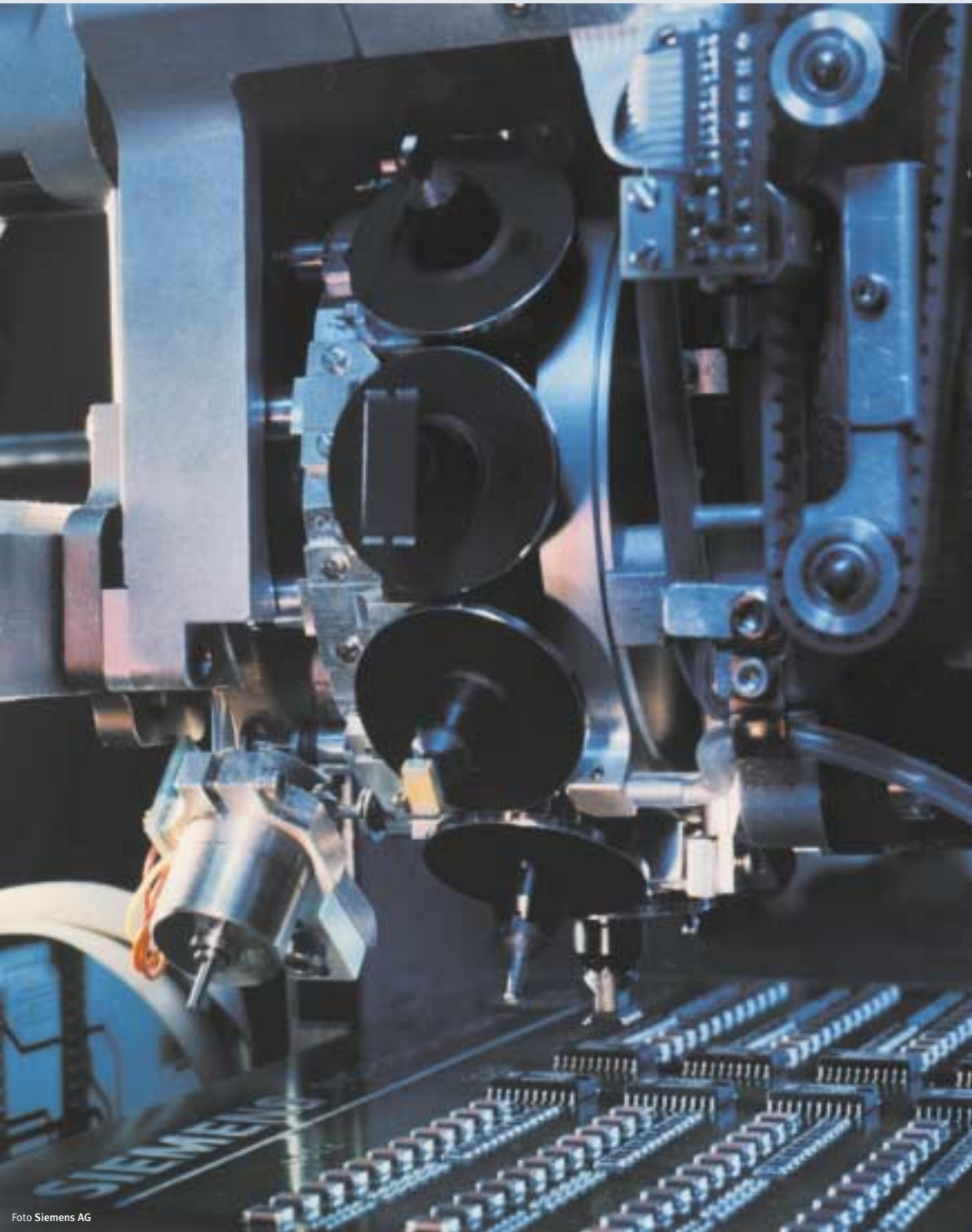


# $\varphi$ phi

*Produktionstechnik Hannover informiert*



*Erfolgsfaktor  
Geschwindigkeit*



*Umformung nach Maß*



*Lasertechnik integrieren*

*Produktionssysteme  
ganzheitlich gestalten*

# inhalt

- 3 **Geleitwort**
- 4 **Produktionssysteme ganzheitlich gestalten**
- 8 **Schneller und pünktlicher zum Kunden**
- 10 **Mit Hochgeschwindigkeit zum Erfolg**
- 12 **Umformung nach Maß**
- 14 **Mehr als nur neue Werkstoffe**
- 16 **Optimales Zusammenspiel**
- 18 **Lasertechnik in moderne Produktionssysteme integrieren**
- 20 **Vorschau**



Produktionslogistik  
strategisch nutzen

8



Von der Speerspitze  
zu kompletten  
Handhabungssystemen

14



Steuerung von  
Produktionssystemen

16

# impressum

*phi* ist die gemeinsame Zeitschrift der produktionstechnischen Institute in Hannover. *phi* erscheint vierteljährlich mit einer verbreiteten Auflage von 2.500 Exemplaren.

Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Erlaubnis der Redaktion gestattet.

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

**Redaktionsanschrift**  
c/o IPH  
Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
Telefon: (0511) 2 79 76-116  
Fax: (0511) 2 79 76-888  
E-Mail: [redaktion@phi-hannover.de](mailto:redaktion@phi-hannover.de)  
Internet: [www.phi-hannover.de](http://www.phi-hannover.de)

**Beteiligte Institute**  
Institut für Fabrikanlagen  
der Universität Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Peter Wiendahl  
Callinstr. 36  
30167 Hannover  
Tel.: (0511) 762-2440  
Fax: (0511) 762-3814  
E-Mail: [ifa@ifa.uni-hannover.de](mailto:ifa@ifa.uni-hannover.de)  
Internet: [www.ifa.uni-hannover.de](http://www.ifa.uni-hannover.de)

Institut für Fertigungstechnik und  
Spanende Werkzeugmaschinen der  
Universität Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Hans Kurt Tönshoff  
Schlosswender Str. 5  
30159 Hannover  
Tel.: (0511) 762-2533  
Fax: (0511) 762-5115  
E-Mail: [ifw@ifw.uni-hannover.de](mailto:ifw@ifw.uni-hannover.de)  
Internet: [www.ifw.uni-hannover.de](http://www.ifw.uni-hannover.de)

Institut für Umformtechnik und  
Umformmaschinen der Universität Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Eckart Doege  
Welfengarten 1A  
30167 Hannover  
Tel.: (0511) 762-2264  
Fax: (0511) 762-3007  
E-Mail: [ifum@ifum.uni-hannover.de](mailto:ifum@ifum.uni-hannover.de)  
Internet: [www.ifum.uni-hannover.de](http://www.ifum.uni-hannover.de)

Institut für Werkstoffkunde  
der Universität Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Heinz Haferkamp  
Appelstr. 11A  
30167 Hannover  
Tel.: (0511) 762-4312  
Fax: (0511) 762-5245  
E-Mail: [info@iw.uni-hannover.de](mailto:info@iw.uni-hannover.de)  
Internet: [www.iw.uni-hannover.de](http://www.iw.uni-hannover.de)

IPH - Institut für Integrierte Produktion  
Hannover gemeinnützige GmbH  
Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
Tel.: (0511) 2 79 76-0  
Fax: (0511) 2 79 76-888  
E-Mail: [info@iph-hannover.de](mailto:info@iph-hannover.de)  
Internet: [www.iph-hannover.de](http://www.iph-hannover.de)

Laser Zentrum Hannover e.V.  
Hollerithallee 8  
30419 Hannover  
Tel.: (0511) 27 88-0  
Fax: (0511) 27 88-100  
E-Mail: [info@lzh.de](mailto:info@lzh.de)  
Internet: [www.lzh.de](http://www.lzh.de)

**Druck**  
digital print  
laser-druck-zentrum garbsen GmbH  
Berenbosteler Str. 74-76  
30823 Garbsen

**Layout**  
Stefan Krieger  
demandcom dialogmarketing  
Baumarktstraße 10  
30823 Garbsen

# geleitwort



Dr. Peter Fischer  
Niedersächsischer Minister für Wirtschaft,  
Technologie und Verkehr

Sechs produktionstechnische Institute in Hannover haben gemeinsam die Initiative zur Herausgabe dieser Zeitschrift ergriffen. Damit füllen sie eine Marktlücke in einer Zeit, in der es mehr denn je auf die rasche Umsetzung aktuellen Know-hows aus Technologie und Management ankommt. Die Zeitschrift soll im Rahmen des Transforgeschehens einen wichtigen Beitrag als Vermittlungs- und Informationsinstrument der Institute für die Produktionsunternehmen leisten.

Zur Anpassung der Unternehmensziele an die Erfordernisse des Marktes auf dem Gebiet der Produktionstechnik ist eine permanente Aktualisierung des Wissens erforderlich, das neue Erkenntnisse aus der Forschung sowie über in der Entwicklung befindliche Innovationen einbezieht. Zu diesem Zweck müssen die Informationswege erweitert werden.

Im Lande gibt es große Kapazitäten und hohe Kompetenzen auf dem Gebiet der Produktionstechnik. Mit der neuen Zeitschrift wird eine überschaubare Plattform geschaffen, um Informationen über aktuelle Projekte und Forschungsergebnisse einem großen Fachpublikum in der Industrie bekannt zu machen. Den Fachleuten in der Industrie soll durch das regelmäßige Lesen dieses Printmediums langwierige Recherchen und mögliche Doppelarbeit bei der Entwicklung neuer Produkte und Produktionsverfahren erspart werden. Auch Entscheidungen des Managements können durch die Kenntnis von Forschungsergebnissen über alternative Verfahren und deren mutmaßliche künftige Weiterentwicklung verbessert werden.

Wünschenswert ist auch die Kommunikation von Erfahrungen, Überlegungen und Bewertungen aus der Industrie in die Hochschulen und Forschungsinstitute. Ein erfolgreicher Technologietransfer läuft nie auf einer Einbahnstraße. Wenn es gelingt, den Informationsfluss auf dem Gebiet der Produktionstechnologie von der Forschung zur Industrie und gleichzeitig in der umgekehrten Richtung zu verbreitern sowie zu verbessern, dann wird ein wichtiger Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Produktionsunternehmen und zur Sicherung ihrer Standorte geleistet.

Ich bin überzeugt davon, dass diese neue produktionstechnische Zeitschrift als Mittler zwischen Instituten und Produktionsunternehmen diesem hohen Zielanspruch gerecht werden kann, und begrüße die Initiative der Institute ausdrücklich.

In diesem Sinne wünsche ich dieser Zeitschrift einen erfolgreichen Start und dauerhaften Bestand im Interesse der produzierenden Industrie Niedersachsens.

A handwritten signature in blue ink that reads "Peter Fischer". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Dr. Peter Fischer  
Niedersächsischer Minister für Wirtschaft,  
Technologie und Verkehr



# Produktionssysteme ganzheitlich gestalten

Der Durchbruch zur Informationsgesellschaft hat Auswirkungen auf alle Gebiete der Wirtschaft. Auch kleine und mittlere Produktionsunternehmen stehen heute in einem globalen Wettbewerb. Sich auf „seine Stärken“ zu konzentrieren, reicht damit nicht mehr aus. Alle Unternehmen müssen ihre Produktionssysteme an den immer schneller werdenden Veränderungen von Markt, Technologien und Produkten ausrichten. Dies erfordert eine ganzheitliche Gestaltung.

Der Durchbruch zur Informationsgesellschaft verändert unsere Wirtschaftssysteme schneller, als dies noch vor wenigen Jahren vorhergesagt wurde. Dies betrifft auch die Bereiche, die nicht unmittelbar vom Internet betroffen sind, wie beispielsweise Produktionsbetriebe. Auch hier ist der Wandel bereits deutlich spürbar. Auswirkungen ergeben sich vor allem durch die Globalisierung des Wettbewerbs, der wesentlich durch die Informationstechnik ermöglicht wurde und die Kunden-Lieferanten-Beziehungen nachhaltig verändert. Innovationen verbreiten sich heute rasant und sind für die Unternehmen viel leichter zugänglich. Kein Unternehmen kann es sich mehr langfristig leisten, neue Technologien, die Wettbewerbsvorteile bieten, zu ignorieren.

## *Chancen nutzen - Risiken meistern*

Diese Entwicklungen beinhalten für Produktionsunternehmen, gerade auch für KMU, Chancen und Risiken: E-Business führt zu einer gelockerten Kundenbindung bei höherer Markttransparenz und damit zu einem deutlich intensiveren Wettbewerb. E-Business bietet aber auch Chancen hinsichtlich der globalen Erweiterung der Vertriebsmärkte, die kleinen Unternehmen in der Vergangenheit ver-

schlossen blieben. Auch die Verknüpfung von Produkten mit hochwertigen technischen Dienstleistungen bietet neue Marktchancen und kann die Wettbewerbssituation deutlich verändern. Im Zusammenhang mit E-Business und Konzepten der „Digitalen Fabrik“ ist auch die Infor-

mationstechnik als „Enabling Technology“ wieder stärker in den Vordergrund getreten. Hier bieten sich durch die richtige Nutzung von EDV-Systemen interessante Möglichkeiten zur Gestaltung und Verknüpfung von Abläufen in der Produkt- und Prozessentwicklung.

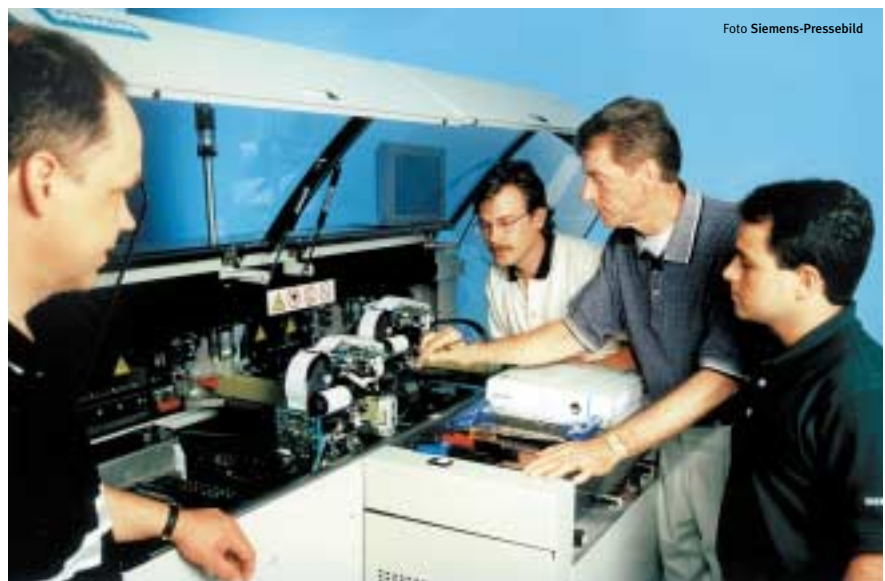


Foto Siemens-Pressesbild

**Nicht nur der Bedarf an Ingenieuren, sondern auch an qualifizierten Facharbeitern und Technikern stellt eine wachsende Herausforderung für die Unternehmen dar.**

Schon bei der Fabrikplanung muss die Wandlungsfähigkeit und Reaktionsschnelligkeit der Produktion berücksichtigt werden.



Foto Opel

Doch nicht nur die Informationstechnik, sondern auch Produktionstechnologie ändert sich rasant. Die METAV 2000 in Düsseldorf hat das hohe Innovations-tempo der Werkzeugmaschinenindustrie eindrucksvoll aufgezeigt. Neue Maschinenkonzepte mit Parallelkinematiken oder neue Verfahren der Formgebung, beispielsweise die Innenhochdruckumformung für komplexe Blechteile oder das Präzisionsschmieden haben die industrielle Serienreife erlangt. Die Laserbearbeitung entwickelt sich mit unveränderter Geschwindigkeit weiter. Dazu kommen in letzter Zeit Verfahren zur Mikro- oder sogar Nanobearbeitung. Insgesamt ergeben sich daraus neue Möglichkeiten für die Gestaltung von Fertigungsketten.

Nicht zuletzt stellen auch neu entwickelte Werkstoffe, wie z. B. Verbundwerkstoffe, „Tailored Blanks“ und sogenannte „intelligente“ Werkstoffe, neue Anforderungen an die Produktentwicklung und Produktionstechnik und bieten den Unternehmen, die diese Innovationen nutzen, neue Chancen.

Es gibt also eine Fülle neuer Entwicklungen, die bei der Gestaltung wettbewerbsfähiger Produktionssysteme zu berücksichtigen sind. Viel zu häufig findet man in der Betriebspraxis den Ansatz, neue Technologien zunächst in einer Insellösung auszuprobieren. Führt dies nicht zum gewünschten Erfolg, werden die neuen Fertigungstechnologien als unge-

eignet verworfen. Die Einführung neuer Technologien sollte daher stets im Kontext der gesamten Fertigungskette erfolgen und auch Aspekte der Mitarbeiterqualifikation berücksichtigen.

#### *Herausforderung Mitarbeiterbedarf*

Gerade in Hinblick auf den qualifizierten Nachwuchs an Arbeitskräften steht die produzierende Industrie heute in einem Wettbewerb mit anderen Branchen, dessen dramatische, mittelfristige Folgen noch nicht allen Betrieben voll bewusst sind. Während die Qualifikationsanforderungen in den Betrieben kontinuierlich ansteigen, wählen immer weniger qualifizierte junge Menschen Berufe in der produzierenden Industrie und wenden sich statt dessen Dienstleistungsbereichen zu. Gründe dafür sind sicherlich auch das im Vergleich zu anderen Branchen häufig unattraktivere Arbeitsumfeld und die unflexibleren Arbeitsbedingungen. Diese Entwicklung betrifft dabei im gleichen Maße Facharbeiter, Techniker und Ingenieure. Nicht nur die Verdienstaussichten, sondern auch die Arbeitsplatzumgebung wird deshalb zu einem wichtigen Faktor im Wettbewerb um qualifizierte und engagierte Fachkräfte. Hier hat die produzierende Industrie noch einen deutlichen Nachholbedarf.

Trotz der hohen öffentlichen Aufmerksamkeit, die in der letzten Zeit den Dienstleistungen als Wachstums- und

Beschäftigungsmotor der Wirtschaft zukommt, bleibt die Produktion der Kern der Wertschöpfung in Deutschland. Insbesondere höherwertige Dienstleistungen haben sogar in der Regel die produzierende Industrie als Kunden. Der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen produzierenden Industrie, ausgedrückt durch technologische Führerschaft und hohe Produktivität, kommt daher unverändert eine hohe Bedeutung zu. Sie ist allerdings keine Selbstverständlichkeit. Wenn die deutsche Industrie nicht auf das gestiegene Innovationstempo und den intensiveren globalen Wettbewerb reagiert, kann ihre Spitzenstellung mittelfristig verloren gehen.

#### *Die Anforderungen ändern sich*

Aus dem derzeit stattfindenden Wandel ergeben sich eine Vielzahl neuer Randbedingungen, die für den zukünftigen Erfolg von Produktionsunternehmen entscheidend sein werden. Aus diesen Randbedingungen erwachsen neue Anforderungen für die Gestaltung von Produktionssystemen:

Eine Abstimmung von Unternehmensstrategie und Produktionsstrategie ist erforderlich.

Fabriken müssen wandlungsfähig und reaktionsschnell sein.

Fertigungstechnologie, Organisation

und Informationstechnik müssen harmonisch zusammenwirken.

Produkt- und Prozessentwicklung müssen im Zusammenhang betrachtet werden.

Potenziale neuer Technologien müssen frühzeitig erkannt und für die Produktentwicklung, die Prozessentwicklung und die Gestaltung unternehmerischer Abläufe genutzt werden.

Bei Berücksichtigung dieser Anforderungen wird die Produktion zu einem wichtigen Faktor zur Positionierung im Wettbewerb.

Eine Differenzierung der Produktionssysteme erfolgt heute nicht nur durch die klassischen Faktoren Kosten, Zeit und Qualität. Die Differenzierung im Wettbewerb erfolgt heute im gleichen Maße auch über die Wandlungsfähigkeit und Reaktionsschnelligkeit eines Produktionssystems. Die Wandlungsfähigkeit beschreibt dabei die Fähigkeit eines Systems, nicht nur innerhalb eines zuvor definierten Rahmens von Varianten flexibel zu agieren, sondern seine Fähigkeit, sich zuvor unbekanntem neuen Anforderungen anzupassen. Die Reaktionsschnelligkeit bezieht sich dagegen auf die Fähigkeit eines Systems, sich auf einen veränderten Marktbedarf hinsichtlich Mengen, Variantentyp und Bedarfsort einzustellen.

### **Gestaltungsaspekte von Produktionssystemen**

Für die Gestaltung von Produktionssystemen darf nicht nur das heutige Produktspektrum betrachtet werden. Dafür ist die Wandlungsgeschwindigkeit zu groß. Vielmehr ist ein wirkungsvolles Zusammenspiel von strategischer Geschäftsfeldplanung, Produkt- und Prozessentwicklung erforderlich. Eine Parallelität von Produkt- und Prozessentwicklung wird dabei schon länger gefordert. Wichtig ist jedoch, dass dies nicht nur als Problemlösungsmethode zur Reduzierung von Produktanlaufzeiten einzelner Produkte gesehen wird. Die Entwicklung oder Einführung neuer Prozesstechnologien muss statt dessen gezielt aus einer strategischen Perspektive anhand der Anforderungen des zukünftigen Produktspektrums erfolgen. Dazu ist eine ganzheitliche Betrachtung des Zusammenwirkens der verschiedenen Gestaltungsaspekte erforderlich. Die Gestaltung findet dabei auf vier Ebenen statt:

#### **Fabrikgestaltung**

Bei der Gestaltung muss berücksichtigt werden, dass Fabriken heute eine um ein Vielfaches längere Lebens- und Nutzungsdauer haben als die in ihnen gefertigten

Produkte. Die Fabrik der Zukunft ist daher wandlungsfähig in Hinblick auf zukünftige Produkte oder Bedarfe und so strukturiert, dass das aktuelle Produktionsprogramm flexibel und reaktionsschnell produziert werden kann. Sie muss darüber hinaus auch eine attraktive Arbeitsumgebung bieten. Da die Fabrikgestaltung die langfristige Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig beeinflusst, sollte dem eigentlichen Planungsprozess eine Definition strategischer Ziele durch die Unternehmensleitung vorausgehen.

#### **Gestaltung der Fertigungsketten**

Während Leistung und Kosten einzelner Prozesse dem Kunden in der Regel verborgen bleiben, ist die Leistungsfähigkeit der Fertigungsprozesskette hinsichtlich Produktqualität, Produktionskosten und Logistikleistung für den Kunden direkt

den. Die Hochleistungsfertigung stellt dabei neue Anforderungen an die Stabilität und Dynamik der Maschinen. Eine Fülle neuer Möglichkeiten ergibt sich hier durch innovative Werkstoffe, neue kinematische Maschinenkonzepte, neue Antriebe und eine vernetzte Mess- und Steuerungstechnik mit hoher Rechengeschwindigkeit. Aus Sicht der Fertigungskette werden Komplettbearbeitung, hohe Variantenflexibilität und - in Hinblick auf eine höhere Wandlungsfähigkeit der Fabrik - ein modularer Aufbau und flexible Automatisierungskonzepte verlangt.

#### **Gestaltung der Fertigungsprozesse**

Die Gestaltung der Fertigungsprozesse muss heute die strategische Ausrichtung der gesamten Produktion berücksichtigen. Die Frage, welche Fähigkeiten strategisch wichtig sind und welche Prozesse



**Mit 3-D-Visualisierung, Simulation und haptischer Eingabe nimmt die Virtuelle Realität Einzug in die Produktion.**

erfahrbar. Wichtig ist, dass die einzelnen Prozessschritte sorgfältig aufeinander abgestimmt werden. Wichtige Optimierungspotenziale liegen heute in den Schnittstellen zwischen den Einzelprozessen. Neu entwickelte Prozessketten bzw. Produktionsstrukturen müssen deshalb sowohl fertigungstechnischen als auch logistischen und informationstechnischen Anforderungen genügen.

#### **Gestaltung der Arbeitssysteme**

Bei der Auswahl und Einführung von Arbeitssystemen müssen die Anforderungen der Fertigungskette und die der Fertigungsprozesse berücksichtigt wer-

weiterentwickelt werden sollten, weil sie die größten Potenziale bergen, führt in die Richtung einer Konzentration auf die Kernkompetenzen eines Unternehmens. Durch Investition in Technologien, die im besonderen Maß zum Ausbau dieser Kernkompetenzen beitragen, werden Wettbewerbsvorteile auf- und ausgebaut. Hier helfen beispielsweise Technologiekalender, neue Ansätze und Entwicklungen der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung, Lasertechnologie und Mikrobearbeitung, neue optische Verfahren und innovative Formgebungsverfahren (z. B. Rapid Prototyping) zielgerichtet in die Fertigungsketten einfließen zu lassen.



### *Hochleistungsfähige Prozessketten*

Eine besondere Bedeutung kommt der Gestaltung wirtschaftlich effizienter Prozessketten mit hoher technischer und logistischer Leistungsfähigkeit zu. Eine Prozesskette bzw. ein Produktionsnetz muss dabei nach vier Kriterien gestaltet werden.

#### *Leistungstiefe*

Eine strategisch orientierte Leistungstiefe wird durch eine zielgerichtete Make-or-Buy-Strategie erreicht, die auf einer Identifikation von Kernprodukten und Kernprozessen aufbaut und eine planmäßige Bewertung von Fremdvergaben vornimmt.

#### *Logistikleistung*

Um eine leistungsfähige und reaktions-schnelle Logistik zu erzielen, müssen nicht nur geeignete Logistiksysteme ausgewählt werden, sondern auch der richtige Kundenentkopplungspunkt eingestellt und angemessene Auftragsstrukturen bestimmt werden. Dabei kann man heute nicht mehr von der Erreichung eines Optimums sprechen. Vielmehr wird die Positionierung in einem logistischen Zielsystem angestrebt, in dem sich die Gewichtung der Teilziele durchaus verändern kann.

#### *Technologie*

Effiziente Prozessketten erfordern maßgeschneiderte Fertigungstechnologien. Leitlinien sind hierbei neben dem Einsatz von Hochleistungsprozessen die Integration von Prozessschritten und die Abstimmung der einzelnen Schritte einer Prozesskette aufeinander. Darüber hinaus müssen neben der Fertigungstechnologie auch die Nutzung von Informationstechnik und CA-Technologien beachtet werden.

#### *Organisation*

Der Aufbau einer leistungsorientierten und effizienten Aufbau- und Ablauforganisation im Produktionsbereich verlangt die Definition von transparenten Geschäftsprozessen mit homogenen Verantwortungsbereichen. Die Frage des sinnvollen Einsatzes der Informationstechnologie zur Wissensbereitstellung (Knowledge-Management) und zur Rationalisierung von Abläufen (Workflow-Management) gewinnt dabei wieder an Bedeutung.

Die Gestaltung von Produktionssystemen ist aufgrund dieser gestiegenen Komplexität in der Regel heute nicht mehr eine eigene Kernkompetenz von kleineren oder mittleren Unternehmen, sondern erfordert eine effiziente externe Unterstützung. Die „Arbeitsteilung“ auf dem Markt für Beratungs-Dienstleistungen

bedeutet jedoch, dass sich einzelne Unternehmensberatungen auf die Themen Organisation oder EDV spezialisieren, während externes produktionstechnisches Know-how meist an Vertriebsorganisationen gebunden ist. Eine Unterstützung der ganzheitlichen Gestaltung von Produktionssystemen wird durch diese Aufteilung behindert. Deshalb bieten seit einigen Jahren verstärkt die pro-

noch einen relativ kleinen Anteil des Geschäftsvolumens aus. Durch die vielen Drittmittelprojekte hat sich die produktionstechnische Forschung in Hannover eine international anerkannte Spitzenstellung erarbeitet. Die Institute verfügen über Laborausstattung und Versuchseinrichtung mit absoluter Spitzentechnologie, die auch für Entwicklungsaufträge aus der Industrie genutzt werden kann.



duktionstechnischen Institute und universitätsnahe Unternehmen der Industrie in allen genannten Gestaltungsfeldern Unterstützung an. Die Institute haben sich so von reinen Forschungsstätten zu modernen Dienstleistern entwickelt.

#### *Mehr als Lehre und Forschung*

Die Aufgabe von Instituten ist heute nicht mehr nur die Lehre für Studenten und die Erforschung neuer oder die kontinuierliche Weiterentwicklung bestehender Produktionsprozesse. Die produktionstechnischen Institute in Hannover sehen ihre Aufgabe im wesentlichen auch darin, in Zusammenarbeit mit der Industrie Innovationen erfolgreich zu implementieren und so konkrete Wettbewerbsvorteile zu realisieren. Die dafür notwendigen Strukturen wurden in den letzten Jahren aufgebaut. Die Institute und die An-Institute bilden ein Kompetenznetzwerk, welches heute das gesamte Spektrum der Produktionstechnik abdeckt. Die hannoverschen Institute beschäftigen ca. 250 Projektingenieure, die an Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und Planungs- oder Beratungsprojekten im Auftrag Dritter arbeiten. Die Lehre und die eigene Forschung aus Mitteln der Universität macht bei den produktionstechnischen Instituten in Hannover heute nur

Besondere Potenziale für die Industrie ergeben sich durch die hervorragende Zusammenarbeit der produktionstechnischen Institute untereinander. So können Produktionsunternehmen bei der Gestaltung ihrer Produktionssysteme von den gebündelten Kompetenzen am Standort Hannover profitieren.

Die aktuellen Arbeitsschwerpunkte, das Leistungsangebot und die Leistungsbereitschaft des Standortes Hannover im Bereich Produktionstechnik ist zum Teil in der Industrie noch zu wenig bekannt. Die Zielsetzung dieser Zeitschrift ist es deshalb, bestehende Informationsdefizite zu überwinden. Unter verschiedenen Leitthemen wird PHI über Beratungsprojekte für die Industrie berichten, Forschungsergebnisse vorstellen, aktuelle Trends in der Produktionstechnik diskutieren und zum aktiven Dialog zwischen den hannoverschen produktionstechnischen Instituten und der Industrie einladen.

**Bernd C. Schmidt, IPH**



Die Schnelligkeit auf dem Weg zum Kunden wird im globalen Wettbewerb mehr und mehr zum Differenzierungskriterium zwischen Produktionsunternehmen.

Foto G. Winckler

# *Schneller und pünktlicher zum Kunden: Produktionslogistik strategisch nutzen*

Kunden fordern kurze Lieferzeiten, reagieren zunehmend empfindlich auf das Verschieben zugesagter Liefertermine und wünschen Produkte, die auf ihre persönlichen Bedürfnisse zugeschnitten sind. Gerade deshalb können Unternehmen mit einer überlegenen Produktionslogistik strategische Wettbewerbsvorteile erzielen.

Das Institut für Fabrikanlagen der Universität Hannover (IFA) entwickelt in praxisnaher Grundlagenforschung Modelle und Verfahren, die Unternehmen auf dem Weg zu einer überlegenen Produktionslogistik entscheidend voranbringen können, und hilft Produktionsunternehmen in Industrieprojekten, von diesem Wissen zu profitieren. Die drei Fachgruppen Produktionsmanagement, Fabrikplanung,

und Produktionsanlagen decken dabei einen weiten Anwendungsbereich ab, der von der variantenreichen Produktion von Kleinserien bis zur getakteten Fertigung von Großserien und von der Neuplanung von Fabriken bis zur Optimierung bestehender Produktionssysteme reicht. Die drei Schlüsselbegriffe Steigerung der logistischen Leistungsfähigkeit, Beherrschung der Variantenvielfalt und Erhö-

hung der Wandlungsfähigkeit spielen dabei für die Arbeit des IFA eine herausragende Rolle.

## *Steigerung der logistischen Leistungsfähigkeit*

Empirische Studien zeigen: Unternehmen mit kurzen Lieferzeiten wachsen schneller als ihre Konkurrenten und erzielen



höhere Gewinne. Neben der Lieferzeit gewinnt die Liefertreue, also die Einhaltung zugesagter Liefertermine, zunehmend an Bedeutung. Sie ist gleichberechtigt mit Faktoren wie Produktqualität und Preis ein Schlüsselfaktor für den Wettbewerb der kommenden Jahrzehnte. Trotz dieser hohen Bedeutung der logistischen Leistungsfähigkeit nutzen nur wenige Unternehmen das vorhandene Potenzial, um Durchlaufzeiten zu verkürzen und die Termintreue zu erhöhen. Sie werden darin durch die marktüblichen PPS-Systeme auch nicht unterstützt. Zudem fehlt häufig das Grundwissen um die logistischen Zusammenhänge. Hier setzen die produktionslogistischen Modelle des IFA an. Sie bilden die funktionalen Zusammenhänge zwischen den logistischen Zielgrößen ab und zeigen damit die Stellgrößen zur Verbesserung der logistischen Zielerreichung auf. Schon in den siebziger Jahren entwickelten Mitarbeiter des IFA das **Durchlaufdiagramm** zur dynamischen Abbildung der Abläufe an Arbeitssystemen und konnten so frühzeitig den herausragenden Einfluss des Fertigungsbestandes auf die Durchlaufzeiten nachweisen. Ein weiterer Durchbruch gelang mit der Entwicklung logistischer **Produktionskennlinien**. Diese beschreiben den Zusammenhang zwischen dem Bestand und der Auslastung bzw. Leistung eines Arbeitssystems. Das Durchlaufdiagramm und die logistischen Kennlinien konnten in zahlreichen Industrieprojekten erfolgreich angewendet werden. Vielen Unternehmen gelang es so, ihre Durchlaufzeiten erheblich und dauerhaft zu verkürzen. Durchlaufdiagramm und Kennlinientheorie konnten darüber hinaus erfolgreich auf Lagerprozesse übertragen werden. Zukünftig sollen komplette und unternehmensübergreifende Prozessketten, Produktionsinseln und Transportprozesse mit Hilfe logistischer Kennlinien geplant und gesteuert werden können. Die Kompetenz in der Modellierung bildet die Basis für die Entwicklung von Verfahren der Produktionsplanung und -steuerung. Die **Belastungsorientierte Auftragsfreigabe** nutzte als erstes Fertigungssteuerungsverfahren den Einfluss des Fertigungsbestandes auf die Durchlaufzeit und hilft noch heute - 20 Jahre nach der Vorstellung - vielen Unternehmen, kurze und sichere Durchlaufzeiten in der Fertigung zu gewährleisten. Jüngste Steuerungsverfahren betonen die Dezentralisierung der Fertigungssteuerungskompetenz. **Dewip**, die dezentrale bestandsorientierte Fertigungsregelung,

verknüpft die Arbeitssysteme einer Fertigung ähnlich einer Kanban-Steuerung mit Bestandsregelkreisen. **Preis-Liefertermin-Relationen** ermöglichen es, die Fertigung mit Hilfe von **Agenten** zu steuern.

### *Beherrschung der Variantenvielfalt*

Kaum ein Thema erfährt sowohl in der betrieblichen Praxis als auch in der universitären Forschung gleichermaßen eine so hohe Beachtung wie die Erhöhung der Variantenvielfalt. Sie ermöglicht es, die Kundenbedürfnisse immer besser zu erfüllen, stellt aber gleichzeitig die Produktionsunternehmen vor erhebliche Probleme: Die zunehmende Variantenvielfalt erschwert die Absatzprognose und erhöht die Komplexität in der Produktion. Das IFA verfolgt mehrere Ansätze, um die Chancen der Variantenvielfalt zu nutzen und den entstehenden Problemen in der Produktion zu begegnen. Ein sehr vielversprechender Ansatz ist dabei die aktive Definition des Variantenentstehungspunktes, d. h. des Punktes, an dem aus einem variantenneutralen Halbfertigteil ein variantenspezifisches Produkt wird. Das IFA entwickelt eine Methodik, die überkommene Trennung zwischen Fertigung und Montage aufzuheben und variantenbildende Fertigungsprozesse in die produktionstechnische Endstufe zu integrieren und sie teilweise am montierten Produkt durchzuführen. Dies ermöglicht minimale Lieferzeiten selbst für kundenindividuelle Produkte und damit eine Bestellung „per Mausklick“ über das Internet.

In den letzten 50 Jahren konnten deutlich höhere Produktivitätsverbesserungen durch organisatorische Verbesserungen erzielt werden als durch technische Fortschritte. Die Methoden des IFA umfassen deshalb alle Phasen von der Layoutgestaltung bis zum Betrieb der Anlage, wo Verkettungsverluste visualisiert, Schwachstellen identifiziert und die Einflüsse von Umrüst- und Instandhaltungsvorgängen aufgezeigt werden.

### *Erhöhung der Wandlungsfähigkeit*

Die Dynamik des betrieblichen Umfeldes hat eine derart hohe Geschwindigkeit erreicht, dass statische Konzepte den Bestand eines Unternehmens gefährden. Die Wandlungsfähigkeit einer Fabrik wird damit zu einer strategisch entscheidenden Zielgröße der Fabrikplanung. Sie darf sich nicht mehr auf den Fabrikbe-

trieb, also z. B. auf die Vereinbarung flexibler Arbeitszeitmodelle, beschränken, sondern muss die Fertigungsstruktur selbst beinhalten. Um Produktionsunternehmen die Entwicklung einer hohen Wandlungsfähigkeit zu erleichtern, entwickelt das IFA eine Systematik, die Bausteine und Elemente der Wandlungsfähigkeit benennt und mit Lösungsalternativen verknüpft. Mit der Dynamik des Umfeldes verliert die Fabrikplanung zudem den Charakter einer Einmalplanung. Planungsfrequenz und Planungsgeschwindigkeit nehmen zu. Eine klare Planungssystematik und die Modellierungskompetenz ermöglichen es dem IFA, in kurzer Zeit zukunftsrobuste Fabrikstrukturen und Logistikkonzepte zu entwerfen und auszulagern. Hierbei profitiert es von der eigenen Wandlungsfähigkeit: Seit mehr als 20 Jahren werden unter der Leitung von Professor Wiendahl auch innerhalb des Instituts modernste Organisationsprinzipien praktiziert. Die Fachgruppen und ihre etwa 20 Mitarbeiter organisieren sich eigenverantwortlich unter Verzicht auf hierarchische Strukturen und bilden fachgruppenspezifische Kompetenzen aus. In Industrieprojekten werden dann fachgruppenübergreifende Projektteams gebildet, die die erforderlichen Kompetenzen bündeln. Auf diese Weise können kundenspezifische Anforderungen umfassend und dennoch aufwandsarm erfüllt werden.

Hermann Lödding, IFA

#### *Literaturhinweise*

Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien. Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1999.

Wiendahl, H.-P.: Fertigungsregelung. Logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen auf Basis des Trichtermodells. 2. Aufl. - München, Wien: Hanser, 1997.

Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 4. Auflage - München, Wien: Hanser, 1997.

# Mit Hochgeschwindigkeit zum Erfolg

Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsbearbeitung setzen neue Maßstäbe in der spanenden Fertigung. Wie bereits verschiedene Untersuchungen im industriellen Umfeld gezeigt haben, lässt sich durch die Einführung dieser Technologien eine erhebliche Verkürzung der Fertigungszeiten sowie eine Reduktion der Fertigungskosten erzielen.

In den letzten Jahren hat die Forschung auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsbearbeitung enorme Weiterentwicklungen erfahren. Die industrielle Umsetzung der Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsbearbeitung und somit die effektive Ausnutzung aller Vorteile dieser neuen Technologie bringt neue Anforderungen mit



Parallelkinematische Maschinen sind auf dem Sprung von der Forschung in die Industrie.

sich, erweist sich aber dennoch als sehr erfolgversprechend. Bei der Nutzung dieser Technologien steigen die Anforderungen an alle Teilsysteme der Produktion immens. Zum einen ist in der gesamten

Prozesskette (Konstruktion, NC-Programmierung, Arbeitsplanung und Fertigung) ein Wissenstransfer bezogen auf die Anforderungen und Möglichkeiten dieser neuen Technologien notwendig, zum anderen muss im Bereich der Fertigung selbst die Entwicklung von Werkzeugen und der Technologie für den speziellen Anwendungsfall erfolgen. Letztendlich ist die Entwicklung von hochdynamischen Werkzeugmaschinen für eine Umsetzung dieser neuen Technologien unerlässlich.

Am Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen der Universität Hannover (IFW) arbeiten Wissenschaftler in den drei Bereichen Fertigungsorganisation, Fertigungsverfahren sowie Maschinen und Steuerungen gemeinsam an dieser Thematik. Ein ständiger Informationsaustausch zwischen den Bereichen Planung, Technologie und Maschinenentwicklung gewährleistet hierbei die Optimierung der gesamten Prozesskette.

## *Höhere Geschwindigkeit - schnellere Maschinen*

Die Forderung nach fortschreitender Verkürzung der Bearbeitungszeit führt zwangsläufig zu Maschinen, die möglichst hohe Verfahrensgeschwindigkeiten bei extremen Achsbeschleunigungen zulassen. Dies gilt gleichermaßen für die spanende wie auch für die nicht spanende Bearbeitung. Neuere Entwicklungen im Bereich der Bearbeitungszentren zeigen, dass nicht nur durch den Einsatz modernster Antriebstechnik, sondern in glei-

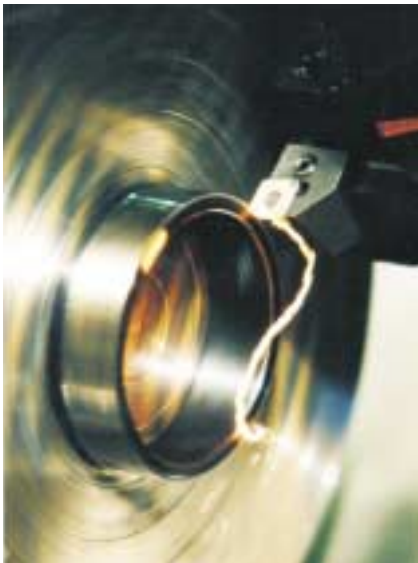
chem Maße durch die Anwendung neuer Maschinenstrukturen und Maßnahmen zur Reduzierung bewegter Massen eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit erreicht werden kann.

Bekanntermaßen bedeutet Hochgeschwindigkeitsbearbeitung gegenüber konventionellen Bearbeitungsstrategien eine deutliche Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit. Diese muss aber mit einer ebenso deutlichen Steigerung der Achsdynamik einhergehen. Dieser Zusammenhang bewirkt, dass im Rahmen der konstruktiven Neugestaltung nachfolgender Generationen von Werkzeugmaschinen auch unkonventionelle Varianten betrachtet werden müssen. Bei den auftretenden erhöhten dynamischen Belastungen der Maschinenkomponenten infolge extremer Achsbeschleunigungen muss die Maschinenstruktur entsprechend angepasst werden. Einen vergleichsweise neuen Ansatz stellt die Entwicklung paralleler Kinematiken im Bereich der Werkzeugmaschinen dar. Auch auf diesem Gebiet werden im IFW umfangreiche Forschungsaktivitäten im Bereich der Konstruktion, Berechnung und Kalibrierung durchgeführt. Durch die ganzheitliche Betrachtungsweise des Systems Werkzeugmaschine wird im Bereich der seriellen Kinematiken derzeit die Linearmagnetführung als ein gänzlich neues Maschinenelement untersucht. Es wird an der Entwicklung einer Prototypmaschine gearbeitet, in der sich diese neuartige Technologie wiederfinden soll. Die herausragenden konstruktiven Eigenschaften liegen in der Kombination der

Linearmagnetführung mit Lineardirektantrieben. Im Rahmen dieser Maschinenentwicklung wird eine Vielzahl der am Institut zur Verfügung stehenden Konstruktionshilfsmittel eingesetzt. So wurde z. B. unter Berücksichtigung der im Betrieb auftretenden Lasten mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) eine Struktur- und Formauslegung durchgeführt.

### *Werkzeuge und Technologie für die Hochleistungserspanung*

Neben der Maschinenentwicklung beschäftigt sich das IFW im Bereich Fertigungsverfahren mit der Entwicklung von Werkzeugen und der Technologie für die Hochleistungs- und Hochgeschwindigkeitsbearbeitung. Die Forschungsarbeiten befassen sich zum einen mit der Entwicklung der Schleiftechnologie für neuartige Schneidstoffe und der Entwicklung von Beschichtungen für die Schneidstoffe, zum anderen werden Werkzeuge für die Hochleistungserspanung direkt am IFW hergestellt, um eine Entwicklung



**Hochleistungserspanung im Einsatz**

von Werkzeuggeometrien für die Bearbeitung unterschiedlichster Werkstoffe zu ermöglichen. In direkter Kooperation mit Werkzeugherstellern werden in Forschungsarbeiten angepasste Prozessführungen und neuartige Abrichttechnologien für die Schleifbearbeitung entwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung der Technologie für die Hochleistungs- und Hochgeschwindigkeitsbearbeitung. Der Einführung dieser Technologien in der industriellen Praxis stehen jedoch häufig mangelnde Kenntnisse der besonderen Anforderungen dieser Technologien an Werkzeuge, Prozessführung und Werkzeugspanntechnik entgegen. In einem Projekt bei einem

Industriepartner aus der Luft- und Raumfahrttechnik wurde die Hochleistungsbearbeitung von Aluminiumlegierungen eingeführt. Die Arbeit umfasste die Entwicklung von Werkzeugen, der Werkzeugspanntechnik und der Prozessführung für die notwendigen Bearbeitungsverfahren Bohren, Reiben und Fräsen. Schon während der Laufzeit des Projektes wurde die Produktion auf die neue Technologie umgestellt und es konnten Bearbeitungszeitverkürzungen auf weniger als 50% der konventionellen Fertigung realisiert werden. Des Weiteren ist das IFW in einige Forschungs- und Industrieprojekte eingebunden, die sich mit der Hochgeschwindigkeitserspanung von Stahl- und Gusswerkstoffen beschäftigen. Die Kombination der Bereiche Werkzeugherstellung und Werkzeugeinsatz ermöglicht eine schnelle Entwicklung von Hochleistungswerkzeugen für spezielle Anwendungsfälle. Insbesondere im Bereich der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung ist diese Kombination unerlässlich, da für die Ausnutzung aller Möglichkeiten dieser Technologien der Einsatz von Standard- oder Allroundwerkzeugen nicht in Frage kommt. Sowohl für die Charakterisierung der hergestellten Werkzeuge als auch für die Überprüfung der Qualität der gefertigten Bauteile kommt dem Bereich der Analyse bei Hochleistungserspanprozessen eine erhöhte Bedeutung zu. Neben der Analyse der Form- und Maßgenauigkeiten sowie der Oberflächenqualität hat die Randzonenanalyse am IFW einen großen Stellenwert.

### *Neue Ansätze der NC-Programmierung für eine effektive spanende Bearbeitung*

Durch die Einführung der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung (HSC) und der Generierung des für die Bearbeitung erforderlichen NC-Codes durch Kopplung an CAD/CAM-Systeme konnten große Verbesserungen beim Fräsen bezüglich der Oberflächenqualität der bearbeiteten Bauteile und der Effizienz des Produktionsprozesses erzielt werden. Allerdings müssen für den effektiven Einsatz der Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsbearbeitung häufig neue Wege der NC-Programmierung beschritten werden. So werden heutzutage die komplex geformten Funktionsflächen von Gasturbinen und Pumpenlaufrädern mit Kugelkopffräsern erzeugt. Dies hat eine schlechte Oberflächengüte (Fräsritzen) und lange Bearbeitungszeiten zur Folge. Neue Entwicklungen setzen Schaftfräser für diese Operationen ein. Durch das Fräsen mit der Flanke des Werkzeugs werden bedeutend bessere Oberflächengüten und weit aus kürzere Bearbeitungszeiten realisiert. Die entsprechend aufwendigen Algorithmen

zur Ermittlung idealer Werkzeugwege für das Flankenfräsen werden derzeit am IFW entwickelt und in einem Software-Modul umgesetzt, das mit beliebigen CAM-Systemen gekoppelt werden kann. Des Weiteren kommt es beim Fräsen von tiefen Hohlformen für Ur- und Umformwerkzeuge aufgrund der dort häufig eingesetzten schlanken Fräswerkzeuge und der zum Teil ungünstigen Eingriffsbedingungen zu einer Abdrän-



**Neue Ansätze in der NC-Programmierung ermöglichen eine effektivere Bearbeitung.**

nung des Fräasers. Dies führt zu einem Aufmaß am Werkstück, was z.B. die Passgenauigkeit der Formen vermindert und eine aufwendige manuelle Nacharbeit nach sich zieht. Zur Kompensation dieser Abweichung wird die Durchbiegung eines sich im Eingriff befindlichen Fräsers rechnerisch ermittelt und der NC-Datensatz entsprechend automatisch korrigiert. Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung der Bearbeitungsqualität beim Schlichten von Freiformflächen und zur Verkürzung der Bearbeitungsdauer ist die Integration der Feinbearbeitung in ein Hochgeschwindigkeits-Fräsbearbeitungszentrum. Für Flächen mit kleinen Radien ist der Einsatz von kleinen Schleifscheiben und -stiften vorgesehen, für mittlere und große Radien wird ein Bandschleifmodul entwickelt. Allerdings bringt es die Neuartigkeit dieses Ansatzes mit sich, dass vorhandene CAD/CAM-Systeme keine Unterstützung für die Generierung von schleifspezifischen Verfahrenswegen bieten, weshalb auch für diesen Anwendungsfall ein Software-Modul entwickelt wird, das die für den Schleifprozess typischen Randbedingungen berücksichtigt.

**Philipp Andrae, Christoph Lapp, Michael Zwick, IFW**





Schmiedeteile, beispielsweise  
Zahnräder, werden im IFUM  
endkonturnah geschmiedet.

## *Umformung nach Maß - Höchste Präzision im Umformprozess*

Unternehmen müssen heute nicht nur auf die Evolution etablierter Verfahren setzen, sondern verstärkt neuartige Fertigungsprozesse und -abläufe schaffen. Bei modernen Hochleistungsbauteilen rücken dabei endkonturnahe Umformverfahren als wirtschaftliche Alternative mit kurzen Durchlaufzeiten zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses.

Die steigenden Anforderungen an Form- und Maßgenauigkeit umformtechnisch hergestellter Bauteile erfordern auch im Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Universität Hannover (IFUM) eine engverzahnte Zusammenarbeit der unterschiedlichen Disziplinen. Dabei ermöglichen die kurzen Informationswege zwischen den einzelnen Abteilungen mit ihren jeweiligen Fachkräften eine schnelle und sichere Bearbeitung

von Industrie- und Forschungsaufträgen in den Bereichen der Massiv- und der Blechumformung.

### *Industriennahe Forschung in der Schmiedeteilherstellung*

Die überwiegende Zahl der Schmiedebetriebe sind klein- und mittelständische Unternehmen. Nur selten verfügen diese über eigene Forschungs- und Entwick-

lungsabteilungen. Aus dem Grund bietet das IFUM Schmiedeunternehmen Unterstützung bei der Auslegung neuer Prozessketten an. Die Prozesse werden am IFUM in intensiver Zusammenarbeit der Bereiche CA-Techniken, Schmieden und Numerische Simulation verkürzt und untersucht. Der Weg von der Zeichnung zum fertigen Bauteil beginnt mit der Auslegung einer umformgerechten Teilengeometrie. Die Gestaltung des Schmie-

details, die Konstruktion der Werkzeuge und die eventuelle Auslegung von Vorformgeometrien wird durch die Abteilung für CA-Techniken realisiert. Dies geschieht durch selbstentwickelte Programmmodule, die in die gängigen CAD-Systeme integriert wurden. Zur Optimierung der Umformung wird bereits im Vorfeld des Werkzeugbaus sowie zur frühzeitigen Erkennung nicht erreichbarer Zielgrößen (Formfüllung, Gratbildung, Kraftbedarf) der Prozess ohne experimentellen Aufwand mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) simuliert und die Stadienfolge ausgelegt. Dies geschieht in der Abteilung für Numerische Methoden mit Hilfe von kommerziellen Programmen, die entsprechend modifiziert wurden. Durch eine thermomechanisch gekoppelte Analyse besteht die Möglichkeit, die einzelnen Prozessabschnitte, angefangen von der Erwärmung des Rohteils bis hin zur Abkühlung auf Raumtemperatur, zu simulieren, um beispielsweise Schmiedeteilschrumpfungen oder finale Bauteileigenschaften vorherzusagen und damit den „Trial and Error“ zu minimieren. Unter Federführung der Abteilung Schmieden erfolgt nun Hand in Hand mit Simulation und CA-Techniken die abschließende Konstruktion sowie der Bau der Schmiedewerkzeuge. Die Fertigung der Werkzeuge wird im IFUM durch einen hochspezialisierten und erfahrenen Werkzeugbau durchgeführt.

In der Regel sind in Produktionsbetrieben wegen der starken Maschinenauslastung Versuche mit neuen Technologien nur schwer möglich. Die externe Durchführung der notwendigen Versuche im IFUM stellt deshalb eine ökonomisch sinnvolle Alternative dar. Im IFUM werden unter Anwendung moderner, PC-basierter Messtechnik sowie unter Einbeziehung von Methoden der statistischen Versuchsplanung Nullserien beispielsweise von Zahnrädern geschmiedet und Prozessfenster zum industriellen Einsatz des untersuchten Schmiedeverfahrens definiert. Dadurch können auch Angaben zur wirtschaftlichen Umsetzung und Hinweise für einen optimierten Fertigungsablauf gegeben werden. Insbesondere der prozessintegrierten Qualitätssicherung und der Optimierung des Anlaufverhaltens verketteter Systeme kommt hierbei eine steigende Bedeutung zu, da der industrielle Anwender zunehmend Wert auf eine gleichmäßig hohe, ganzheitlich dokumentierte Bauteilqualität im Großserienbetrieb legt.

### **Leichtbau - Kraftstoffeinsparung mit Hilfe der Blechumformung**

In der Automobilindustrie wird die Frage nach möglichst geringem Kraftstoffbedarf immer wichtiger, so dass im Karosseriebau gesteigerter Wert auf leichte Werkstoffe und eine geringe Blechstärke zur Einsparung von Gewicht gelegt wird. Da die Auslegung von neuen Tiefziehprozessen sehr zeit- und kostenintensiv ist, wird zur Reduzierung dieser beiden Faktoren am IFUM der Herstellungsprozess der passenden Tiefziehteile aus Feinblech vor der Produktion beim Hersteller theoretisch untersucht und experimentell erprobt. Dazu wird bei gleichzeitiger Optimierung der Formen zunächst der Umformvorgang mit Hilfe von numerischen Methoden simuliert. Basierend auf CAD-Techniken werden diese Daten für die FEM-Modelle zur Tiefziehprozesssimulation aufbereitet. Durch die Simulation können mögliche Fehler, wie Falten oder Risse, noch vor der Fertigung erkannt und vermieden werden. Die Kosten für eine Fahrzeugkarosserie können somit möglichst gering gehalten werden. Ausgehend von der optimierten Ziehteilauslegung trifft die Abteilung Blechumformung des IFUM die Auswahl von Werkstoffen und geeigneten Umformverfahren für den Fertigungsprozess. Die Grundlage bei der Werkstoffauswahl bilden u. a. Untersuchungen mit modernen Leichtbauwerkstoffen wie Aluminium, Magnesium und Titan neben höherfesten Stahlwerkstoffen. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt in der Untersuchung von Tailored Blanks.

Die Abteilung Umformmaschinen liefert das Know-how für eine direkte Erfassung der Daten des Tiefziehprozesses und der Schneidoperationen im Werkzeug. Hierbei werden ebenfalls Funktionen zur Überwachung der Umformmaschine für die Erhöhung der Prozesssicherheit realisiert.

Um sowohl den Umformprozess als auch das Verhalten der Umformmaschine während des Fertigungsprozesses zu analysieren und Veränderungen im Prozess- oder Maschinenverhalten erkennen zu können, ist eine Prozess- und Maschinenüberwachung erforderlich. Mit Hilfe derartiger Überwachungssysteme kann die Maschinenverfügbarkeit erhöht und eine gleichbleibende Fertigungsqualität erreicht werden. Eine abschließende Kontrolle der Ziehteilqualität mit einem optischen 3D-Messsystem gewährleistet eine konstant hohe Bauteilqualität hinsichtlich der Formabweichungen und der Dehnungsverteilungen. Diese Qualitätskontrollen garantieren die Präzision der im IFUM entwickelten Umformverfahren, die sowohl für weitere Forschungsvorhaben, als auch für die Produktion in der Industrie genutzt werden können.

Das große Wissenspotenzial der einzelnen Abteilungen des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen wird optimal bei der Betrachtung der Prozessketten genutzt - sowohl im Bereich des Präzisionsschmiedens als auch in der Blechumformung. Durch die interdisziplinäre Verknüpfung ergeben sich Synergieeffekte, die z. B. im Rahmen von neuen Forschungsvorhaben oder bilateralen Industriekooperationen umgesetzt werden können.

**Bianca Springub, IFUM**

**Die Produktion von Tiefziehelementen, hier z. B. beim VW-Golf, kann durch den Einsatz neuester Umformtechnologien besonders effizient gestaltet werden.**



Foto Thyssen Krupp Stahl AG

# Mehr als nur neue Werkstoffe

Auch im Bereich der Werkstoffentwicklung und -verarbeitung fragt die Industrie immer häufiger Komplettsysteme nach. Das Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover stellt deshalb sowohl Kompetenzen auf der Seite der Werkstoffentwicklung als auch für Handhabungs- und Verarbeitungssysteme bereit.

Aus der Geschichte ist bekannt, dass die richtige Werkstoffwahl der Grundstein zum Gelingen vieler Vorhaben, z. B. einer Jagd oder eines Feldzugs ist. Die in vielen ihrer Feldzüge siegreichen Römer konnten sich in der Waffentechnik deutliche Vorteile gegenüber ihren Gegnern verschaffen, da sie, ob bewusst oder unbewusst, die Fertigkeit besaßen, ihre aus Stahl gefertigten Spitzen der Speere zu

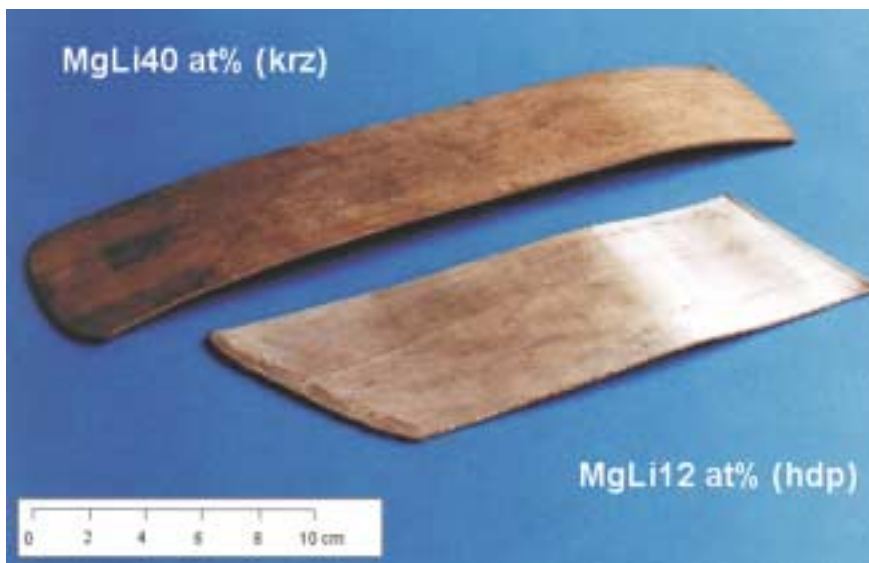
der für intelligente neue Werkstoffe: z. B. das viel diskutierte Drei-Liter-Auto, bei dem nur durch anforderungsangepasste Werkstoffauswahl die notwendige Gewichtsreduzierung erreicht wird.

Betrachtet man den Zeitraum historischer Legierungsentwicklung, beispielsweise die Bronzezeit in Norddeutschland von etwa 1500 bis 600 v. Chr., so umfasst

heute aufgrund der Analyse- und Prüftechnik recht genaue Kenntnisse über den Einfluss der Legierungselemente auf die Werkstoffeigenschaften vorhanden. Die Struktur des Instituts erlaubt es, Werkstoffuntersuchungen von der gießtechnischen Herstellung bis hin zur Analyse mit allen erforderlichen Zwischenschritten selbst durchzuführen. In Kooperationen mit Industriepartnern wird dies als besonderer Vorteil angesehen, da hierdurch eine flexible und konsequente Bearbeitung aus einer Hand gewährleistet ist.

Die Gießereien des Instituts für Werkstoffkunde sind sowohl für die Verarbeitung von Schwermetallen als auch von Leichtmetallen ausgerüstet. Im Bereich der Leichtmetalle sind für den Magnesiumguss die gängigen Gießtechniken von Sandguss über den Schwerkraftkokillenguss bis hin zum für die Magnesiumverarbeitung am weitesten verbreiteten Druckguss installiert. Neben den Gießtechniken für Magnesium-Standardlegierungen werden besondere Verfahrenstechniken zur Handhabung von an Luft hochreaktiven Magnesium-Lithiumlegierungen entwickelt. Die durch Lithiumzugabe erzielbaren hervorragenden Werkstoffeigenschaften lassen den hohen Aufwand sinnvoll werden. So weisen im Institut für Werkstoffkunde gewalzte Mg-Li-Bleche sehr geringe Dichten von bis zu 1,3 g/cm<sup>3</sup> auf.

Da das Institut für Werkstoffkunde kein produzierender Betrieb ist, beschränken sich die Bauteilgrößen auf den Labormaßstab. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Untersuchungen werden in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern auf tatsächliche Bauteilgrößen bzw. Losgrößen umgesetzt. Um aussagekräftige Angaben über die Eigenschaften der her-



Im Institut für Werkstoffkunde hergestellte Bleche aus Mg-Li-Legierungen weisen ein Gewicht von nur 1,3 g/cm<sup>3</sup> auf.

härten, die Schäfte dagegen im weichen, verformbaren Zustand zu belassen. Das Eintauchen der Speerspitzen in kaltes Wasser nach dem Schmieden, ursprünglich dazu gedacht, die lange Abkühlzeit nach der Bearbeitung zu verkürzen, ließen den Werkstoff sehr hart werden. Die heutige Werkstoffentwicklung hat keinen kriegerischen Charakter. Vielmehr gibt es eine ganze Reihe ziviler Betätigungsfel-

diese eine Zeitspanne von rund 900 Jahren. Heute ist die damals gängige zufällige Legierungsentwicklung im Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover durch eine gezielte Legierungsentwicklung ersetzt. Dadurch hat die Werkstoffentwicklung deutlich an Schnelligkeit gewonnen. Waren die Effekte der einzelnen Legierungselemente in der damaligen Zeit weitgehend unbekannt, so sind



gestellten Werkstoffe machen zu können, werden dem Werkstoff angepasste Wärmebehandlungen entwickelt und in den entsprechenden Öfen durchgeführt. Da



Bauteile wie das hier gezeigte sandgegossene Getriebegehäuse aus einer Magnesiumlegierung werden zunächst im Labormaßstab untersucht, bevor sie in der tatsächlichen Größe industriell hergestellt werden.

nicht alle Werkstoffe später im Gusszustand eingesetzt werden, schließen sich der Wärmebehandlung unterschiedliche Umformverfahren an, von denen im Institut das Walzen und Strangpressen durchgeführt werden können. Die aus den umgeformten Materialien hergestellten Probenkörper werden in der im Hause angesiedelten akkreditierten Materialprüfanstalt auf ihre Materialkennwerte hin überprüft.

#### Über die Werkstoffentwicklung hinaus

Neben der Entwicklung neuer und der Weiterentwicklung bekannter Werkstoffe haben sich weitere Tätigkeitsbereiche aufgetan, die zu einer Ausdehnung des Instituts auf weitere innovative Arbeitsfelder geführt haben.

So konstituierte sich unter Beteiligung des Instituts für Werkstoffkunde im Jahr 1986 das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH), dessen besondere Stärke in der fachlichen Verknüpfung physikalischer und ingenieurtechnischer Bereiche liegt.

Bekannte Bearbeitungstechniken lassen sich nicht immer auf die neu entwickelten Werkstoffe und Verbundwerkstoffe anwenden. Aus diesem Grunde befasst sich die Fachgruppe JetCutting bereits seit über 35 Jahren mit der Weiterentwicklung der Wasserstrahl-schneidtechnik, die ihren Ursprung in der Reinigungstechnik hat. Mit dieser Technik können problemlos Stahl, Gummi und Beton in mehrschichtigen Verbunden geschnitten werden. Zur Förderung der Anwendung der Wasserstrahlen in Industrie und Entwicklung wurde im Jahre 1991 der Arbeitskreis Wasserstrahltechnologie (AWT) gegründet.

Das Unterwassertechnikum Hannover (UWTH) ist als Teilbereich des Instituts für Werkstoffkunde im Jahre 1997 ausgegliedert worden, da seine umfangreiche apparative Ausstattung nicht mehr in den vorhandenen Räumen Platz fanden. Mehr als zwanzig Jahre erfolgreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Instituts für Werkstoffkunde auf den Gebieten der Schweiß-, Schneid- und Handhabungstechnik im Unterwasserbereich gingen der Einweihung des UWTH voraus. Techniken und Technologien aus dem UWTH wurden und werden im europäischen Rahmen z.B. für den Rückbau des Blocks A der Kernkraftwerke Gundremmingen, der Energiewerke Nord in Greifswald oder des spanischen Forschungsreaktors JEN-1 in Madrid eingesetzt.



Mit dem Unterwasserroboter Tribun beteiligt sich das Institut für Werkstoffkunde an der Weltausstellung EXPO 2000.

In Greifswald ist ein weiterer ausgegliederter Teilbereich des Instituts für Werkstoffkunde angesiedelt: die Forschungs- und Ausbildungsstelle Unterwasser- und Umwelttechnik Greifswald (UTEG). Hier werden an einem vollständigen, jedoch nie in Betrieb genommenem Kernreaktor Zerlegetechniken erprobt und z.B. für oben genannte Rückbauarbeiten zur Einsatzreife gebracht.

Als Beispiel für das Engagement in der Industrie und damit der Fertigung steht die Howaldtswerke-Deutsche Werft AG (HDW) als langjähriger Partner. Zum interessanten Arbeitsfeld maritimer Technik gehört auch das zukunftssträchtige Thema des Rückbaus von Offshore-Strukturen. Ein weiteres Arbeitsgebiet des Instituts sind Fragen der Wartung und Reparatur von technischen Bauwerken in

Binnengewässern, Hafenanlagen und in Küstenregionen.

Mit dem dezentralen EXPO-Projekt „Tribun“ stellt das Unterwassertechnikum Hannover einen fernhantierbaren Unterwasserroboter vor. Hinter Tribun verbirgt sich ein Teilautonomes Robotersystem für Inspektion und Bearbeitung im Unterwasserbereich, das für Arbeiten in großen Tiefen und unter extremen Bedingungen, die für den Menschen gefährlich sind, eingesetzt werden kann.

#### Von der Speerspitze zu kompletten Handhabungssystemen

War die Werkstoffentwicklung früher dadurch geprägt, in der Waffentechnik eine besondere Gefährdung der Men

schen herbeizuführen, so hat sich das Bild heute gewendet. Heute dient die Werkstoffentwicklung in erster Linie dem Wohle des Menschen: der Steigerung des Komforts oder - beispielsweise durch Einsatz fernhantierbarer Systeme - der Minimierung von Belastungen.

Dirk Bormann, IW

Der Unterwasser-Roboter Tribun kann während der EXPO 2000 Dienstags und Donnerstags im Unterwassertechnikum Hannover besichtigt werden.

Die Anmeldung zur Besichtigung erfolgt über die Website des UWTH ([www.uwth.uni-hannover.de](http://www.uwth.uni-hannover.de)).



# Optimales Zusammenspiel

Potenziale erschließen sich heute für die Industrie vor allem aus einem optimalen Zusammenspiel von Produktionstechnologie, Rechnerintegration und Produktionsmanagement. Erst diese Kombination sichert die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Produktionsunternehmen.

Die Just-In-Time-, Total-Quality-Management- und Kaizen-Welle ist längst über die deutsche Industrie hinweg geschwappt. Heute heißen die aktuellen Trends Supply-Chain-Management und Electronic Business. Während die Wissenschaft immer neue Themen aufgreift, bleiben die noch nicht aufgearbeiteten Probleme in der Produktion meist unverändert bestehen. In der Praxis

durchgeführte, lokale Verbesserungsansätze - beispielsweise der Einsatz hochautomatisierter Bearbeitungsmaschinen und neuer Bearbeitungsanlagen oder eine bestandslose Fertigung mit Losgröße 1 - führen oft genug nicht zum gewünschten Erfolg. Der „intelligente“ Weg ist das gleichzeitige Heranführen des Produktionssystems an seine Grenzen aus organisatorischer, technologi-

scher und informationstechnischer Sicht. Doch solch ein ganzheitlicher Ansatz erfordert auch die Integration des nötigen Fachwissens, um zum Erfolg zu führen.

An der Integration von Technologie, Informationstechnik und Organisation zu einem Gesamtansatz arbeitet das IPH für seine Kunden bereits seit über zehn Jahren. Die Vision der 34 Projektengineure



ist die ganzheitliche Gestaltung von Produktionssystemen. Dabei muss dieses Ziel von drei Seiten angegangen werden. Auf der organisatorischen Seite beschäftigen sich Logistikexperten mit neuen Wegen zur Schaffung reaktionsschneller Auftragsabwicklungssysteme. Die größten Zeitgewinne werden - das zeigt die Erfahrung aus zahlreichen Projekten - bei einer strikten Vereinfachung der Produktionsstrukturen erzielt. Durch die Einführung von Fertigungsinseln waren beispielsweise in einem Unternehmen Durchlaufzeitverkürzungen und Bestandsreduzierungen um 70% realisierbar. Oft helfen aber auch schon kleine dispositive und ablauftechnische Veränderungen, den Druck aus der Produktion



Durch neuartige Produktionstechnologien wie dem endkonturnahen Schmieden im geschlossenen Gesenk lassen sich Hochleistungsbauteile effizienter produzieren.

zu nehmen. Dennoch reicht eine reine organisatorische Veränderung nicht aus, um einen Quantensprung in Richtung Effizienz und Reaktionsschnelligkeit zu bewirken. Das informationstechnische Rückgrat muss dafür sorgen, dass notwendige Informationen zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort zur Verfügung stehen. Dabei ergeben sich entlang der gesamten Prozesskette produzierender Unternehmen vielfältige Einsatzfelder für rechnergestützte Systeme. Der Industrie steht heute dementsprechend eine Vielzahl kommerzieller IT-Systeme zur Verfügung. Standardsysteme - z. B. für die Unterstützung der Produktentwicklung, Qualitätssicherung, Planung und Steuerung - müssen jedoch nach den individuellen Bedürfnissen des einzelnen Unternehmens ausgewählt und an diese angepasst werden. Nur in den Fällen, in denen eine Standardlösung nicht ausreicht, um die erforderlichen Anforderungen zu erfüllen, werden branchen- oder kundenspezifische Softwarelösungen entwickelt und implementiert. Im IPH sind so bereits spezielle Anwendungen für Schmiedeunternehmen, Laserlohnfertiger und für den Werkzeug- und Formenbau entstanden.

Als dritter fundamentaler Bestandteil einer ganzheitlichen Gestaltung von Produktionssystemen besitzt aber auch die Weiterentwicklung von Produktionstechnologien einen entscheidenden Stellenwert. Deshalb ist die Bewertung neuer Herstellungsverfahren und deren Integration in Fertigungsketten ein wichtiger Arbeitsbereich des IPH. Auf dem Gebiet der Warmmassivumformung beispielsweise betreibt das IPH auch eigene Technologieentwicklungen. Dabei verkürzt der Einsatz von rechnergestützten Verfahren wie der Finite-Elemente-Methode die Entwicklungszeiten deutlich. Eine Optimierung der Geschäftsprozesse in den Schmiedebetrieben sorgt gleichzeitig für ein hervorragendes Zusammenspiel von Technologie, Rechnereinsatz und Organisation.

Der Erfolg des IPH gibt dem Ansatz der Zusammenführung von technologischem, informationstechnischem und produktionslogistischem Expertenwissen Recht. Bei der Entwicklung der kundenspezifischen Lösungen greift das IPH nicht nur auf die Erfahrung seiner Mitarbeiter aus Beratungsprojekten zurück, sondern auch auf methodische Arbeiten, die im Rahmen von anwendungsorientierten Forschungsprojekten entstehen. Auch dabei wird das IPH seinem Anspruch als innovativer Problemlöser für die produzierenden Unternehmen gerecht, da die Forschungsprojekte aktuelle Praxisprobleme aufgreifen und die Ergebnisse in Zusammenarbeit

mit den Unternehmen erarbeitet werden. Die Forschungsarbeit ist für das IPH eine wichtige Basis für eine qualifizierte Beratung der Kunden. In der Vergangenheit wurden z. B. durch die Ausrichtung von Arbeitskreisen langfristige Verbindungen zu Unternehmen aufgebaut, die sowohl bei forschungsrelevanten Fragestellungen als auch bei individuellen Beratungsaufgaben auf das Know-how des IPH zurückgreifen. Idealerweise bildet sich so ein fortwährender Kreislauf, in dem Forschungsergebnisse in anwendbare Lösungen für die Praxis münden und Praxisprobleme Anregungen für neue Forschungsprojekte liefern.

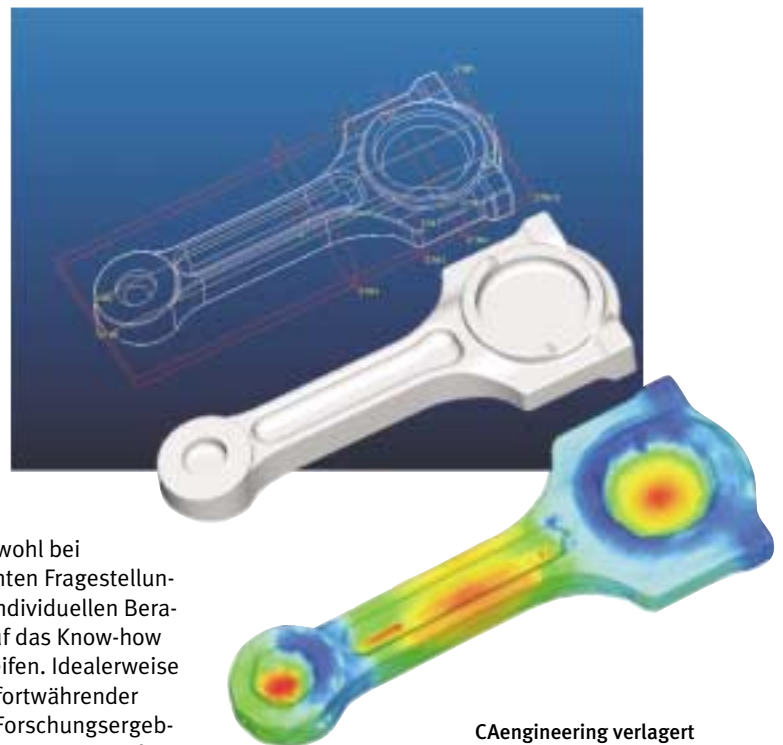
In Beratung und Forschung steht das IPH in enger Verbindung zu den produktionstechnischen Instituten der Universität Hannover - nicht zuletzt deshalb, da die Professoren Doege, Tönshoff und



Bei der Steuerung von Produktionsprozessen kann der Einsatz von IT-Systemen die logistische Leistungsfähigkeit deutlich erhöhen.

Wiendahl als geschäftsführende Gesellschafter des IPH den wissenschaftlichen Gedankenaustausch mit den Instituten unterstützen. Die Kooperation mit den Universitätsinstituten ermöglicht auch die gemeinsame Bearbeitung von Beratungsprojekten in der Industrie. So können Fach- und Methodenkompetenz zum Nutzen des Kunden gegenseitig ergänzt werden.

Axel Kerner, IPH



CAEngineering verlagert die Produktentwicklung in die digitale Welt.





Handgeführte Laserschneidsysteme lassen sich z.B. für das emissionsarme Schneiden bei der Demontage von Kraftwerken einsetzen.

## *Lasertechnik in moderne Produktionssysteme integrieren*

Zu den Arbeitsschwerpunkten des LZH gehört die Integration der Lasertechnik in moderne Produktionssysteme. Dabei gilt es, die Flexibilität des Lasers zu nutzen und Lasersysteme sowohl an die Erfordernisse und Bedingungen von neuen Material- und Prozessentwicklungen als auch an sich ständig wandelnde Produktionstechnologien anzupassen.

Anhand von Entwicklungen der jüngsten Zeit werden nachfolgend erfolgreiche Beispiele des Technologietransfers aus der Forschung in die Industrie aufgezeigt. Die Synergie zwischen den produktionstechnischen Instituten in Hannover - vor allem in den ‚lasernahen‘ Bereichen der Werkstoffkunde und Fertigungstechnologie - hat hierbei eine erhebliche Bedeutung für das LZH.

### *Flexibilität durch Prozesstechnik*

Ein Schwerpunkt der kundenorientierten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten

am LZH ist im Bereich des Laserschweißens und -schneidens zu finden. Dabei ist die Gestaltung von Produktionssystemen zu flexibilisieren und dadurch letztlich die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu erhöhen. Ein Beispiel einer Prozessentwicklung, die die Flexibilität des Lasers unterstreicht, ist ein neuartiges handgeführtes Lasersystem für das Schweißen oder Schneiden.

Da herkömmliche Lasersysteme zumeist an eine aufwendige Handhabungstechnik gebunden sind, sind wichtige wirtschaftliche Bereiche wie die Fertigung von

Einzelstücken, Großbauteilen und die Baustellenmontage bzw. Demontage mit der momentan verfügbaren Systemtechnik nur sehr schwer zu erschließen. Um den Programmier- und Bearbeitungsaufwand zu minimieren, ist es in vielen Fällen wünschenswert, ein handgeführtes Lasersystem zur Bauteilbearbeitung einzusetzen.

Insbesondere im Bereich der Fertigung von Kleinserien und Einzelteilen ist eine Flexibilisierung des Laserschweißens und -schneidens erforderlich. Beispiele hierfür sind die Produktion von Edelstahlbau-

teilen höchster Qualität (z. B. Großkücheneinrichtungen, Werbeträger etc.) und die Fertigung von Großbauteilen im Stahlbau oder im Behälterbau. Darüber hinaus sind auch auf Baustellen, beispielsweise bei der Fertigung und Montage von Treppengeländern, Blechverkleidungen oder Tragstrukturen Anwendungsfelder zu identifizieren. Das handgeführte Laserschneidsystem spielt vor allem bei der emissionsarmen Demontage z. B. von Kraftwerken oder Chemieanlagen eine wichtige Rolle.

Die Systeme zum Schweißen und Schneiden sind einfach über Lichtwellenleiter mit Nd:YAG-Lasern bis zu 2 kW anzuschließen. Wo notwendig, können die Laser auf einem LKW zur Einsatzstelle transportiert und dort angeschlossen werden. Durch diese erhöhte Transportfähigkeit ist der Einsatz von Laserquellen auch auf Baustellen und in Offshore-Bereichen etc. möglich.

### **Laserschweißen von neuen und ‚schwer fügbaren‘ Werkstoffen**

Ein weiterer Schwerpunkt der industrieorientierten Forschungsarbeiten ist im Bereich des Laserschweißens von neuen Werkstoffen zu finden. Durch ständig neue Werkstoffentwicklungen (Verbundwerkstoffe, Tailored Blanks oder Formgedächtnislegierungen) sind Innovationen in der Schweiß-Systemtechnik nötig, die die ganzheitliche Gestaltung von Produktionssystemen ermöglichen.

Durch intensive Forschungs- und Entwicklungsprojekte und vor allem durch die direkte Zusammenarbeit mit der Industrie verfügt das LZH über ein fundiertes Wissen bezüglich der Schweißbarkeit von neuen Materialien, einschließlich ‚schwer fügbaren‘ Werkstoffe. Dazu zählen nicht nur Magnesium/Aluminium-Legierungen oder Kohlenstoffstähle, sondern z. B. auch neuartige Werkstoffsysteme wie Aluminiumschäume oder Bleche aus hochfesten, thermomechanisch behandelten Stählen. Besonders interessant für die Automobilindustrie ist das Schweißen von Werkstücken aus Tailored Blanks (Platinen aus verschiedenen Materialien und/oder verschiedenen Stärken), die z. B. eine erhöhte Sicherheit (durch höherfeste Stähle im kritischen Bereich) bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung in unkritischen Bereichen ermöglichen.

Auch das Schweißen von Kunststoffen wird am LZH thematisiert. Aufgrund oft nicht ausreichender Qualität oder niedriger Prozessgeschwindigkeiten beim Kunststoffschweißen führte das LZH Forschungsaktivitäten mit diesem Werkstoff durch. Die Zielsetzung hierbei war die

Qualifizierung des Laserschweißens für unterschiedliche Modifikationen (eingefärbt/naturfarben) sowie verschiedene Glasfaseranteile und Materialdicken. Sowohl Zug- und Biegeversuche wie auch Dichtheitsprüfungen haben gezeigt, dass die Schweißnahtqualität hervorragend ist. Der Einsatz des Lasers zeichnet sich durch die berührungslose Einbringung der thermischen Energie sowie durch die hohe Flexibilität hinsichtlich unterschiedlicher Konturverläufe aus. Die günstige Preisentwicklung auf dem Diodenlasermarkt unterstützt hierbei die Einführung neuer laserbasierter Fertigungsprozesse in der Kunststoffbearbeitung, die bereits in anderen Industriebereichen durch hohe Effektivität und Qualität in den letzten Jahren zur Standortsicherung beigegeben haben.

### **Zeitersparnisse durch CAD/CAM-Techniken**

Auch im Bereich des Laserstrahlschneidens ist das LZH daran interessiert, die Entwicklung und Beachtung von CA-Technologien zu fördern, die einfach und kostensparend in existierende Produktionssysteme integriert werden können.

In der Blechbearbeitung hat sich der Laser längst vom Exoten zum universellen und flexiblen Standardwerkzeug entwickelt. Immer häufiger wird der Laserstrahl, geführt von Robotern oder Portalanlagen, zum Schneiden und Schweißen von Werkstücken mit dreidimensionaler Geometrie genutzt. Die gängige Methode zur Erstellung des NC-Programms ist jedoch noch immer das so genannte Teach-In, bei dem der Laserbearbeitungskopf Punkt für Punkt entlang der Schneidkontur geführt wird. Die Koordinaten werden in der NC-Steuerung der Anlage abgelegt, aus der sie während der tatsächlichen Bearbeitung abgerufen werden. Die Programmierung komplexer Bearbeitungsaufgaben mittels Teach-In kann leicht einige Stunden beanspruchen. Arbeitszeit, in der nicht nur der Maschinenbediener, sondern auch die Laseranlage gebunden ist.

Das LZH hat deshalb gemeinsam mit Industriepartnern ein Offline-Programmiersystem entwickelt, mit dem die Programmierung von der Laseranlage in den PC verlegt wird. Mit der Software **proLAS** werden die Schneidbahnen am CAD-Modell festgelegt. Das System

unterstützt den Datenimport in verschiedenen Formaten. Eine Fertigungssimulation stellt sicher, dass die spätere Bearbeitung kollisionsfrei abläuft.

Das System **proLAS** befindet sich seit einem Jahr in der industriellen Erprobung bei fünf europäischen Firmen, die den Laser zum Schneiden dreidimensionaler Werkstücke nutzen, darunter die Firma Mars Lasertechnik GmbH (Emleben). Mars Lasertechnik hat **proLAS** für die Programmierung von einer Unterschale für ein Geländefahrzeug der Firma DaimlerChrysler eingesetzt. Gegenüber einer Vorbereitungszeit von vier Stunden und einer Programmierzeit von sechs Stunden mit herkömmlichen Teach-In-Methoden, konnte mit **proLAS** die Vorbereitungszeit auf eine halbe Stunde und die Programmierzeit auf zwei Stunden reduziert werden. Dies bedeutet eine Zeitersparnis von 75%. Dadurch können Schneidaufträge höherer Komplexität angenommen und wirtschaftlich abgearbeitet werden. Ein Wettbewerbsvorteil, der sich schon während der Testphase bemerkbar machte.

Von den vielen anderen Aktivitäten des LZH, die die Integration der Lasertechnik in moderne Produktionssysteme fördern,



**Laserstrahlschweißen von Leichtmetallrädern**

ist hier die Aus- und Weiterbildung im Bereich der Lasertechnik zu erwähnen. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen ist es wichtig, dass gut ausgebildetes Fachpersonal an den Lasern arbeitet. Das LZH ist in Deutschland führender Anbieter von Kursen in der Lasertechnik und arbeitet derzeit an einem europäischen Projekt (Leonardo) mit dem Ziel, die Ausbildung von Laser-Fachkräften multimedial zu gestalten.

**Michael Botts, LZH**

# vorschau

Die nächste Ausgabe von *phi*  
erscheint im Oktober 2000



## ***Automobilproduktion und Zulieferindustrie***

Technologische und organisatorische  
Trends in der Automobilindustrie

Lasergestützte Fügetechnik  
für Leichtbaustoffe

Materialfluss- und Layoutplanung  
für Montageeinheiten

Leichtbau mit Magnesium

Umformung von Stahlfeinblechen

Strategisch orientierte Leistungstiefe  
in der Lieferkette

Werkzeug- und Formenbau

## ***Beteiligte Institute***

Institut für Fabrikanlagen  
der Universität Hannover

Institut für Fertigungstechnik  
und Spanende Werkzeug-  
maschinen der Universität Hannover

Institut für Umformtechnik  
und Umformmaschinen  
der Universität Hannover

Institut für Werkstoffkunde  
der Universität Hannover

IPH - Institut für Integrierte Produktion  
Hannover gemeinnützige GmbH

Laser Zentrum Hannover e.V.

