus diesem Grund wurde am IFA ein erweitertes, auf der Schulung aufbauendes Workshopangebot entwickelt. Innerhalb von drei Tagen werden einige weitere KVP-Techniken vermittelt. Der überwiegende Teil des Workshops steht für die Analyse des Bereiches bzw. des Arbeitsplatzes sowie dessen Umgestaltung zur Verfügung. Mit Hilfe von Arbeitsblättern werden beispielsweise zunächst die verschiedenen Verschwendungsarten in einem ausgewählten Produktionsbereich von jedem

Teilnehmer aufgenommen. In einem nächsten Schritt werden gemeinsam Lösungen für die Vermeidung der Verschwendungen erarbeitet. Die Umgestaltung kann beispielsweise durch die cardboard-Technik geschehen (vgl. Bild 3). Bei dieser Technik werden die Arbeitsplätze mittels Kartonagen nachgebaut. An den nachgebildeten Arbeitsplätzen können die Produktionsprozesse ausprobiert werden und so einfach und ohne viel Aufwand verändert werden, bis alle vermeidbaren Verschwendungen eliminiert wurden. Darüberhinaus runden die Vorstellung weiterer Methoden wie „5 S“ das Konzept ab, die die verschwendungsfreie Gestaltung der Arbeitsplätze im Fokus haben.

Den Abschluss des Umsetzungsworkshops bildet eine detaillierte Aktionsplanung. Hier sind die notwendigen Aktionen für alle verständlich dargestellt und es werden ein Verantwortlicher und ein Endtermin festgesetzt. Auf diese Weise wird die Umsetzung von Methoden des Lean Managements unterstützt und das Prinzip des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses implementiert. Die Ergebnisse sprechen für sich: Durch die Kombination aus dem IFA Production Trainer und dem anschließenden Umsetzungsworkshop konnten teilweise eine Reduzierung der Durchlaufzeiten um über 40%, eine Produktivitätssteigerung um über 30% sowie Weglängenverkürzungen um mehr als 50% erzielt werden.



Bild 3: Beispielhafte Umsetzung mittels cardboard-Technik (Quelle: IFA)

Julia Pachow-Frauenhofer (IFA)
 Telefon: (0511) 762-19817
 E-Mail: pachow@ifa.uni-hannover.de



Laserbearbeitung von Wendschneidplatten – ganz individuell

Oft ist es notwendig, dass Wendschneidplatten für bestimmte Einsätze individuell angepasst werden. Als Alternative zu der Massenproduktion bietet die Laserbearbeitung die flexible Fertigung von Wendschneidplatten, die nach kundenspezifischen Anforderungen hergestellt werden können.

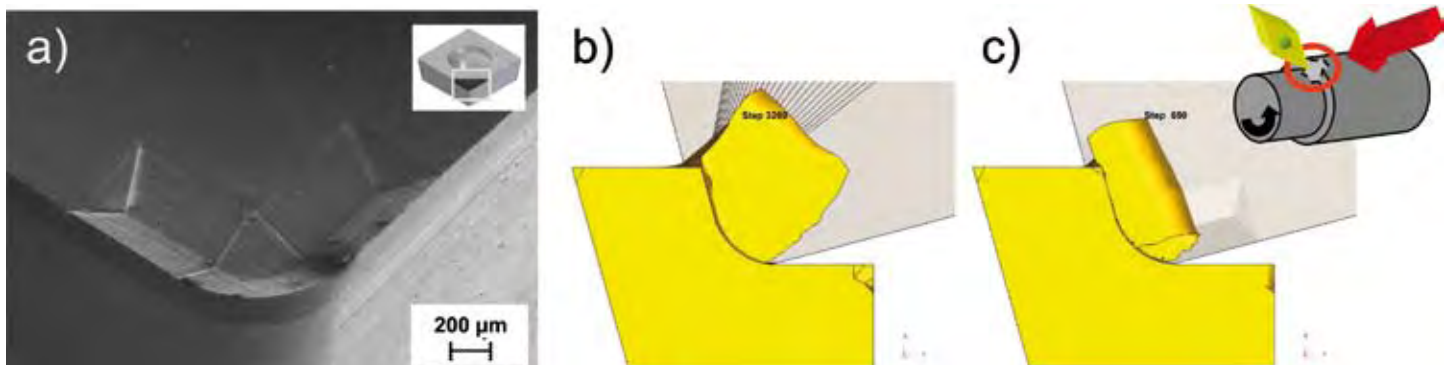


Bild 1: Am IPK entwickelte Spanleitgeometrie (a) für Wendschneidplatten und simulierte Spanbildung ohne Spanleitgeometrie (b) und mit Spanleitgeometrie (c) (Quelle: LZH)

Wendschneidplatten gibt es heute in allen erdenklichen Formen und mit den unterschiedlichsten Beschichtungen. Dabei geht der Trend zu hochhart beschichteten Werkzeugen, insbesondere wenn hohe Qualitäten gefordert werden oder mit hohen Schnittgeschwindigkeiten gearbeitet wird. Die Beschichtung aus hochharten Schneidstoffen wie polykristallinen Diamant (PKD) oder kubischen Bornitrid (cBN) stellt jedoch eine große Herausforderung an die Werkzeughersteller dar, besonders in Kombination mit der maßgeschneiderten Form dieser Werkzeuge.

Aufgrund der hervorragenden Schneidstoffeigenschaften sind hochhartbeschichtete Wendschneidplatten für einen wirtschaftlichen Zerspanprozess von höchstem Interesse, können aber wegen eben dieser Eigenschaften auch nur schwer in einem Nachbearbeitungsprozess modifiziert werden. Das Erzeugen von individuellen Mikrostrukturen in Wendschneidplatten ist nur möglich, wenn die Bearbeitungswerkzeuge ebenfalls mit hochharten Schneidstoffen beschichtet sind. Auch wenn die Beschich-

tung gleich hart oder härter ist, kann man es nicht vermeiden, dass bei der Bearbeitung sowohl Werkzeug als auch Werkstück abgetragen werden.

Von der Massenware zur maßgeschneiderten Schneidplatte

Die Lasertechnik stellt hier eine adäquate Lösung für die Strukturierung von hochharten Wendschneidplatten bereit. Die Materialbearbeitung mit dem Laser ist unabhängig von der Härte des Werkstoffes und durch den berührungslosen Eingriff arbeitet der Laserstrahl verschleißfrei. Zudem sind Laser hervorragend für die Mikrostrukturierung der Schneidplatten geeignet, da sie sehr fein und präzise arbeiten. Daher wird zurzeit der Einsatz der Lasertechnik zur Herstellung von Werkzeugen aus hochharten Schneidstoffen in Kooperation mit dem Laser Zentrum Hannover (LZH), dem Fraunhofer IPK in Berlin und Industriepartnern untersucht. In diesem Projekt steht neben der Prozessentwicklung

insbesondere ein wirtschaftlicher Fertigungsprozess im Vordergrund.

Lange Bandspäne vermeiden

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten steht dabei die nahezu wärmeinflussfreie Laserbearbeitung von hochharten Schneidstoffen, um das Einsatzverhalten der Werkzeuge zu verbessern und beispielsweise lange Bandspäne zu vermeiden. Diese stellen nicht nur ein hohes Risiko für die Prozess- und Arbeitssicherheit dar, sondern können zu erheblichen Störungen bei dem Abtransport der Späne führen. Daher ist es von großem Nutzen, Mikrometer kleine Spanleitstufen in die Werkzeuge einzubringen, die ein Knicken des Spanes bewirken und somit einen kontrollierten Brechvorgang ermöglichen. Um diese Mikrostrukturen zu erzeugen, werden an beiden Instituten so genannte Pikosekundenlaserquellen (s. Kasten) eingesetzt. Diese arbeiten nach einem ähnlichen Funktionsprinzip, unterschei-

den sich jedoch grundlegend in der zur Verfügung stehenden Wellenlänge, Pulswiederholffrequenz (Repetitionsrate) und Pulsenergie.

Erst die Simulation...

Die in diesem Projekt untersuchte spanbrechende Geometrie wurde mit einem Simulationsprogramm ermittelt. In der Auswertung des Programms werden sowohl die Spannungsverteilungen im Span wie auch die Beanspruchung des Werkzeuges angezeigt. Das abzutragende Volumen soll dabei möglichst gering sein, um die Prozesszeit für die Laserbearbeitung möglichst kurz und somit wirtschaftlich akzeptabel zu gestalten.

...und dann die Praxis

Die über das Simulationsprogramm ermittelten Spanleitstufen wurden an den Instituten parallel in PKD-beschichtete Wendeschneidplatten eingebracht. Dabei wurden trotz der ähnlichen Bearbeitungszentren unterschiedliche Ergebnisse erzielt, die auf die unterschiedlichen Lasersysteme zurückzuführen sind. Gegenüber den längeren Wellenlängen, die am LZH eingesetzt wurden, lassen sich kürzere Wellenlängen, wie sie das Lasersystem am IPK generiert, genauer fokussieren. Dadurch wird eine höhere Prozessauflösung erreicht. Kürzere Wellenlängen werden zudem auch besser von dem Material absorbiert, was zu einem höheren Wirkungsgrad führt.

Das Lasersystem des LZH liefert stattdessen höhere Pulsenergien, die tiefe Abträge begünstigen und dem Benutzer die Möglichkeit bieten, die Bearbeitungsparameter besser auf den Prozess einzustellen. Bei der Strahlquelle am IPK muss immer bei maximaler Leistung gearbeitet werden, um halbwegs wirtschaftliche Prozesszeiten zu erreichen. Die Unterschiede in den Strukturierungsergebnissen sind in Abbildung 3 deutlich zu

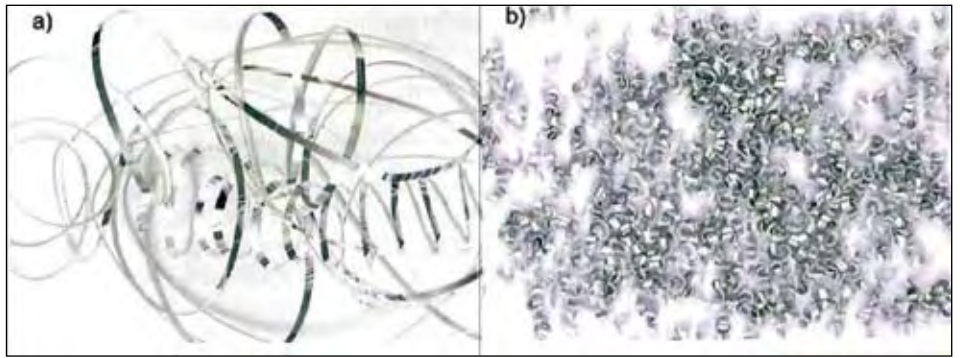


Bild 2: Bei den Zerspanversuchen entstandene Späne. Ohne (a) und mit eingebrachter Spanleitstufe (b) (Quelle: LZH)

erkennen. Während die mit dem Lasersystem des IPK strukturierte Oberfläche sehr rau erscheint und einzelne Anschmelzungen aufweist, konnte mit der Strahlquelle am LZH eine glattere Oberfläche erzeugt werden.

Bessere Ergebnisse durch Lasertechnik

Die laserstrukturierten Wendeschneidplatten wurden in anschließenden Versuchen auf ihr Einsatzverhalten getestet. Bei diesen Zerspanversuchen wurden zwei Werkstoffe mit stark unterschiedlichen Eigenschaften bearbeitet, eine Aluminium-Silizium-Legierung (EN-AW-AlSi1MgMn) und ein Verbundwerkstoff (EN-AW-6061 + 15% Al₂O₃).

Bei den Zerspanversuchen mit der Aluminium-Silizium-Legierung war deutlich zu erkennen, dass durch die mit Lasertechnik eingebrachte Spanleitstufe ein Spanbruch erzeugt wurde. Dagegen bildeten sich in den Vergleichstests mit einem kommerziellen PKD-Werkzeug lange Bandspäne. So konnte durch die modifizierte Wendeschneidplatte die Prozesssicherheit signifikant gesteigert und eine Verbesserung der Oberflächenqualität erreicht werden. Im Vergleich zu dem kommerziellen Werkzeug stieg die mittlere Schnittkraft um 10 %. Dagegen konnte durch die geringe Duktilität vom Verbundwerkstoff bereits ohne den Einsatz eines modifizierten Werkzeuges ein Brechen des Spanes erreicht werden. Durch die

Laserbearbeitung wurden jedoch im Vergleich zu einem Serienwerkzeug die bei dem Zerspanprozess auftretenden Vorschub- und Passivkräfte verringert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die laserbearbeiteten Werkzeuge in den Zerspanversuchen mit beiden Werkstoffen bewährt haben. Es wurde nachgewiesen, dass Prozessstörungen durch frühzeitigen Spanbruch vermieden werden und die Oberflächenqualität positiv beeinflusst wird.

Jetzt gilt es, die Kosten zu senken

Derzeit stellt das Laserstrahlabtragen für die Werkzeugindustrie wegen verhältnismäßig hoher Prozesszeiten und unflexibler Maschinenteknologie immer noch eine Nischenlösung dar. Um die Lasertechnologie als Fertigungstechnik für die Werkzeugindustrie weiter zu qualifizieren, muss die Maschinenteknologie für die Bearbeitung komplexer Geometrien und Werkzeuge weiterentwickelt werden. Zudem ist der Einsatz von neuen Hochleistungspikosekundenlasern zur Erreichung von ökonomisch akzeptablen Prozesszeiten empfehlenswert. Das Projekt wird vom BMWi über die Projektträger VDI/VDE im Förderprogramm Innonet (Fördernummer 16IN0451) gefördert.

Dipl.-Ing. Tobias Eschenberg (LZH)
Telefon: (0511) 2788-314
E-Mail: t.eschenberg@lzh.de

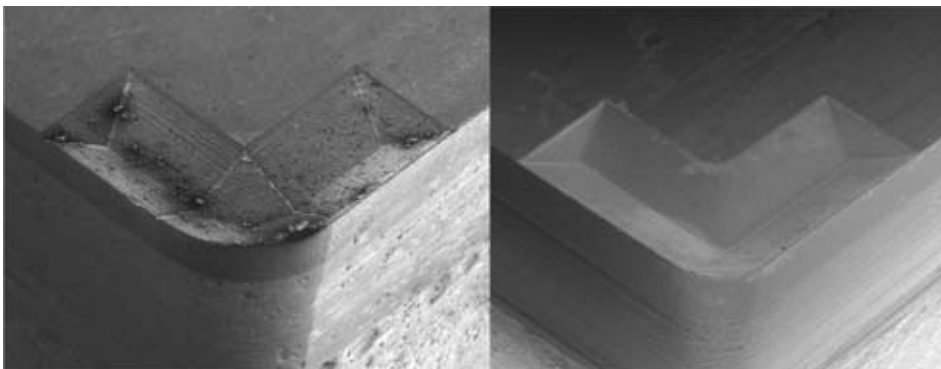


Bild 3: Verschiedene Systeme liefern verschiedene Ergebnisse. Hier sehen Sie eine lasernachbearbeitete, PKD-beschichtete Wendeschneidplatte. Die Schneidplatte links (a) wurde mit 355 nm am IPK und die rechts (b) mit 1064 nm am LZH bearbeitet. (Quelle: LZH)

Aus der Reihe der IPH-Praxisseminare

RFID in Produktion und Logistik am 17. Juni 2009

Einsatzpotenziale und Grenzen

Die Dynamik auf heutigen Märkten verlangt von Unternehmen eine starke Wandlungsfähigkeit ihrer Produktions- und Logistikprozesse. Erforderlich ist eine flexible Produktionsumgebung, in der Anpassungen, Umplanungen und die Realisierung neuer Produktionsstrategien schnell, effizient und effektiv möglich sind. RFID als Schlüsseltechnologie besitzt das Potenzial, die geforderte Prozessflexibilität und die Steigerung der Effektivität und Effizienz zielführend zu unterstützen.

Das IPH bietet Produktions- und Logistikverantwortlichen von Unternehmen aus Industrie und Handel ein anwendungsorientiertes Seminar zum Einsatz von RFID in Produktion und Logistik. Neben der Vermittlung technischer Grundlagen von RFID-Systemen erhalten die Teilnehmer die Möglichkeit, an Testständen verschiedene Praxistests durchzuführen. Ein Austausch mit Systemhäusern und Herstellern aus dem Bereich Hard- und Software für RFID bzgl. konkreter Anwendungsszenarien wird ebenso Bestandteil des Seminars sein wie verschiedene Vorträge über umgesetzte Projekte und mögliche Potenziale in Produktions- und Logistikprozessen. Hierbei wird den Teilnehmern die Struktur des Projektmanagements in RFID Projekten erläutert und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung am Beispiel eines konkreten Anwendungsfalles seitens eines Industriepartners dargestellt.

Weiterführende inhaltliche und organisatorische Informationen zum RFID-Seminar, wie dem Seminarprogramm, einen Überblick der Referenten aus Industrie und Wissenschaft, den Kostenrahmen sowie Anmeldeformularen und Weiteres mehr können Sie unseren Seminarwebseiten www.iph-praxisseminare.de/ RFID entnehmen.

Weitere Seminare, die Sie auf

www.IPH-PraxisSeminare.de finden, sind:



SOFI | Soziologisches Forschungsinstitut
an der Universität Göttingen

Praxisseminar Globalisierung mit System
am 12./13. Mai 2009



Praxisseminar PPS

„Logistische Exzellenz in der Produktion“
am 25./26. November 2009



Praxisseminar Fabrikplanung

„Planungsmethoden & Anwendungsbeispiele
der wirtschaftlichen, zukunftsrobusten Fabrik“
am 21./22. September 2009

Globalisierung mit System

Praxis-Seminar

am 12./13. Mai 2009 im PZH

Bisher gab es nur unzureichende systematische Ansätze, die es ermöglichen, global zu agieren und zugleich die Kernkompetenzen und die Fertigungs- und Montagekapazitäten am Standort Deutschland zu erhalten bzw. auszubauen. Mit Hilfe des im Rahmen eines BMBF-Verbundforschungsprojekt entwickelten „Globalen Varianten Produktionssysteme - GVP“ sollen nicht nur die Risiken der Globalisierung beherrscht, sondern ihre Chancen genutzt werden.

Ziel des Seminars ist die Vermittlung des methodisch strukturierten und in der Praxis erprobten Ansatzes des GVP. In einem Mix aus Theorie und Praxis werden die Teilnehmer angeleitet, die vorgestellten Methoden, Instrumente und Werkzeuge zur Gestaltung einer „globalisierungs- und variantengerechten“ Produktion an einem durchgängigen Fallbeispiel anzuwenden.

Das Seminar findet am Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH) statt. Interessierte können sich bis zum 30. April 2008 bei Carsten Wagner vom Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) telefonisch (0511) 762-19808 oder per Email wagner@ifa.uni-hannover.de für das Seminar anmelden. Weitere Informationen und entnehmen Sie bitte der Projekthomepage www.gvp-projekt.de.

Praxisseminar Fabrikplanung im PZH

Planungsmethoden und Anwendungsbeispiele der wirtschaftlichen, zukunftsrobusten Fabrik

Ziel des zweitägigen Praxisseminars Fabrikplanung ist die Vermittlung aktuellen Wissens aus dem Bereich der Fabrikplanung sowie das Kennenlernen und aktive Erproben anwendungsorientierter Planungsmethoden für wirtschaftliche und zukunftsrobuste Fabriken. Neben den Themenfeldern der Fabrikanalyse (z. B. durch Wertstromaufnahme) und der strukturierten Layoutplanung wird vor allem dem Aspekt der Wandlungsfähigkeit von Fabriken und deren Bewertung eine große Bedeutung beigemessen. Im Verlauf des Seminars wird ein vollständiger Fabrikplanungsprozess sowohl für Neuplanungen als auch insbesondere für Umplanungen bestehender Fabriken durchlaufen.

Referenten:

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis
Institut für Fabrikanlagen und Logistik/Integrierte Produktion Hannover
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Hans-Peter Wiendahl
Institut für Fabrikanlagen und Logistik
Prof. Jürgen Reichardt
FH Münster, Lehrgebiet: Baukonstruktion

Ort:

Produktionstechnisches Zentrum Hannover
An der Universität 2, 30823 Garbsen

Termin:

21./22. September 2009

Sonstiges:

begrenzt auf 20 Teilnehmer
(firmenspezifische Angebote möglich)

Informationen:

www.praxisseminar-fabrikplanung.de

Anmeldung:

Institut für Fabrikanlagen und Logistik
Candy Patrick Schulze
Tel.: (0511) 762-19810
E-Mail: schulze@ifa.uni-hannover.de

Laserschweißen ermöglicht das Fügen von technischen Polymeren und Holzwerkstoffen

Das Laserdurchstrahlenschweißen stellt heute ein industriell etabliertes Verfahren zum Fügen thermoplastischer Kunststoffe dar. Die Verfahrensvorteile liegen u. a. in der hohen Automatisierbarkeit und Flexibilität, der Vermeidung von Schmelzeustrieb sowie der Vibrationsfreiheit. Am Laser Zentrum Hannover e. V. (LZH) wurde diese Technologie weiterentwickelt, um eine Anbindung thermoplastischer Polymere an Holzwerkstoffe realisieren zu können. Derartige Verbindungen sind zum Beispiel im Automobilbau in der Türinnenverkleidung oder auch im Möbelbau in der Schmalseitenbeschichtung zu finden.

Mit dem Verfahren lassen sich gängige Thermoplaste wie bspw. PP, PA und ABS an verschiedene Holzwerkstoffe fügen. Hierzu zäh-

len Faserplatten (MDF, HDF), Spanplatten aber auch Massivholzplatten. Für den Anwendungsbereich im Automobil wurde auch die Anbindung an Holzfaserverbundwerkstoffplatten untersucht.

Das Laser Zentrum Hannover e. V. bietet Interessenten die Übertragung der Technologie auf Realbauteile, z. B. zunächst zu Demonstrationszwecken an. Auch eine Weiterentwicklung des Verfahrens unter Berücksichtigung kundenspezifischer Werkstoffvorgaben und Randbedingungen wäre denkbar.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr.-Ing. Dirk Herzog
Telefon: (0511) 2788-370
E-Mail: d.herzog@lzh.de



Laserschweißungen von Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) auf Spanplatte (links) und Polypropylen (PP) auf Holzfaserverbundwerkstoff (rechts) (Quelle: LZH)

Kampf gegen die Alterssichtigkeit

Laserbehandlung könnte helfen

Millionen Menschen leiden unter der Alterssichtigkeit, auch Presbyopie genannt. Presbyopie bezeichnet den Verlust des menschlichen Auges, sich an verschiedene Blickentfernungen anzupassen. Als Hauptursache für die



Extrahierte Linse mit acht Gleitebenen, die von einem Femtosekundenlaser eingebracht wurden. (Quelle: LZH)

Presbyopieentwicklung gilt die Abnahme der Elastizität der Linse mit zunehmendem Alter.

Bisherige Therapien konnten die Elastizität der Augenlinse nicht erhöhen. Daher wurde am Laser Zentrum Hannover (LZH) gemeinsam mit dem Laserforum in Köln und der Augenklinik Bonn erste Studien durchgeführt, bei denen die Flexibilität der Linse wieder hergestellt werden soll.

Untersuchungen der vergangenen Jahre am LZH haben gezeigt, dass durch das Erzeugen von Gleitebenen innerhalb der Linse eine Wiederherstellung der Linsenelastizität erfolgt. Um die Gleitebenen zu generieren, werden feine Schnitte in der Augenlinse mit sehr präzisen Lasern gemacht, so genannte Femtosekundenlaser (fs-Laser). Da sich Größe und Position der Linse von Patient zu Patient unterscheiden, erfolgt eine Kontrolle zur Platzierung

der Schnittebenen mittels Optischer Kohärenztomographie (OCT).

Untersuchungen zeigen, dass durch die eingebrachten Schnittmuster erwartungsgemäß zunächst eine Lichtstreuung entsteht. Im Verlaufe der Zeit nimmt diese jedoch ab. Untersuchungen zu längerfristigen Komplikationen, insbesondere die Eintrübung der Linse, sind noch nicht abgeschlossen, aber zurzeit positiv zu bewerten. Zusammenfassend sind die bisherigen Ergebnisse so ermutigend, dass zumindest die berechtigte Hoffnung auf eine Therapie der Presbyopie mit fs-Laserpulsen besteht.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Holger Lubatschowski
Telefon: (0511) 2788-279
E-Mail: h.lubatschowski@lzh.de

Deutsche Meisterschaft „Formel 1 in der Schule“ im PZH

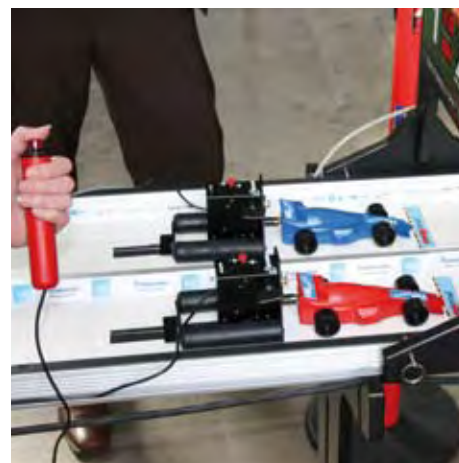
Das „JeT-Kompetenzzentrum Formel 1 in der Schule“, beheimatet am Institut für Werkstoffkunde (IW) der Leibniz Universität Hannover, ist diesjähriger Ausrichter der nationalen Läufe. Bei dem Technologie-wettbewerb treten 12- bis 18-jährige Schüler mit selbst konstruierten und aus Balsaholz gefertigten Miniflitzern gegeneinander an. Die mit CO₂-Patronen angetriebene Fahrzeuge erreichen Geschwindigkeiten bis zu

100 km/h. Das Siegerteam qualifiziert sich für internationale Wettbewerbe.

Weitere Informationen:

www.formel1-in-der-schule.de
www.iw.uni-hannover.de

Martin Türk (IW)
Telefon: (0511) 762-4465
E-Mail: tuerk@iw.uni-hannover.de



Die internationale Zulieferindustrie trifft sich vom 20. bis 24. April in Hannover



13 Leitmessen vereint die HANNOVER MESSE 2009 unter ihrem Dach. In diesem Rahmen präsentiert sich die weltweite Zulieferindustrie auf der Subcontracting. Vom 20. bis 24. April werden Aussteller aus mehr als 50 Nationen in den Hallen 3, 4 und 5 Werkstoffe, Komponenten und Systeme für den Fahrzeug-, Maschinen- und Anlagenbau präsentieren. Die Aussteller präsentieren das komplette Angebot der industriellen

Prozessketten: ob es um Gießen, Umformen, Beschichten oder Spanen, um Werkstoffe, Fertigungsverfahren oder Endprodukte geht. Über die Ausstellung hinaus wird es ein attraktives Rahmenprogramm mit zahlreichen Foren, Sonderschauen und Diskussionsplattformen geben. Ein fester Termin für Wissenschaftler, Entwickler und Konstrukteure sowie Einkäufer aus Investitionsgüterindustrie, verarbeitendem Ge-

werbe, Dienstleistungssektor, Handwerk und Baugewerbe. Die diesjährigen Schwerpunktthemen Energieeffizienz in industriellen Prozessen und Mobilität werden sich auch in der Subcontracting wieder finden – sowohl in der Produktion als auch bei den gefertigten Produkten. Im Bereich innovativer Mobilitätslösungen kommt den Systemzulieferern und neuen Materialien eine wichtige Bedeutung zu.

Das PZH auf der Hannover Messe: Gentelligenz und Sicherheit

Im Mittelpunkt des diesjährigen Messeauftritts des PZH steht die Einheit von Information und Bauteil. Mit dieser Vision beschäftigt sich der Sonderforschungsbereich 653 – „Gentelligente Bauteile im Lebenszyklus“ –, an dem alle sechs Institute des Produktionstechnischen Zentrums beteiligt sind. Gentelligente Bauteile „wissen“ beispielsweise, wie sie produziert wurden oder wann sie ausgetauscht werden müssen. Man stelle sich den Querlen-

ker vor, der seinem Fahrer mitteilt, dass er bitte dringend in maximal 1000 Kilometern ausgewechselt werden muss. Auf dem Messestand, den sich das PZH mit der Energie- und Windtechnik der Leibniz Universität teilt, stellen die PZH-Ingenieure das Konzept hinter den gentelligen Bauteilen mit einzelnen Exponaten und neue Produktionsverfahren zu diesem Thema vor. Während die „Gentelligenz“ in der Forschungsphase steckt, erfreut sich das BMBF-

Projekt koSePro („SchlüsselKOMponenten für die SERvicerobotik in der PROduktion“) bereits wachsender Beliebtheit und stellt zwei seiner im PZH entstandenen Komponenten ebenfalls den Messebesuchern vor. Zum einen ist das ein zweistufiges Sicherheitskonzept, das es Menschen ermöglicht, im Aktionsradius des Roboters zu arbeiten. Sobald jemand dem Roboter zu nahe kommt, reduziert er seine Geschwindigkeit. Kommt es dann trotzdem zu einer

Kollision, sorgt die „Haut“ des Roboters für einen sofortigen Halt. Ihre Nachgiebigkeit fängt außerdem den Aufprall ab. Zweitens geht es um Roboterhände, die hochdynamische Störpulskräfte aus Fertigungsprozessen filtern. Mit diesen Händen können Serviceroboter Werkstücke auch während des Bearbeitungsprozesses festhalten.

Stand der Leibnizuniversität Hannover
Halle 2, Stand C10



Geballte Kompetenz der Werkstoffkunde

Der WAW (Wissenschaftlicher Arbeitskreis Werkstofftechnik e. V.) widmet sich die Förderung und Koordination wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiet der Werkstofftechnik. Auf dem Stand B16 der Halle 5 präsentieren die Mitglieder des WAW – mehr als 20 Universitäts-Institute – interessante Exponate und Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung. Der Messeauftritt wird organisiert vom Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover und findet im Branchentreff „Innovationszentrum Ingenieurwerkstoffe“ statt, einem Zusammenschluss aus mittelständischen Unternehmen, ausgewählten Großunternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen mit besonderem Know-how in verschiedenen Werkstoffbereichen.

Innovationszentrum Ingenieurwerkstoffe
Halle 5, Stand B16



INNOVATIONSZENTRUM
INGENIEURWERKSTOFFE

Das Werkstoff-Forum auf der Hannover Messe 2009

Das Werkstoff-Forum in Halle 5, Stand B16 ist die Diskussionsplattform des Innovationszentrums Ingenieurwerkstoffe auf der Hannover Messe vom 20. April 2009 bis zum 24. April 2009. Bereits zum 4. Mal wird das Werkstoff-Forum vom Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover in Zusammenarbeit mit Krispin Marketing ausgerichtet. Hier werden zu täglich wechselnden Themen, interessante Vorträge über zukunftsweisende Neuentwicklungen aus dem Gebiet der Werkstofftechnik angeboten. Nach den Vorträgen besteht die Möglichkeit, mit den Referenten über das vorgestellte Thema

Von Interesse sind dabei sowohl metallische als auch nichtmetallische Werkstoffe.

Die Werkstoffberatung hilft konkret

Zeitgleich zum Werkstoff-Forum wird eine Werkstoffberatung zum Thema des jeweiligen Tages durchgeführt. Hier können Interessierte in einem persönlichen Gespräch mit Experten des jeweiligen Themengebietes über aktuelle Problemstellungen diskutieren. Zweck ist es, zu den Fragestellungen eine erste Hilfestellung anzubieten oder den Kontakt zu Experten auf dem



Das Werkstoff-Forum bietet jeden Tag hochkarätige Vorträge

zu diskutieren. Berichtet wird, an jeweils einem Tag, über Themen aus den Bereichen Fügetechnik, Keramik, Leichtbau, Verbundwerkstoffe, Oberflächentechnik und Wärmebehandlung.

Geballtes Wissen: das Werkstoff-Forum stellt Innovationen vor

Im Rahmen des Werkstoff-Forums wird, neben einigen Übersichtsvorträgen auf aktuelle Entwicklungen eingegangen, wobei besonders die industriellen Anwendungen in den Fokus gestellt werden. Beispielsweise wird bei der Fügetechnik sowohl auf die Entwicklung von Schweißprozessen und die Weiterentwicklungen bestehender Verfahren, als auch die Analyse von Schweißprozessen und entstandener Fügeverbindungen eingegangen. Aus dem Bereich der Wärmebehandlung werden neue, aber auch bewährte Methoden der Wärmebehandlung vorgestellt und diskutiert. Von aktueller Bedeutung ist, vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung und der Forderung nach Ressourcenschonung, auch das Themengebiet Leichtbau/Verbundwerkstoffe.

Gebiet des speziellen Problems zu vermitteln. Die Werkstoffberatung wird an jedem Tag in der Zeit von 10:00 bis 17:00 vom Institut für Werkstoffkunde zusammen mit Partnern aus Forschung und Industrie angeboten.

Die Themen im Überblick:

- Montag, 20. April 2009, 10-17 Uhr:
„Fügetechnik“
- Dienstag, 21. April 2009, 10-17 Uhr:
„Keramik“
- Mittwoch, 22. April 2009, 10-17 Uhr:
„Leichtbau/Verbundwerkstoffe“
- Donnerstag, 23. April 2009, 10-17 Uhr:
„Oberflächentechnik“
- Freitag, 24. April 2009, 10-14 Uhr:
„Wärmebehandlung“

Das ausführliche Programm finden Sie auf der nächsten Doppelseite. Die Werkstoffberatung richtet sich gleichermaßen an Vertreter der Industrie, Studierende und alle interessierten Besucher der Hannover Messe. Wir freuen uns auf Ihren Besuch in Halle 5, Stand B 16.

Vortragsprogramm Werkstoff-Forum

Innovationszentrum Ingenieurwerkstoffe:

vom 20. bis 24. April 2009, Halle 5, Stand B16

Montag 20. April 2009

Fügetechnik

Dr.-Ing. Th. Hassel - Institut für Werkstoffkunde

Uhrzeit	Titel	Vortragender	Institution
10.00 Uhr	Prüfung von Polyurethan-Metall-Verbindungen mit Hilfe des Ultraschallverfahrens am Beispiel von Schwerlastträgern	Dr.-Ing. Dipl.-Phys. R. Zielke	Universität Dortmund Lehrstuhl für Qualitätswesen
10.30 Uhr	Entwicklung und Anwendung des Plasma-UP-Hybridschweißens sowie des Non-Vakuum-Elektronenstrahlschweißens für den Turmbau für Windenergieanlagen	Dr.-Ing. Todd Deißer	Kjellberg Finsterwalde Schweißtechnik und Verschleißschutzsysteme GmbH; Institut für Werkstoffkunde LU Hannover
11.00 Uhr	Aktuelle Entwicklungen beim Laserstrahlschweißen von Aluminium	Dipl.-Ing. Thomas Seefeld	BIAS Bremen
11.30 Uhr	Schweißen hochfester Stähle	Dr.-Ing. M. Höfemann	SZMF - Salzgitter Mannesmann Forschung
12.00 Uhr	Guidance and stabilisation of electric arc welding using ND:YAG LASER RADIATION	Alexander Barroi	Laser Zentrum Hannover e.V.
	Mittagspause		
13.30 Uhr	Thermomechanische Simulation des Schweißens	Prof. Dr.-Ing. habil. Vesselin Michailov	Lehrstuhl Fügetechnik, BTU Cottbus, Fakultät 3
14.30 Uhr	Schweißprozessanalyse	Dipl.-Ing. Marten Bierbaum	Institut für Werkstoffkunde (IW)
15.00 Uhr	Plasmadickblechschweißen als Hochleistungsverfahren für den Schiffbau	Dipl.-Ing. Malte Petersen	Institut für Werkstoffkunde (IW)

Dienstag 21. April 2009

Keramik

Dr. D. Nicklas - Verband der keramischen Industrie

Uhrzeit	Titel	Vortragender	Institution
10:00 Uhr	Keramik - die maßgeschneiderte Lösung für vielfältige Anwendungen	K. Leßnau	CeramTec
10.30 Uhr	Keramik - die wirtschaftliche Lösung	C. Nitsche	ESK
11.00 Uhr	Verschleißschutz mit Keramik - vom alltäglichen bis zum Extremfall	H. Albert	Cera Systems
11.30 Uhr	Hydrothermale Alterung von ZrO ₂ -Keramiken	Dr. Michael Jendras	Institut für Werkstoffkunde (IW)
12.00 Uhr	Praxisbeispiele für Komponenten in komplexen Anforderungsprofilen aus dem Maschinenbau, der Medizintechnik und Messtechnik	Dr. T. Weiß	BCE
	Mittagspause		
13.00 Uhr	Materialeffizienz durch den Einsatz von Technischer Keramik	F. Moeller	Rauschert
13.30 Uhr	Pumpen, Rühren, Verdüsen, Messen - Aluminiumoxid ist dabei	A. Heitmann	Friatec
14.00 Uhr	Keramik-Kleinserie: komplex, klein, genau, preiswert - so geht es	R. Schreiber	MC
14.30 Uhr	Präzisionsbearbeitung von Keramik – eine Herausforderung	Dr. C. Rußner	CeramTec
15.00 Uhr	Piezokeramik: Funktion, Werkstoffe und Anwendungen	C. Voigt	CeramTec
15.30 Uhr	Keramik begleitet uns täglich - Applikationen im Auto	B. Kühn	CeramTec

Leichtbau / Verbundwerkstoffe

Dr.-Ing. D. Bormann - Institut für Werkstoffkunde

Uhrzeit	Titel	Vortragender	Institution
10.30 Uhr	Strangpressprofile aus Aluminium und Magnesium	Norbert Grittner	Institut für Werkstoffkunde (IW)
11.00 Uhr	Fahrzeugleichtbau mit Magnesiumgussteilen (Arbeitstitel)	Lukas Rafflenbeul	Volkswagen AG
11.30 Uhr	Leichtbau mit Feingussteilen aus Aluminium- und Titanlegierungen	Hans-Peter Nicolai	Titan-Aluminium-Feinguß GmbH
12.00 Uhr	Aluminium Sandwichstrukturen (Arbeitstitel)	Herr Wesolowski	Melawell
12.30 Uhr	Rührreibschweißen von AlMg ₃ Mn	Xavier Lang	TU Kaiserslautern - Lehrstuhl für Werkstoffkunde

Verbundwerkstoffe

Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Hufenbach
TU Dresden - Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik

13:30 Uhr	Metallisch basierte Verbundwerkstoffe auf der Basis von zellularen Strukturen	Dr.-Ing. Günter Stephani	Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung (Institutsteil Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe)
14:00 Uhr	Spritzgießen hochgefüllter Kunststoffe	Prof. Dr.-Ing. G. Ziegmann	TU Clausthal - Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik
14.30 Uhr	Flexible Fertigungsstrategien für funktionsintegrative Leichtbaustrukturen in Textilverbundbauweise	Dr.-Ing. Frank Adam	TU Dresden - Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik
15:00 Uhr	Neuartige Mehrkomponentenwerkstoffe für den Leichtbau sowie die Energie- und Umwelttechnik	Dr.-Ing. Maik Gude	TU Dresden - ECEMP (European Centre for Emerging Materials and Processes Dresden)
15:30 Uhr	Ultraschallschweißen von CFK/Metall-Verbunden	Stefan Huxhold	TU Kaiserslautern, Lehrstuhl für Werkstoffkunde

Donnerstag 23. April 2009

Oberflächentechnik

Dr.-Ing. Möhwald - Institut für Werkstoffkunde

Uhrzeit	Titel	Vortragender	Institution
10:00 Uhr	Innovative Galvanotechnik – Entwicklungen und Trends	Dr. W. Olberding	IGOS GmbH, Solingen
10:30 Uhr	Maßgeschneiderte Oberflächen durch Plasma-Beschichtung	Dr. V. Bucher	Plasma Electronik GmbH, Neuenburg
11:00 Uhr	Moderne PVD-Schichten als Schutz vor Verschleiß und Korrosion	R. Weiß	Institut für Oberflächentechnik (IOT) der RWTH Aachen
11:30 Uhr	Hochleistungs-PVD – HPPMS-Technologie	Dr. C. Schiffers	CemeCon AG, Würselen
12:00 Uhr	Thermisches Spritzen – State of the Art	Dipl.-Min. M. Erne	Institut für Werkstoffkunde (IW)
	Mittagspause		
13:30 Uhr	Verschleißschuttoberflächen für Präzisions-Umformwerkzeuge	P. Dellinger	Institut für Werkstoffkunde (IW)
14:00 Uhr	Einsatz von HVOF-Spritzprozessen in der Umformtechnik	Dipl.-Ing. B. Rüter	Lehrstuhl für Werkstofftechnologie (LWT) der TU Dortmund
14:30 Uhr	Lotapplikation und Prozessgasatmosphäre für das Löten im Schutzgasdurchlauföfen	Dr. U. Holländer	Institut für Werkstoffkunde (IW)

Freitag 24. April 2009

Wärmebehandlung

M. Nowak - Institut für Werkstoffkunde

Uhrzeit	Titel	Vortragender	Institution
10.30 Uhr	Abschreckmedien - derzeitiger Stand und Ausblick	Dipl.-Ing. Th. Beitz	Petrofer Chemie H.R. Fischer GmbH + Co KG
11.00 Uhr	Induktive und klassische Härtetechnik - Praxisbezogene Informationen und Grundlagen	K. Hirsch	EFD Härtereie F. Düsseldorf GmbH
11:45 Uhr	Laserstrahlhärten - Integration in die Fertigung verkürzt Prozessketten	Dr. S. Bonß	Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik
12:15 Uhr	Randschichthärten von austenitischen rostfreien Stählen - Verbesserung der mechanischen Eigenschaften und Einfluß auf die Korrosionsbeständigkeit durch das Kolsterisieren®	M. Wagner	Bodycote Hardiff GmbH

Vorschau

Die nächste Ausgabe der phi
erscheint im Oktober 2009

Thema:
Nachwuchswissenschaftler



(Quelle: Una.Knipsolina/PHOTOCASE)

Beteiligte Institute

Institut für Fabrikanlagen und Logistik
der Leibniz Universität Hannover

IFA

Institut für Fertigungstechnik
und Werkzeugmaschinen
der Leibniz Universität Hannover

IFW

Institut für Mikrotechnologie
der Leibniz Universität Hannover

imt

Institut für Transport-
und Automatisierungstechnik
der Leibniz Universität Hannover

ITA

Institut für Umformtechnik
und Umformmaschinen
der Leibniz Universität Hannover

IFUM

Institut für Werkstoffkunde
der Leibniz Universität Hannover

IW

IPH - Institut für Integrierte Produktion
Hannover gemeinnützige GmbH

IPH

Laser Zentrum Hannover e. V.

LZH