

# $\varphi$ phi

Produktionstechnik Hannover informiert



Foto Shell



Allzeit bereit



Steuerung á la carte



Dick aufgetragen

## Schneller Produzieren

# inhalt

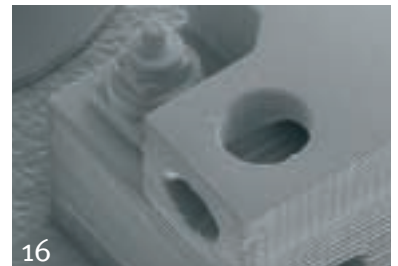
- 3 *Produktion auf der Überholspur*
- 6 *Allzeit bereit*
- 8 *Schneller ohne Fehler*
- 10 *Vorsicht Falle!*
- 12 *Steuerung á la carte*
- 14 *Dick aufgetragen*
- 16 *Laserschnelle Prototypen*
- 18 *Magazin*
- 20 *Vorschau*



Konsequent genutztes Erfahrungswissen lässt die Produktion schneller starten.



Der Strukturfalle geschickt und flexibel ausweichen.



Mit dem Laser schneller zum präzisen Prototypen.

# impresum

*phi* ist die gemeinsame Zeitschrift der produktionstechnischen Institute in Hannover.

*phi* erscheint vierteljährlich mit einer verbreiteten Auflage von 2.500 Exemplaren.

ISSN 1616-2757

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

## Redaktion

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

## Redaktionsanschrift

Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
Telefon: (0511) 2 79 76-500  
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 und Logistik 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. Friedhelm-Wilhelm Bach  
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  
Baumarktstraße 10  
30823 Garbsen

## Layout

demandcom dialogmarketing GmbH  
Stefan Krieger  
Baumarktstraße 10  
30823 Garbsen



Foto KUKA

# Produktion auf der Überholspur

**Die Formel „kürzere Lieferzeiten = höherer Gewinn“ ist nicht etwa betriebswirtschaftliche Spinnerei. Ihre Gültigkeit zwingt die Unternehmen, immer schneller zu werden. Gerade die Produktion birgt hier hohe Potenziale. Gefordert ist eine konsequente Reduzierung der Durchlaufzeiten – leichter gesagt als getan!**

Turbulent, dynamisch, virtuell – die Liste der Begriffe zur Charakterisierung der heutigen Märkte ist lang. In einem stimmen jedoch alle Beschreibungsversuche überein: Der Faktor Zeit ist zu einer dominierenden Größe geworden. Es reicht für den Erfolg eines Unternehmens nicht mehr aus, gute Produkte anzubieten. Die Kunden setzen Qualität und Funktion auf höchstem Niveau schlicht voraus. Studien amerikanischer Forscher belegen es: Unternehmen mit extrem kurzen Lieferzeiten erzielen mehr Gewinn und wachsen deutlich schneller als ihre langsamen Konkurrenten.

## ***Die Schnellen fressen die Langsamen***

Dieser Zusammenhang lässt sich ein-  
drucksvoll an der Entwicklung eines

deutschen Unternehmens aus der Elektronikindustrie belegen. Mit einer Mischung aus technologischen und logistischen Maßnahmen gelang es dem Unternehmen, innerhalb von zwei Jahren die Durchlaufzeit seiner Aufträge durch die Produktion von anfänglich 20 Tagen auf nur noch 10 Tage zu senken. Die im gleichen Maße verkürzte Lieferzeit führte zu einem deutlich gesteigerten Marktanteil des Unternehmens. Somit erreichte es einen signifikant höheren Umsatz – durch das ausschließlich interne Wachstum konnte dieser verdoppelt werden. Insbesondere gegenüber seinen Wettbewerbern aus Niedriglohnländern kann sich das Unternehmen heute wieder erfolgreich behaupten. Dabei spielte eine Besonderheit dieses Marktes eine Rolle: Bei schnellerer Lieferung sind die Kunden

bereit, das bis zu 2½-fache des Preises zu bezahlen, der für Standard-Lieferzeiten berechnet wird. Dieser in der wissenschaftlichen Literatur als Preis-Liefertermin-Relation bezeichnete Zusammenhang etabliert sich zunehmend auch in anderen Märkten.

Schnelligkeit wird also belohnt, Langsamkeit abgestraft. Kürzere Prozesszeiten auf dem Weg zum Kunden sind das Gebot der Stunde. Dies betrifft alle Unternehmensbereiche, aber im Fokus vieler Veränderungsmaßnahmen befindet sich nach wie vor die Produktion. Hier verbergen sich sowohl aus technologischer Sicht als auch aus organisatorisch-logistischer Perspektive noch hohe Potenziale zur Verkürzung der Durchlaufzeiten. Um sie zu realisieren, sind innovative Produk-

tionstechnologien und ein intelligentes Produktionsmanagement gefordert.

### *Innovative Produktionstechnologien*

Nach wie vor stellt die Automatisierung einen großen technologischen Hebel dar, die Prozesse zeitlich effizienter zu gestalten. Gepaart mit dem Einsatz moderner Rechner entstehen hochleistungsfähige Produktionssysteme. So fertigt beispielsweise die Firma cdp in Ennepetal seit neuestem auf einer flexibel verketteten Schmiedelinie.

in der Blechbearbeitung. „Insbesondere aber die Werkzeugwechselzeiten sind ein Riesenthema, wenn es um Zeitersparnis in der Außenhaut-Produktion von Automobilen geht“, erläutert Stefan Huinink, stellvertretender Oberingenieur am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Universität Hannover. „Der Wechsel eines 50-Tonnen-Werkzeugs in der Automobilindustrie dauert in modernen Anlagen heute nur noch wenige Minuten. Früher verging schon einmal ein halber Tag.“

Nebenzeiten konsequent verkürzt. Durch hohe Verfahrensgeschwindigkeiten werden die Werkzeuge immer schneller positioniert.

Ein weiterer wichtiger Trend auf dem Weg zur schnelleren Produktion ist die Prozessintegration. Immer mehr Prozesse finden in ein und derselben Maschine statt. Die Firma Gildemeister beispielsweise bietet ein Bearbeitungszentrum an, in dem Werkstücke tiefgezogen, abgedreht und gefräst werden. Häufig wird auch die Laserbearbeitung mit den konventionellen Prozessen Drehen, Fräsen und Schleifen kombiniert. Diese „eierlegenden Wollmilchsäue“ vermindern Rüstzeiten und auch die Transportzeiten können eingespart werden.

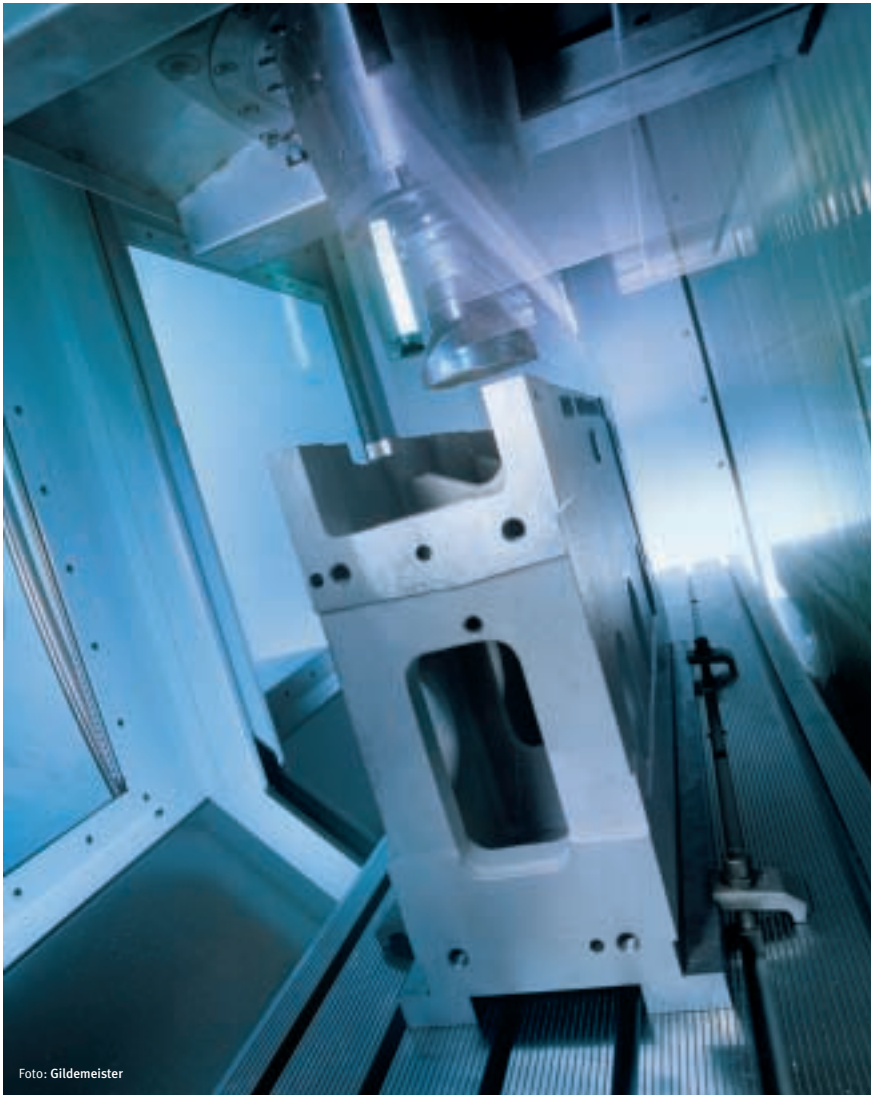
### *Intelligentes Produktionsmanagement*

Allerdings machen Bearbeitungszeiten nach Studien nur etwa 10 % der gesamten Durchlaufzeit in der Produktion aus. Die größeren Einsparpotenziale ergeben sich also durch organisatorisch-logistische Maßnahmen, die die unproduktiven Zeiten verringern. Das Produktionsmanagement greift hier mit dem Ziel, Durchlaufzeiten zu verkürzen, auf unterschiedlichen Ebenen des Betriebs an.

Die Voraussetzungen für kurze Durchlaufzeiten werden schon bei der Gestaltung der Produktion geschaffen. Moderne Fabriken erfüllen dabei in hohem Maße die Forderung nach Wandlungsfähigkeit. Sie ermöglichen die reaktionsschnelle Anpassung der Strukturen an Marktentwicklungen und -anforderungen. Dabei können sowohl Gebäude und Fabriklayouts als auch Anlagen blitzschnell in eine neue Anordnung überführt werden.

Manche Unternehmen sind ohnehin gezwungen, in unterschiedlichen Absatzmärkten zu operieren. Diese Märkte zu bedienen, erfordert angepasste Produktionsstrukturen. Das Stichwort Segmentierung beschreibt die produktorientierte Teilung der Produktion in separate Bereiche, die jeweils nur ein Produkt oder eine Produktfamilie herstellen. Die Struktur dieser Segmente passt sich individuell an die speziellen Marktanforderungen an. Sie sind damit von vornherein durchlaufzeitoptimiert.

Auf der Ebene der Lenkung der Produktion setzen heutige Produktionssteuerungsverfahren mit der gezielten Regelung der Bestände und der Flexi-



Roboter anstatt wie bisher Menschen bewegen die bis zu 1280 °C heißen und bis zu 60 kg schweren Schmiedeteile zwischen den Gesenken. „Früher hatte eine vergleichbare Linie eine Durchlaufzeit von drei Minuten. Mit der neuen, automatisierten Linie können wir diese Zeit um 50 % auf 1½ Minuten drücken“, begeistert sich Dr. Michael Muckelbauer von der Firma cdp.

Solche Transfereinrichtungen verketteten inzwischen auch viele Großteilanlagen

Schnellere Antriebe sorgen gleichzeitig für eine immer zügigere Bearbeitung der Teile. So werden bei der spanenden Hochgeschwindigkeitsbearbeitung mit Lineardirektantrieben Beschleunigungen von bis zu 1,5 G realisiert (zum Vergleich: ein Formel-1-Wagen erreicht ungefähr die Hälfte). Die Schnittgeschwindigkeiten bei der Bearbeitung von Aluminium können inzwischen sogar mit dem Schall mithalten: Das bedeutet Mach 1 oder 20.400 m/min. Neben der Reduzierung der Hauptzeiten werden aber auch die

bilisierung der Kapazitäten an. Damit sind sie in der Lage, selbst bei der heute hohen Variantenzahl und stark schwankenden Nachfrage kurze und stabile Durchlaufzeiten zu garantieren. Gleichzeitig tragen diese Verfahren zu einer Erhöhung der immer wichtiger werdenden Termintreue bei.

Das Konzept des Supply-Chain-Managements (SCM) erweitert den Betrachtungshorizont des Produktionsmanagements von einem Unternehmen auf alle Beteiligten der Lieferkette. „Das SCM verfolgt umfassendere Rationalisierungsansätze, um die Lieferzeit an den Kunden ganzheitlich zu senken“, meint Dr. Peter Nyhuis, Experte für Lieferketten bei der Siemens Procurement and Logistics Services. Diese Aussage unterstreicht die grundlegende Absicht des SCM, die Kooperation zwischen Unternehmen einer Lieferkette zu verbessern und zu intensivieren: Unternehmen ergreifen gemeinsame Maßnahmen, kooperieren bei der Produktionsplanung und formulieren Geschäftsstrategien für die gesamte Lieferkette.

### **Schneller werden in der Praxis**

Innovative Produktionstechnologien und intelligentes Produktionsmanagement müssen in Kombination umgesetzt werden. Ein Beispiel dafür ist ein Industrieprojekt, das die Gruppe Produktionsmanagement des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover mit einem mittelständischen Unternehmen des Werkzeugbaus und seinem Zulieferer durchführte. Die Ergebnishöhepunkte bekräftigen die Effektivität der Maßnahmen:

- Senkung der Rüstzeiten des Zulieferers um 30 %
- Einführung neuer Ofentechnologien beim Produzenten zur Flexibilisierung der Produktion
- Senkung der Umlaufbestände des Produzenten um 40 %
- Reduzierung der Durchlaufzeit in der gesamten Lieferkette um 50 %
- Segmentierung der Fertigung nach „Renner“- und „Schnarher“-Produkten
- gemeinsame Produktionsplanung und -steuerung durch die beiden Unternehmen

Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, dass die genannten Ergebnisse stark voneinander abhängen. Zum Beispiel bedingte die Ausschöpfung der Durchlaufzeitpotenziale über die Liefer-

kette zwingend eine logistikorientierte Reduzierung der Rüstzeiten des Zulieferers. Hierzu Professor Wiendahl, Leiter des IFA: „Die lokalen Optimierungen schaffen also erst die Voraussetzungen für unternehmensübergreifende Verbesserungen.“

### **Lieferzeiten verkürzen**

Es gibt eine Vielzahl von weiteren Möglichkeiten, Produktionstechnologien und Produktionsmanagement zur Lieferzeitverkürzung einzusetzen. Die Beiträge in dieser phi präsentieren eine spezielle Auswahl von aktuell diskutierten Verfahren und Methoden, die Produktionsprozesse in Unternehmen beschleunigen.



**Intelligente logistische Konzepte führen zu wesentlich kürzeren Durchlaufzeiten in der Produktion.**

Im Artikel „Allzeit bereit“ beschreibt Jens Berger die Potenziale rechnerbasierter Instandhaltungs- und Demontageassistenten, wie sie vom Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover entwickelt werden. Diese verkürzen die Dauer des Instandhaltungsvorgangs und sichern damit eine größere Verfügbarkeit der Arbeitssysteme.

Stefan Huinink vom Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Universität Hannover legt den Fokus seines Beitrags auf die Fehlervermeidung bei der Planung umformtechnischer Prozesse. Die strukturierte Erfassung von Erfahrungswissen aus der Optimierung von Umformwerkzeugen ermöglicht es, Bauteilfehler bereits in der Planungsphase neuer Werkzeuge zu verhindern

und so einen schnelleren Produktionsstart zu gewährleisten.

Christian Fiebig vom Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover zeigt, dass die Grundlagen für eine schnelle Adaptionsfähigkeit der Produktion an veränderte Marktbedingungen in einer frühen Planungsphase festgelegt werden. Dabei muss der Weg langfristiger Prognosen verlassen werden. Die Szenario-Technik ist hierbei ein geeigneter Ansatz.

Die Vermeidung von Wartezeiten aufgrund fehlender Teile in der Produktion ist das Thema des Beitrages von Steffen Reinsch und Mario Leupold vom IPH

– Institut für Integrierte Produktion Hannover. Schon mit einer einfachen visuellen Unterstützung der Produktionsplanung kann die Durchlaufzeit in der Produktion erheblich verkürzt werden.

Thomas Rothardt vom Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover erläutert in seinem Artikel, wie moderne Verfahren zum Hochgeschwin-

digkeitsflamspritzen die Bearbeitungszeiten bei der Beschichtung entscheidend verringern können.

Auch in der Erstellung von Prototypen spielt der Faktor Zeit eine große Rolle. Der Beitrag von Hinrich Becker, Axel Beil und Stefan Czerner vom Laser Zentrum Hannover zeigt, wie lasergestützte Verfahren zur zügigen Erstellung von Prototypen genutzt werden können. Dabei lassen sich auch mikroskalige Prototypen mit hoher Präzision erstellen.

Die produktionstechnischen Institute in Hannover beschäftigen sich laufend mit neuen Lösungen der Produktionstechnologie und des Produktionsmanagements. In die Praxis umgesetzt werden es diesen Unternehmen in Zukunft ermöglichen, der Maxime „Schneller produzieren“ zu entsprechen.

Carsten Begemann, Gregor von Cieminski, IFA



Foto DIW Instandhaltung

# Allzeit bereit

**Kurze Stillstandszeiten und umfangreiche Instandhaltung – ein Widerspruch an sich? Nein, denn intelligente Instandhaltungssysteme ermöglichen eine hohe Verfügbarkeit von Produktionsanlagen bei extrem kurzen Stillstandszeiten.**

Trotz zunehmender präventiver Instandhaltungsstrategien und moderner Anlagenüberwachungskonzepte ist ein technisch bedingter Störfall nie ganz auszuschließen. Systematische Untersuchungen von Instandsetzungsabläufen in der Industrie haben gezeigt, dass in allen Phasen einer Störfallbehebung große Verlustzeiten auftreten. Gründe für die zeitlichen Verzögerungen sind unter anderem das Fehlen standardisierter Abläufe und geeigneter Hilfsmittel, die die Planung und Steuerung der Instandsetzungsprozesse unterstützen. Ein weiteres Manko ist die Nichtnutzung von vorhandenem Wissen bzw. dessen schlechte Abrufbarkeit.

In vielen Unternehmen ein alltägliches Bild: Bekannte Störungen treten an den gleichen Bauteilen oder Baugruppen anderer Produktionsanlagen oder an ähnlichen Anlagenkomponenten auf. Die Stillstandszeiten können im Vergleich zur „ersten“ Störung aber trotzdem nicht verringert werden. Grund hierfür ist das nicht greifbare Wissen zur Beseiti-

gung der Störung, denn meist sind nur einige wenige Mitarbeiter im Besitz dieser Kenntnisse.

Am Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover wurde ein *Instandhaltungsassistent* zur optimalen Planung und Steuerung sowie ein *Demontageassistent* zur Unterstützung der Demontearbeitsplanung entwickelt. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit der Konzeption und Entwicklung eines Systems zur Erfassung von Erfahrungswissen aus dem Betrieb und zur Bereitstellung für die Planung von verfügbarkeitsgerechten Produktionsanlagen.

## **Stillstand, nein danke!**

Am IFW wurde zur Verringerung der störungsbedingten Stillstandszeiten sowie zur Nutzung dieser Stillstandszeiten für präventive Instandhaltungsmaßnahmen ein mobiler rechnerunterstützter Instandhaltungsassistent entwickelt. Aufgabe dieses Systems ist die durchgängige Unterstützung aller Instandsetzungspha-

sen von der Erkennung einer Störung bis zur Wiederinbetriebnahme der Anlage. Das System stellt hierzu alle Planungs- und Steuerungsfunktionen sowie zusätzliche Informationen zur Verfügung, die für eine reaktionsschnelle Instandsetzung notwendig sind. Mit Hilfe der im System implementierten Steuerungsfunktionen kann eine termingerechte Bereitstellung von Personal, Betriebsmitteln und Material für die Behebung eines Störfalls unterstützt werden. Zusätzlich verfügt der Instandhaltungsassistent über eine Funktion, die die Auswahl und Einplanung von präventiven Wartungsmaßnahmen in störungsbedingten Stillstandszeiten unterstützt.

## **Bei Störungen schneller (re)agieren**

Durch das fehlende Wissen über die schnellstmögliche Demontage der betroffenen Bauteile entstehen ebenfalls zeitliche Verzögerungen bei der Behebung einer Störung. Dies kann nur verhindert werden, wenn alle nötigen Informationen, z. B. über die Demontagerihenfolge und

das erforderliche Werkzeug und Personal, bereits vor der Instandsetzung zur Verfügung stehen. Der am IFW entwickelte Demontageassistent ermöglicht eine systematische Aufnahme und Verwaltung aller erforderlichen Demontageinformationen, die bei der Durchführung von



Bereits während der Konstruktion werden erste Informationen zur Demontageplanung in den Demontageassistenten eingelesen.

Wartungs- und Instandsetzungsvorgängen benötigt werden. Dadurch unterstützt der Demontageassistent sowohl die Planung als auch die Durchführung von Demontagetätigkeiten. Den Anlagenhersteller unterstützt der Demontageassistent durch die automatische Aufnahme der Bauteilstruktur und der Geometrieinformationen der CAD-Daten. Durch die frühzeitige Aufnahme wesentlicher Informationen, beginnend bei der Konstruktion von Maschinen und Anlagen, wird verhindert, dass es zu einer schlechten Dokumentation von Demontageprozessen aufgrund des hohen Aufwandes für die nachträgliche Erstellung von detaillierten Arbeitsplänen kommt. Durch weitere Eingabe demontagerelevanter Informationen, wie z. B. Demontagerihenfolgen, kann der Demontageassistent dem Anlagenbetreiber ein Basispaket an Demontagedaten an die Hand geben.

Beim Anlagenbetreiber erfolgt dann die Anpassung an die unternehmensspezifischen Daten, wie beispielsweise Personalstundensatz oder Werkzeug-ID-Nr. Nach der Eingabe weiterer Demontagedaten kann der Anlagenbetreiber im Störfall automatisch Demontearbeitspläne inklusive aller erforderlichen Demontageinformationen (z. B. Reihenfolge, Personalbedarf, Zeit, Kosten etc.) erstellen lassen. Des Weiteren generiert der Demontageassistent automatisch die

zugehörigen Werkzeuglisten sowie Bestelllisten von Verschleißteilen. Dadurch unterstützt das System die Verringerung von Stillstandszeiten durch die Bereitstellung aller notwendigen Informationen zur produktionsgerechten Einplanung der Instandsetzungstätigkeiten.

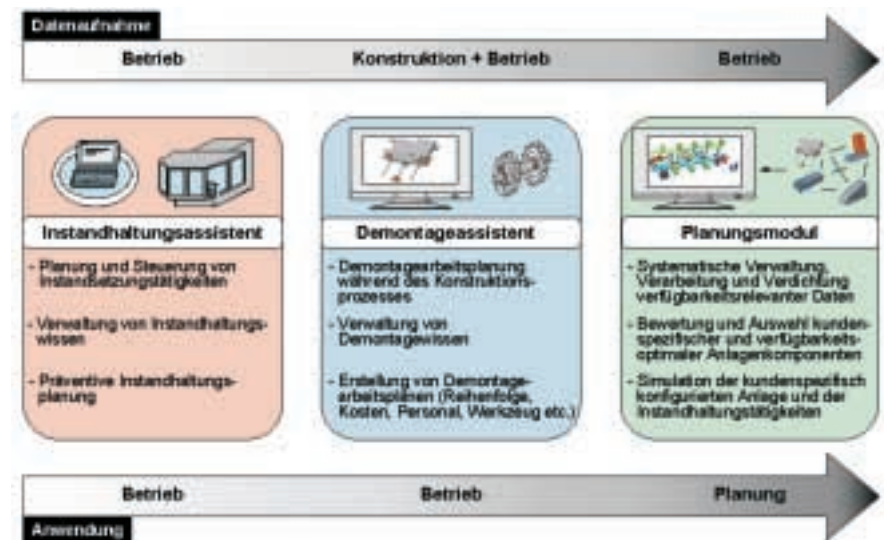
Der Demontageassistent kann sowohl als separates System als auch integriert im Instandhaltungsassistent verwendet werden. Durch diese Module erhalten die Produktions- und Instandhaltungsmitarbeiter ein komplettes Instandhaltungsinformationssystem, mit dem nahezu alle Aspekte der Instandhaltung – von der Störungsidentifikation über die Störungsbehebung bis zur Bewertung der Störungshistorie von Bauteilen und Baugruppen – unterstützt werden.

### Sicherung der Verfügbarkeitssicherung

Damit Zeit- und Kostenaufwände in der Instandhaltung reduziert werden können, ist es unabdingbar, auf bereits vorhandene Informationen zurückzugreifen. Das IFW arbeitet derzeit an der Entwicklung eines Systems, um die immer wieder auftretende Forderung nach einer verfügbarkeitsgerechten Konfiguration von Produktionsanlagen durch Berücksichtigung von Historien- und Erfahrungswis-

eines *Planungsmoduls* zurückzuführen. Durch eine Kopplung mit Simulationssystemen soll u. a. eine realitätsnahe Überprüfung der Zugänglichkeiten der Bauteile und eine genaue Ermittlung der Zeitdauern für Instandhaltungstätigkeiten ermöglicht werden. Außerdem lässt sich der optimale Zeitpunkt für die Einordnung der Instandhaltungstätigkeiten in den Produktionsablauf simulativ ermitteln und die planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen der verschiedenen Komponenten können zeitlich aufeinander abgestimmt werden.

Die beschriebenen Softwaremodule führen zu einer wesentlichen Verringerung der Stillstandszeiten. Der Demontageassistent trägt zur Verringerung von Stillstandszeiten durch die Bereitstellung aller notwendigen Informationen zur produktionsgerechten Einplanung der Instandsetzungstätigkeiten bei. Durch die Integration des Demontageassistenten in den Instandhaltungsassistenten erhalten die Produktionsmitarbeiter und Instandhalter ein kompaktes Instandhaltungsinformationssystem, mit dem nahezu alle Aspekte der Instandhaltung – von der Störungsidentifikation über die Störungsbehebung bis zur Bewertung der Störungshistorie von Bauteilen und Bau-



Grundvoraussetzung für wenige und kurze Stillstandszeiten ist die Berücksichtigung von Aspekten der Instandhaltung in allen Phasen des Produktlebenszyklusses.

sen zu erfüllen. Mit diesem System wird es möglich, Störzeiten und -häufigkeiten einzelner Baugruppen und Bauteile aus dem laufenden Betrieb, Aufwand und Nutzen durchgeführter Instandhaltungsmaßnahmen, Einsatzbedingungen etc. für eine verbesserte Planung und Konstruktion neuer Produktionsanlagen mittels

gruppen – unterstützt werden. Zukünftig sollen die Systeme durch das Planungsmodul ergänzt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass die gemachten Erfahrungen bei Störfällen direkt zur Konstruktion und Planung neuer bzw. in die Rekonfiguration bestehender Produktionsanlagen zurückfließen und somit Verfügbarkeitsprobleme schon im Vorfeld vermieden werden können.

Jens Berger, IFW



Die Einarbeitung von Umformwerkzeugen ist zeit- und kostenintensiv. Durch dokumentiertes Erfahrungswissen lassen sich Aufwände und Fehler vermeiden.

## *Schneller ohne Fehler*

**Blechverarbeitende Unternehmen sind auf einen schnellen, fehlerfreien Produktionsanlauf und zuverlässigen Werkzeugeinsatz angewiesen. Dafür ist die Nutzung von Erfahrungswissen aus dem gesamten Werkzeuglebenslauf sowohl bei der Neuplanung als auch beim späteren produktiven Einsatz der Werkzeuge erforderlich.**

Die Fertigungsverfahren der Blechumformung zeichnen sich dadurch aus, dass die Geometrie der Werkstücke in der Regel vollständig durch die Negativformen der formgebundenen Werkzeuge festgelegt wird, in denen ein hohes Maß an Fachwissen gespeichert ist.

Ein wichtiger Kostenfaktor in blechverarbeitenden Betrieben ist die zeit- und kostenintensive Entwicklung und Anfertigung der komplexen Werkzeuge. Zumeist erfolgt die Konstruktion neuer Blechteile und der zugehörigen Werkzeuge nach dem Prinzip „Trial and Error“. Dabei werden Erfahrungswerte aus bereits entwickelten Produkten zu wenig genutzt.

Während in der spanenden Fertigung bereits eine Vielzahl umfassender Werkzeugverwaltungssysteme zum Einsatz

kommen, stehen dem Werkzeugwesen der Blechumformung keine ausreichenden Hilfsmittel zur Verfügung, die neben den rein administrativen Aufgaben auch die Erfassung und Verarbeitung von Technologiedaten unterstützen.

Auf das in den Werkzeugen der Blechumformung gespeicherte Fachwissen kann deshalb im Rahmen der Werkzeugneukonstruktion und -optimierung nur bedingt zugegriffen werden. Um den Anforderungen des Marktes nach kürzeren Produktentwicklungszeiten auch in Zukunft gerecht werden zu können, muss dieses Fachwissen strukturiert erfasst und zugänglich gemacht werden. Dazu werden am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Universität Hannover entsprechende Infor-

mationssysteme entwickelt. Durch die direkte Einbindung der an der Konzeption beteiligten Industrieunternehmen, z. B. Volkswagen und Audi, wird zudem die Praktikabilität der Systeme sichergestellt.

### *Fehlerprävention statt Nacharbeit*

Bei Werkzeugen zur Blechteilfertigung wird heute eine hohe Planungsqualität besonders durch den intensiven Einsatz von CAx-Techniken und Methoden zur Simulation der Umformvorgänge erzielt. Dennoch treten nach wie vor vermeidbare technologische Fehler bei der Anfertigung und Einarbeitung der Werkzeuge sowie bei deren Einsatz im Presswerk auf.

Als besonders zeitaufwändig stellt sich der Einarbeitungsprozess dar. Hier wer-



den die zuvor im Werkzeugbau montierten Umformwerkzeuge auf Versuchspresen getestet und solange modifiziert, bis mit ihnen fehlerfreie Teile gefertigt werden. Beispiele für typische Bauteilfehler sind dabei Reißer sowie die Bildung von Falten. Die aufwändige Modifikation der Werkzeuge erfordert ein hohes Maß an Fachwissen des Werkzeugmachers. Die Beseitigung der Fehler verursacht erhebliche Kosten und führt zudem zu immensen zeitlichen Verzögerungen bei der Planung und Bereitstellung der Werkzeuge für den Serieneinsatz im Presswerk.

Eine erfolversprechende Möglichkeit zur Reduzierung dieses Fehlleistungsaufwandes ist die konsequente Erfassung von auftretenden Problemen, deren genaue Dokumentation sowie die Rückführung der Informationen in den planenden Unternehmensbereich. Nur so kann aus den aufgetretenen Problemen gelernt werden, um eine Fehlerprävention und somit eine Verkürzung des Prozessanlaufes in der Zukunft zu ermöglichen.

### *Papier ist geduldig*

Angesichts der hohen Kosten, die durch Fehler in der Prozesskette der Blechteilherstellung verursacht werden, sind in den meisten Unternehmen bereits Abläufe zur Erfassung und Dokumentation der Probleme eingeführt worden.



Eine erfahrungsbasierte Prävention von Fehlern wie dieser Faltenbildung verkürzt den Prozessanlauf erheblich.

Zur Erfassung der Informationen im Fertigungsfeld werden normalerweise vorgefertigte Papierdokumente eingesetzt. Diese bieten zwar den Vorteil, dass sie von den Mitarbeitern der Fertigung auch ohne EDV-Kenntnisse direkt in der Werkstatt bearbeitet werden können und leicht handhabbar sind. Ein wesentlicher Nachteil ist hingegen, dass die Informa-

tionen nicht der gesamten Prozesskette zur Verfügung stehen, sondern oftmals in Aktenordnern abgelegt werden und in Vergessenheit geraten. Eine mit hohem manuellen Aufwand verbundene Weiterverarbeitung der Papierformulare in EDV-Systemen erfolgt in der Regel nicht.

Eine Alternative zu der Verwendung von Papierdokumenten stellt die EDV-unterstützte Datenerfassung dar. Sie erlaubt eine zentrale Sicherung der Informationen sowie die schnelle Datenauswertung und -bereitstellung. Nachteilig wirken sich jedoch insbesondere im Fertigungsbereich bestehende Berührungängste mit dem Medium Computer aus.

### *Bedienkomfort schafft Akzeptanz*

Der Erfolg einer rechnerunterstützten Erfassung von Erfahrungswissen und Fehlerinformationen im Fertigungsfeld ist direkt abhängig von der beim Nutzer erzeugten Akzeptanz. Diese lässt sich einerseits durch die Verdeutlichung des Nutzens einer konsequenten Datenerfassung und den damit verbundenen Vorteilen für den Mitarbeiter selbst erzielen. Andererseits haben die Erfahrungen bei der Einführung eines Fehlerinformationssystems in der Automobilindustrie jedoch gezeigt, dass die Bedienungsfreundlichkeit des Systems wesentlich größeren Einfluss auf die Akzeptanz hat. Nur eine schnelle und komfortable Dateneingabe und -bereitstellung kann hier zu dem gewünschten Erfolg führen. Am IFUM werden daher Informationssysteme entwickelt, die auf die spezifischen Bedürfnisse der zu begleitenden Prozessschritte und auf das Fertigungspersonal zugeschnitten sind.

Ein hoher Bedienungskomfort wird unter anderem durch eine intuitive Benutzerführung, die Verwendung von berührungsempfindlichen Bildschirmen (Touch-Screens) sowie durch eine grafisch unterstützte Dateneingabe sichergestellt.

### *Begleitung der gesamten Prozesskette*

Im Rahmen einer Forschungsarbeit wird zur Zeit am IFUM ein Werkzeuginformationssystem entwickelt, das den gesamten Prozess der Blechteilherstellung inklusive der Anfertigung der dazu notwendigen Umformwerkzeuge datentechnisch unterstützt.

Das System bildet dazu den gesamten Werkzeuglebenslauf von der Werkzeugplanung bis zur Verschrottung im Rechner ab. Dabei werden sowohl administrative

als auch technologische Daten aufgenommen. Während der einzelnen Lebensphasen werden die werkzeugbezogenen Daten erfasst. So wird Erfahrungswissen dokumentiert und bereitgestellt, welches insbesondere in der Planung zur frühzeitigen, kontinuierlichen Prozessverbesserung eingesetzt werden kann. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Dokumentation der technologischen Parameter (z. B. Presseneinstellungen) und deren Einfluss auf die Produktqualität während des aktiven Einsatzes der Werkzeuge in der Fertigung.

### *Universelle Systemlösung*

Eine wesentliche Anforderung an das Werkzeuginformationssystem ist dessen Einsatzfähigkeit in einem möglichst breiten Spektrum verschiedener blechverarbeitender Unternehmen.

Besonders vor dem Hintergrund vielfältiger Prozessabläufe und unterschiedlicher Fertigungsverfahren, die in den Unternehmen zur Anwendung kommen, muss das System ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit an unternehmensspezifische Anforderungen bieten. Dies wird durch das dem Informationssystem zugrunde liegende Datenmodell sichergestellt.

Die variable Datenstruktur erlaubt eine schnelle Änderung sowohl der Systemoberfläche als auch die Anpassung an unternehmensabhängige Prozessketten.

### *In Zukunft noch schneller*

In der blechverarbeitenden Industrie haben die Werkzeugkosten einen beträchtlichen Anteil an den gesamten Produktionskosten. Der Produktionsanlauf ist zeitintensiv und muss durch verbesserte Planungsergebnisse weiter verkürzt werden. Um diesen Anforderungen in Zukunft gerecht werden zu können, ist eine konsequente Erfassung von Erfahrungswissen und dessen Nutzung zur Planung neuer Werkzeuge dringend erforderlich.

Die am IFUM in Zusammenarbeit mit Industriepartnern entwickelten Informationssysteme haben gezeigt, dass diese Aufgabe durch eine benutzerfreundliche EDV-Unterstützung zu bewältigen ist. Daher gilt es, die datentechnische Begleitung der Prozesskette zukünftig weiter auszubauen.

**Stefan Huinink, IFUM**

# Vorsicht Falle!

**Wer weiß schon genau, was die Zukunft bringt? Exakte Prognosen – obwohl sehr verlockend – erweisen sich häufig als fehlerhaft. Wird eine Produktion aufgrund dieser Prognosen langfristig nur auf eine Handlungsoption festgelegt und die erwartete Zukunftsentwicklung trifft nicht ein, kann der Weg schnell in die Strukturfrage führen.**

Für produzierende Unternehmen ist der Faktor Zeit zum bestimmenden Maß am Markt geworden. Produkte müssen in einer Vielfalt von Modellen und Varianten schnell und termingerecht produziert und geliefert werden. Eine der wesentlichen Voraussetzungen für eine hohe Logistikleistung bei gleichzeitig wirtschaftlicher Produktion sind geeignete Produktionsstrukturen.

## **Herausforderung Feinblechverarbeitung**

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 362 „Fertigen in Feinblech“ beschäftigt sich das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover mit der Gestaltung geeigneter Produktionsstrukturen für die Prozesskette der Feinblechverarbeitung. In der Automobilindustrie wird diese Prozesskette klassischerweise durch die Gewerke Presswerk, Rohbau sowie Lackierung gebildet. Ein Blick auf das Umfeld der Feinblechverarbeitung in der Automobilindustrie einerseits und auf die Charakteristika ihrer derzeitigen Produktionsstrukturen andererseits verdeutlicht die Herausforderungen, vor denen die Planer stehen.

## **Einfluss von allen Seiten**

Im Umfeld der Feinblechverarbeitung sind eine Vielzahl an Trends und Entwicklungen zu beobachten, die wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung der Prozesskette nehmen. Allein die zunehmende Modell- und Variantenvielfalt beeinflusst die Gestaltung der Produktionsstrukturen in erheblichem Maße. Aber auch die unterschiedliche Bauweise (Schale oder Spaceframe) sowie weitere Konzepte des Leichtbaus für die Automobilkarosserie

haben unmittelbaren Einfluss auf die Prozesskette. Nicht zu vergessen ist die Entwicklung neuer Fertigungsverfahren, wie beispielsweise der gesamte Bereich der Lasertechnologie. Ebenso sind eine Vielzahl an Entwicklungen sowohl im Stahlbereich als auch bei alternativen Werkstoffen zu beobachten.

Dem Planer stellt sich somit auf der einen Seite die Feinblechverarbeitung als ein komplexes System voneinander abhängigen Einflussfaktoren dar. Die Anzahl dieser Einflussfaktoren und deren Abhängigkeiten untereinander führen zu einer Komplexität, die ein Einzelner in der Regel nicht mehr überblicken kann.

## **Feines Blech – schwere Strukturen**

Auf der anderen Seite stehen dem die charakteristischen Eigenschaften der Produktionsstrukturen der Automobilhersteller in Presswerk, Rohbau und Lackiererei gegenüber. Die Strukturen im Presswerk werden durch große, immobile Pressen dominiert. Presswerk und Rohbau werden durch Lager entkoppelt. Innerhalb des Rohbaus existieren lange Hauptlinien, deren einzelne Arbeitsstationen starr miteinander verbunden sind. Der Automatisierungsgrad ist nach wie vor hoch. Aufwändige Fördereinrichtungen und eine kapitalintensive Lackiererei runden das charakteristische Bild ab. Es

wird deutlich, dass häufige Neuausrichtungen der kompletten Struktur aufgrund der oben beschriebenen Eigenschaften und der damit verbundenen hohen Kosten- und Zeitaufwände nicht wirtschaftlich sein können.

Die Planer müssen daher in ihren Entscheidungen das komplexe System verstehen und dessen Zukunftsentwicklung berücksichtigen. Denn an dieser Stelle werden mögliche Freiheitsgrade zur schnellen Adaption der Produktionsstruktur an veränderte Umfeldbedingungen festgelegt. Geschieht dies nicht, so kann eine heute geeignete Produktionsstruktur morgen schon ungeeignet sein, wie das folgende Beispiel zeigt.



## Heute top – morgen flop

Auf Absatzprognosen bezüglich Modell und Variante ist zunehmend weniger Verlass. Fabriken, deren Strukturen allein auf die Produktion nur eines Modells ausgerichtet sind und keine Ausweichproduktion leisten können, können in einem solchen Marktumfeld schnell in die „Struktur“-Falle geraten. Dies könnte genau dann der Fall sein, wenn der Absatz eines Modells z. B. aufgrund negativer Testergebnisse einbricht und die Fabrik kurzzeitig auf ein Minimum ihrer Kapazität zurückgefahren werden muss. Wenn in einer solchen Situation andere, stärker nachgefragte Modelle nicht durch eine zügige Adaption der Strukturen schneller produziert werden können, dann sitzt das Unternehmen in der Falle.

### Ohne Scheuklappen in die Zukunft

Ein Blick auf die Planungsvorgehensweise verdeutlicht, dass der Fehler in der Regel dort liegt.



Foto Keim

Hier werden die Anforderungen definiert, denen sich die Fabrik in der Zukunft stellen muss. Die Anforderungen werden zumeist aus Prognosen abgeleitet. Diese

Prognosen, häufig eindimensionale, lineare Fortschreibungen etwa des Produktabsatzes, beschreiben in der Regel nur eine mögliche Zukunftsentwicklung. In einem derart komplexen Umfeld, wie es für die Feinblechverarbeitung oben beschrieben wurde, ist dieser eindimensionale Ansatz auf Dauer nicht mehr zielführend. Die Zukunftsplanung muss ohne Scheuklappen erfolgen. Aber wie?

Damit stellt sich die Forderung nach einem Ansatz, der ein solches komplexes System handhabbarer macht. Am Institut für Fabrikanlagen und Logistik wird hierfür das Szenariomanagement als ein geeigneter Ansatz angesehen.

### Die Zukunft vorausdenken

Die Szenario-Technik ist eine bekannte Technik zur Zukunftsplanung. Gausemeier stellt in seinem Buch „Szenario-Management“ eine systematische Vorgehensweise zur Abbildung von Handlungsoptionen in der Zukunft vor. Aufgrund der Tatsache, dass Menschen häufig Probleme haben, komplexe Systeme zu handhaben, gewinnt die systematische Erstellung von Zukunftsalternativen zunehmend an Bedeutung. Ein Szenario wird als eine allgemeine Beschreibung einer möglichen Situation in der Zukunft definiert, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruht.

Gausemeier verdeutlicht in seinem Buch den neuen Denkansatz des Szenariomanagements. Dieser unterscheidet sich vom traditionellen Umgang mit der Zukunft. Er lässt mehrere Möglichkeiten zu, wie sich die Zukunft entwickeln könnte, um hieraus Handlungsstrategien zu entwickeln. Es geht nicht darum, die Zukunft exakt vorauszusagen. Vielmehr ist es das Ziel, die Zukunft vorauszu-denken.

## Szenario-Workshop Feinblechverarbeitung

Erstmals wurde am Institut für Fabrikanlagen und Logistik das Szenariomanagement im Rahmen eines Workshops für die Prozesskette der Feinblechverarbeitung in der Automobilindustrie eingesetzt. Moderiert wurde der Workshop von Mitarbeitern der UNITY AG. Hochkarätige Experten aus Industrie und Wissenschaft entwickelten in einem dreitägigen Workshop Zukunftsalternativen. Die Teilnehmer bildeten mit ihren Funktionen im Unternehmen die gesamte Prozesskette von der Blech- über die Anlagen- bis hin zur Automobilherstellung ab.

Das Szenariomanagement stellte sich für die Zukunftsplanung der Prozesskette der Feinblechverarbeitung als besonders geeigneter Ansatz dar.

Im Rahmen dieses Szenario-Workshops wurden die maßgeblichen Einflussfaktoren auf die Zukunftsentwicklung der Prozesskette und deren Abhängigkeiten untereinander identifiziert und bewertet. Anschließend wurden deren mögliche zukünftige Entwicklungen projiziert. Aus diesen Zukunftsprojektionen wurden konsistente Zukunftsbilder, die Szenarien, entwickelt.

Dr. Hans Klingel, früher Mitglied der Geschäftsführung der Firma Trumpf in Ditzingen, resümierte: „Das Szenariomanagement ist ein Werkzeug, das sich hervorragend für die Ermittlung der Fragen der Zukunft – speziell auch des Feinblechs im Automobilbau – eignet. Es ist ein Werkzeug zum Anstoßen von Innovationen.“

Auf Grundlage der Szenarien ist es den Teilnehmern möglich, ihre entsprechenden Strategien zu überprüfen, anzupassen und weitere Handlungsoptionen für die Zukunft zu entwickeln.

In den Forschungsarbeiten am Institut für Fabrikanlagen und Logistik wird in den nächsten Schritten der Transfer von den Szenarien hin zu Strategien zu Gestaltung geeigneter adaptionsfähiger Produktionsstrukturen für die Prozesskette der Feinblechverarbeitung geleistet.

Für die Teilnehmer des Workshops lautet das Motto: Falle erkannt und umgangen!  
Christian Fiebig, IFA



## Steuerung á la carte

**Wenn Liefertermine gefährdet werden, weil Vorprodukte in der Produktion fehlen, ist es höchste Zeit, die Produktionssteuerung zu verbessern. Eine visuelle Unterstützung der Steuerung schafft schnell Abhilfe bei unnötigen Wartezeiten und verkürzt so die Durchlaufzeiten.**

Die Stelle des „Terminjägers“ wurde aus der Not geboren. Zu oft waren bei dem konzerninternen Lieferanten hochwertiger Kleinserteile wichtige Vorprodukte zum Montagestart nicht verfügbar. Es kam zu langen und gleichzeitig teuren Wartezeiten an den Arbeitssystemen. Besonders ärgerlich dabei, dass der interne Kunde im Konzern häufig nicht fristgemäß beliefert werden konnten und es so auch dort zu Stillständen kam.

Diese unerträgliche Situation sollte der Terminjäger verhindern. Durch individuelle Absprachen mit den einzelnen Fertigungsbereichen sollte er die Bearbeitung der fehlenden Teile beschleunigen und sie mit höchster Priorität durch die Produktion schleusen. Eine Sisyphos-Arbeit, da sich durch diese höchst-dringlichen „Eilaufträge“ die Produktion anderer Bauteile verzögerte. Ein Teufelskreis entstand, in dem die Durchlaufzeiten und Bestände durch die unstruk-

turierte Vorgehensweise bei der Fehlerteilverfolgung immer weiter anstiegen. Von einer planbaren und schnellen Produktion konnte nicht die Rede sein.

### *Vom ERP-System ausgebrems*

„Dass mit dem bestehenden ERP-System die hohen Fehlerteilquoten nicht verhindert werden konnten, ist nicht weiter verwunderlich“, analysiert Axel Kerner vom IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover das Problem. „Heutige Systeme basieren immer noch auf dem Planungsalgorithmus der MRP- bzw. MRPII-Logik, deren Grundprinzipien in den 60er Jahren entwickelt wurden und auf einem reinem Aufaddieren der Bearbeitungs- und Rüstzeiten beruhen. Deshalb können diese Systeme die komplexe Planungs- und Steuerungsproblematik vieler Fertigungen nur unzureichend abbilden.“

ERP-Systeme setzen beispielsweise fixe Durchlaufzeiten als Planungsgröße ein, ohne zu berücksichtigen, dass Durchlaufzeiten je nach Auslastungssituation variieren können. Aber auch Liegezeiten werden oft nur mit pauschalen Sicherheitszeiten berücksichtigt. In der Folge werden Fertigungsaufträge falsch terminiert. Eine weitere Schwäche der meisten ERP-Systeme ist, dass die Einsteuerung von Aufträgen in die Fertigung nur unzureichend unterstützt wird. Aufträge können trotz überhöhter Anlagenauslastung von einem übergeordneten und der Fertigung entkoppelten Steuerungssystem freigegeben werden. Als Folge stauen sich die Fertigungsaufträge vor den Arbeitsstationen. Es bilden sich physische Bestände oder Stapel von Auftragspapieren.

Diese Schwächen des ERP-Systems führten auch in der vom IPH betrachteten

Fertigung zu offensichtlichen Diskrepanzen zwischen geplanten Fertigungsterminen und der Realität. Bei einem großen Anteil der Fertigungsaufträge fand deshalb eine individuelle Priorisierung der Aufträge durch die Mitarbeiter vor Ort statt. Diese Prioritätsbildung orientierte sich aufgrund des Leistungslohns an Gesichtspunkten der eigenen Leistungsverbesserung, nicht aber an einer gesamtheitlichen Optimierung des Fertigungsablaufes. Die vorhandenen Unterstützungsfunktionen des ERP-Systems wurden nicht genutzt. Das Resultat: ein sehr hohes Bestandsniveau, Lieferverzögerungen bei langen Durchlaufzeiten und geringe Transparenz bezüglich des aktuellen Status der Aufträge.

### Verspätungen früher erkennen

Die Überprüfung des Fertigungsfortschritts der Fehlteile erfolgte alleine anhand der Bestandshöhe an einer einzigen Stelle in der komplexen und vielstufigen Fertigung, nämlich an der Schnittstelle zwischen Einzelteilfertigung und Endmontage. Versorgungsengpässe, die erst hier identifiziert wurden, konnten – bedingt durch die langen Durchlaufzeiten – nicht kurzfristig behoben werden. „Was fehlte, war eine einfache, aber dennoch effektive Unterstützung des Planungssystems“, macht Axel Kerner deutlich. „So entstand die Idee einer

visuellen Steuerungshilfe, mit der Aufträge vom Mitarbeiter in der Halle sofort als terminkritisch erkannt werden und auch entsprechend schnell abgearbeitet werden können.“

Als Lösung implementierte das IPH in einem ersten Projektschritt zunächst weitere Messpunkte zur zeitnahen Überwachung des Fertigungsfortschritts. An diesen Punkten wird die Einhaltung der Vorgabetermine, die weiterhin mit dem ERP-System erstellt werden, überprüft. Treten Terminverzögerungen zu den Planterminen auf, die einen definierten Vorgabewert überschreiten, werden die betroffenen Lose durch farbige Fehlteilkarten gekennzeichnet, die sich durch ein EDV-Tool erstellen lassen. Auch die zugehörigen Aufträge erhalten eine Markierung durch farbige Folienhüllen. Die so kenntlich gemachten zeitkritischen Bauteile werden so schnell wie möglich gefertigt. Durch dieses System wird eine zielgerichtete, strukturierte Beschleunigung von Fehlteilen gewährleistet und die Entstehung neuer Fehlteile verhindert.

### Eindeutige Zeichen

Durch die Kennzeichnung der Fehlteile sind diese für alle Mitarbeiter erkennbar, sowohl für die Werker als auch für die Führungskräfte. Die Werker erhalten

somit eine eindeutige Möglichkeit, Aufträge zu priorisieren und können somit gezielt die Herstellung dringend benötigter Fehlteile beschleunigen. Andererseits machen gehäuft auftretende Fehlteilkarten den Fertigungsplaner bzw. Fertigungssteuerer auf Probleme an den Arbeitsstationen aufmerksam, die nach einer genaueren Betrachtung z. B. durch eine Kapazitätserhöhung an der Station reaktionsschnell behoben werden können.

Die Einführung der Fehlteilkarten erfüllt jedoch darüber hinaus noch eine weitere Funktion: Sie bereitet die Mitarbeiter des Unternehmens auf einen „Philosophiewechsel“ in der Fertigungssteuerung vor. Gemeinsam durch das IPH und das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover wird in einem zweiten Projekt die Umstellung der Produktionssteuerung auf ein neuartiges, ebenfalls auf Karten basierendes Hybridsystem aus Push- und Pull-Steuerung – die sogenannte CONWIP-Steuerung – eingeleitet. Bei dieser Umstellung kann auf die Erfahrungen der Mitarbeiter mit einer kartengestützten Steuerung zurückgegriffen werden, so dass die Implementierung des Systems erleichtert wird.

Bereits durch die schnell umsetzbare Maßnahme des visuellen Fehlteilmanagements konnte die Fertigung spürbar beruhigt und normalisiert werden – eine wichtige Voraussetzung für die Umstellung auf die CONWIP-Steuerung. Gleichzeitig wurde die Fertigung deutlich schneller, die Termintreue stieg signifikant. Warten auf fehlende Teile ist heute die Ausnahme, nicht die Regel. Im Bedarfsfall übersteuern die Fehlteilkarten gezielt die Vorgaben des ERP-Systems. Nicht mehr die persönliche Präferenz des einzelnen Mitarbeiters steht im Vordergrund, sondern eine sinnvolle Bearbeitungsreihenfolge der Aufträge unter übergeordneten Termingesichtspunkten.

Ein Mitarbeiter freut sich besonders über das Funktionieren der neuen Steuerung: der ehemalige „Terminjäger“. Für ihn ist es deutlich ruhiger geworden. Heute ist es nicht mehr seine Aufgabe, Terminen hinterher zu jagen, die sich eh nicht einhalten lassen. Statt dessen sammelt er in der Produktion in aller Ruhe Informationen über den Status der Aufträge. So ist aus dem Jäger ein Sammler geworden. **Steffen Reinsch, Mario Leupold, IPH**

## CONWIP setzt alles auf eine Karte

Ähnlich wie die Kanban-Steuerung greift die CONWIP-Steuerung auf die Verwendung von Karten zurück, mit denen die Bereitstellung von Bauteilen dezentral gesteuert wird. CONWIP kombiniert dabei die beiden alternativen Steuerungsprinzipien **Push** und **Pull**.

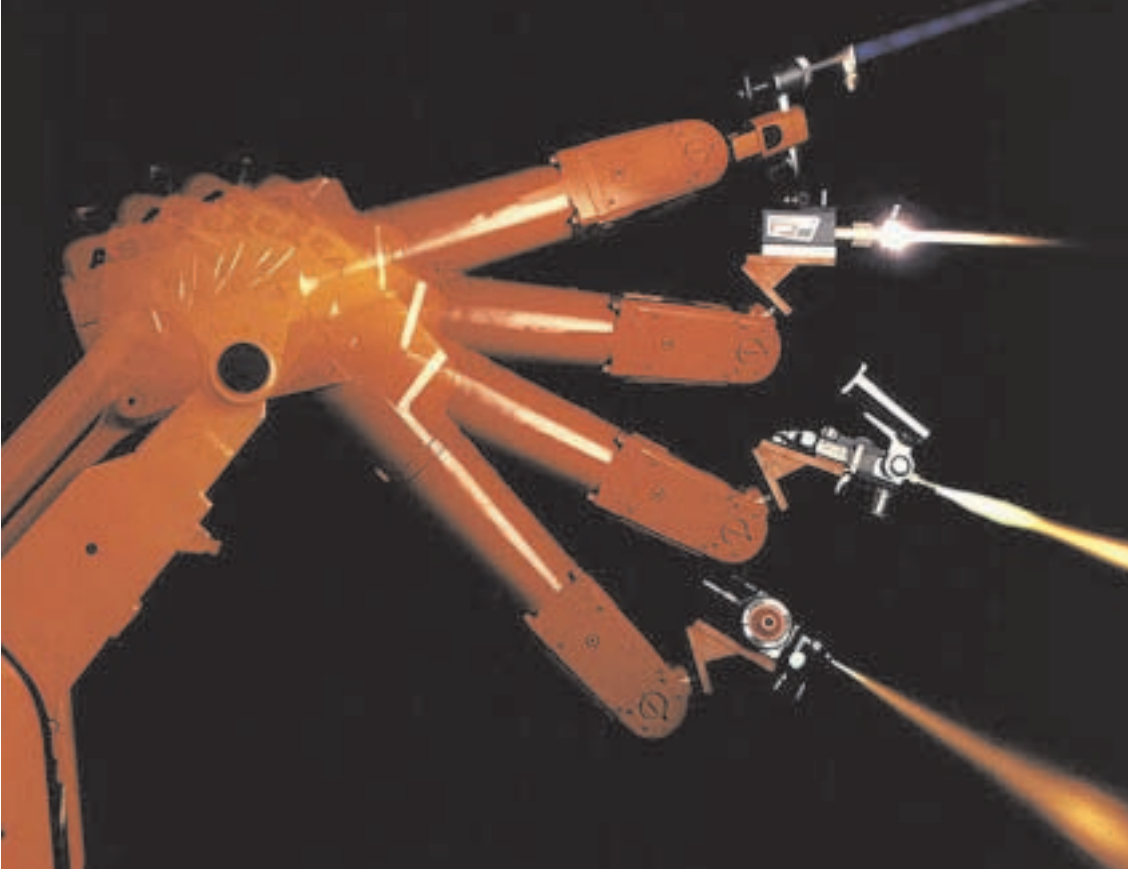
Sobald ein Los von Bauteilen zur Weiterbearbeitung aus einem Lager entnommen wird, wird ein Kartensignal an den **Anfang einer Fertigungskette** zurückgereicht und löst dort nach dem Pull-Prinzip einen neuen Bearbeitungsauftrag zur Nachproduktion der entnommenen Komponenten aus. Das Kartensignal dient also – und hier unterscheidet sich CONWIP von Kanban – nicht nur der Kommunikation zwischen zwei aufeinanderfolgenden Arbeitsstationen, sondern innerhalb einer ganzen **Kette von Arbeitssystemen**.

Die Reihenfolge der Bearbeitung und die Auftragsterminierung wird von einem übergeordneten ERP-System festgelegt

und der Auftrag nach dem Push-Prinzip von Arbeitssystem zu Arbeitssystem weitergereicht.

Durch die festgelegte und begrenzte Anzahl an Karten, die nicht fix an einen bestimmten Bauteiltyp gebunden sind, wird der Umlaufbestand gedeckelt, da ohne eine Karte an den betroffenen Arbeitssystemen kein neuer Auftrag ausgelöst werden kann – auch nicht bei frei verfügbarer Kapazität am Arbeitssystem. Mit der CONWIP-Steuerung werden so **gleichmäßige Bestände** an den Arbeitssystemen ermöglicht. Diese Eigenschaft gab dem System seinen Namen: die Abkürzung CONWIP steht für „Constant Work in Progress“.

Im Gegensatz zu reinen Kanban-Systemen kann CONWIP auch bei schwankendem Nachfrageverlauf und größerer Variantenvielfalt eingesetzt werden.



## Dick aufgetragen

**Die thermische Spritztechnik ermöglicht die Beschichtung unterschiedlichster Grundwerkstoffe mit nahezu beliebigen Werkstoffen. Neu entwickelte, leistungsstarke Verfahren mit Überschallströmungen weisen dabei den Weg in die Zukunft.**

Die Natur entwickelte im Laufe der Jahrmillionen Oberflächen verschiedenster Art und Funktion. Die Rinde eines Baumes, die menschliche Haut, die Schuppen eines Haifisches sind nur wenige Beispiele für die Vielfalt natürlicher Schichten. Die funktionelle Trennung zwischen Grundmaterial und Oberfläche dient als Beispiel für die Entwicklung von Schichten in der Technik. Eines der ältesten Beispiele ist das Härten von Stahlwerkstoffen zur Verbesserung der Verschleißbeständigkeit.

In jüngerer Zeit hat die Oberflächen-technologie an Bedeutung gewonnen. Schichtwerkstoffe und -verfahren wurden und werden entwickelt, die es erlauben, einen preiswerten Grundwerkstoff mit einer Oberflächenbeschichtung zu veredeln, so dass moderne, oftmals multifunktionale Bauteile den gestiegenen Anforderungen genügen. Die thermische Spritztechnik leistet hierzu einen wertvol-

len Beitrag in der Reihe der Verfahren der Oberflächentechnik.

### *Vom Pulver zur Schicht*

Sämtliche Verfahren der thermischen Spritztechnik lassen sich bezüglich ihres Prozessablaufs durch folgendes Prinzip beschreiben: Ein Spritzwerkstoff in Pulver-, Draht- oder Stabform wird in eine Energiequelle eingebracht und darin an- oder aufgeschmolzen, bei neuesten Verfahren teilweise lediglich erwärmt. Der Spritzzusatzwerkstoff wird dann durch einen Gasstrahl beschleunigt und in Richtung des vorbereiteten Bauteils geschleudert, wo er sich schichtbildend niederschlägt.

Die am weitesten verbreiteten Verfahren sind das Flammstritzen, das Lichtbogenspritzen und das atmosphärische Plasmaspritzen (APS). Neuere Entwicklungen folgen dem Trend zu immer

höheren Geschwindigkeiten und höheren Leistungen. In den letzten zehn Jahren entstanden Verfahren wie das Hochleistungsplasmaspritzen, das Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF: High Velocity Oxygen Fuel Spraying) und das Kaltgasspritzen (CGDS: Cold Gas Dynamic Spraying). Bei diesen Prozessen können Überschallströmungen mit einer Geschwindigkeit der Gase von mehr als 2000 m/s entstehen. Der Trend zu höheren Geschwindigkeiten hält dabei noch immer an.

Thermisch gespritzte Schichten besitzen in Abhängigkeit vom verwendeten Spritzzusatz und -verfahren eine unterschiedlich hohe Porosität. Mit schnellen Verfahren, wie beispielsweise dem HVOF, lassen sich sehr dichte Schichten herstellen (Porosität < 1%). Als Spritzzusätze sind alle Werkstoffe verwendbar, die schmelzbar sind und sich während des Spritzprozesses nicht zersetzen. Ein brei-

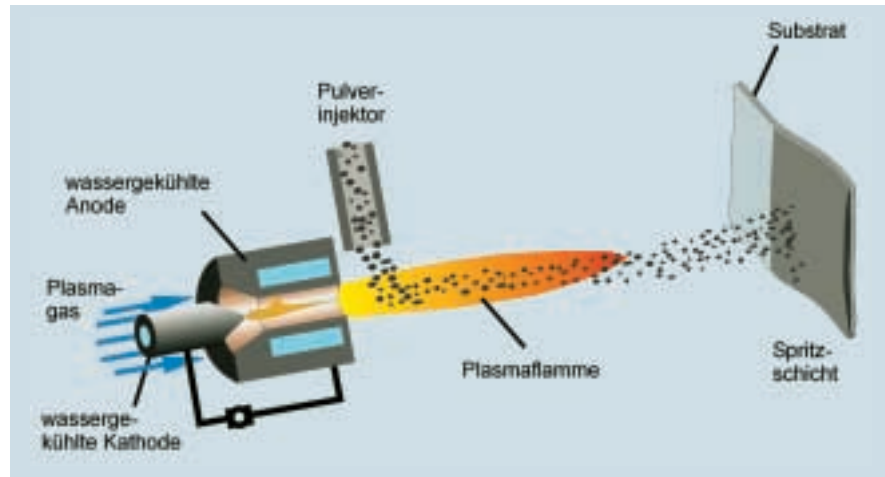
tes Spektrum an Werkstoffen wie Metalle, Legierungen, Keramiken, Cermets und diverse Kunststoffe können zu Beschichtungen verarbeitet werden. Als Substrate eignen sich metallische Werkstoffe sowie Keramiken und Kunststoffe.

### Schneller Produzieren

„Die Kosten der Spritztechnik“, erläutert Dr. Klaus Nassenstein, Marketingleiter der Gesellschaft für thermischen Verschleißschutz (GTV), „setzen sich aus verschiedenen Faktoren zusammen: Bauteilvorbereitung und -rüstzeit, Beschichtungszeit, Kosten für Pulver, Anlagenkosten inklusiv Abschreibung und Verbrauchskosten wie Ersatzteile, Strom, Gas, Wartung. Die Kostenreduzierung zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit eines neuen Beschichtungssystems muss zwangsläufig an einem oder besser an mehreren Punkten ansetzen.“ Beispielhaft für dieses Prinzip ist die aktuelle Entwicklung einer Hochgeschwindigkeits-Düse für das Lichtbogenspritzen am Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover. Sie erlaubt eine höhere Auftragsrate beim Beschichten, verkürzt damit die Spritzzeit und führt zu schnellerem Produzieren bei geringeren Kosten. Gleichzeitig wird bei der Entwicklung darauf geachtet, dass der Partikelstrahl gebündelt austritt, was geringere Pulververluste und deshalb reduzierte Zusatzwerkstoffkosten zur Folge hat. Im Übrigen lässt sich die Schichtqualität durch die erhöhten Partikelgeschwindigkeiten verbessern. Insgesamt ein attraktives Verfahren für den industriellen Einsatz.

betrachtet werden. Schichten aus Titan oder Hydroxylapatit auf medizinischen Implantaten stellen andere Rahmenbedingungen für eine Schichtentwicklung als Zirkoniumoxid-Schichten zur Wärmedämmung auf Turbinenschaufeln. Letztere können mittels thermischer Spritzverfahren in kurzer Zeit bis über 2 mm dick hergestellt werden.

mung mittels Diodenlaser und dem Schichtabtrag durch anschließendes Trockeneisstrahlen. Das Entschichtungsprinzip beruht dabei hauptsächlich auf einem Thermoschockeffekt, der durch eine mechanische Absprengung der Schicht durch die annähernd 700fache Volumenexpansion der CO<sub>2</sub>-Pellets bei deren Sublimation unterstützt wird. Ein Abtrag von



Beim Plasmaspritzen wird Spritzwerkstoff in Form von Pulver durch thermische Energie (Plasma) aufgeschmolzen und schichtbildend auf das Werkstück geschleudert.

Schichten von wenigen Zehntel Millimetern bis hin zu einigen Zentimetern ist damit ressourcenschonend möglich.

### In Kreisläufen denken

Noch am Anfang der Entwicklung steht das Gebiet der Entschichtungstechnologie. Die durch thermische Beschichtungsverfahren entstandenen Stoffverbunde, die im betrieblichen Einsatz verschiedenen Angriffen ausgesetzt sind, verschleßen durch chemischen oder mechanischen Materialabtrag. Mit dem Ziel einer positiveren Ökobilanz wird an leis-

### Den Prozess im Blick

Besonders sensible Anwendungsfelder wie etwa in der Raumfahrt oder in der Medizintechnik erfordern zum einen eine gleichbleibende Schichtqualität und zum anderen in besonderem Maße eine rasche Weiterentwicklung der Schichtsysteme. Dies ist bei den teilweise sehr komplexen Verfahren nicht einfach. Aus diesem Grund wurden in den vergangenen zehn Jahren verschiedene Diagnostikverfahren entwickelt, die prozessrelevante Daten messen. Diese Daten dienen dazu, den Prozess zu kontrollieren und das Prozessverständnis zu erweitern. Während moderne Spritzsysteme Daten wie Gasflüsse oder Brenner-temperatur automatisch protokollieren, ist es für die Messung des Inflight-Verhaltens des Spritzmaterials und der Eigenschaften des Substrats noch immer notwendig, zusätzliche diagnostische Verfahren anzuwenden. Als eine der wesentlichen Eigenschaften des Substrats wird der Temperaturverlauf während des Beschichtungsprozesses mit Hilfe von Thermografie-Kameras oder Pyrometern gemessen. Die Temperatur und die Geschwindigkeit sind die wesentlichen Parameter der Partikel während des Prozesses und können mit verschiedenen kommerziell erhältlichen Methoden aufgenommen werden. **Thomas Rothardt, IW**



Leistungsfähige Schichten für höchste, technische Ansprüche kommen beispielsweise bei Bioimplantaten und Turbinenschaufeln zum Einsatz.

Gerade bei einer anwendungsorientierten Forschung, wie im Bereich des thermischen Spritzens am IW, muss das Anforderungsprofil einer Bauteiloberfläche mit

leistungsfähigen und flexiblen Entschichtungsverfahren gearbeitet, die es in Zukunft erlauben, die Stoffkreisläufe für Grund- und Spritzwerkstoffe zu schließen.

Auf diesem Gebiet gelang am IW die Entwicklung eines Hybrid-Hochleistungsentschichtungsverfahrens. Es besteht aus der Kombination der Oberflächenerwär-

# Laserschnelle Prototypen

Die schnelle Herstellung von Prototypen ist besonders zur Beschleunigung der Entwicklung von neuen Produkten wichtig. Mit lasergestützten Fertigungstechnologien kann man heute auch komplexe mikroskalige Prototypen innerhalb kurzer Zeit herstellen.

Technologien zur schnellen Herstellung von Prototypen werden heute üblicherweise mit der englischen Benennung „Rapid Prototyping“ (RP) bezeichnet. Die technologische Entwicklung in diesem Bereich schreitet mit enormer Geschwindigkeit voran. Zur Zeit wird hierbei mit Kunststoff, Wachs, Sand, Metallen und mehrphasigen Werkstoffen gearbeitet. Im Folgenden werden lasergestützte RP-Ver-

fahren, wohingegen dickere Schichten die Produktionsgeschwindigkeit erhöhen.

## Flüssiger Klassiker

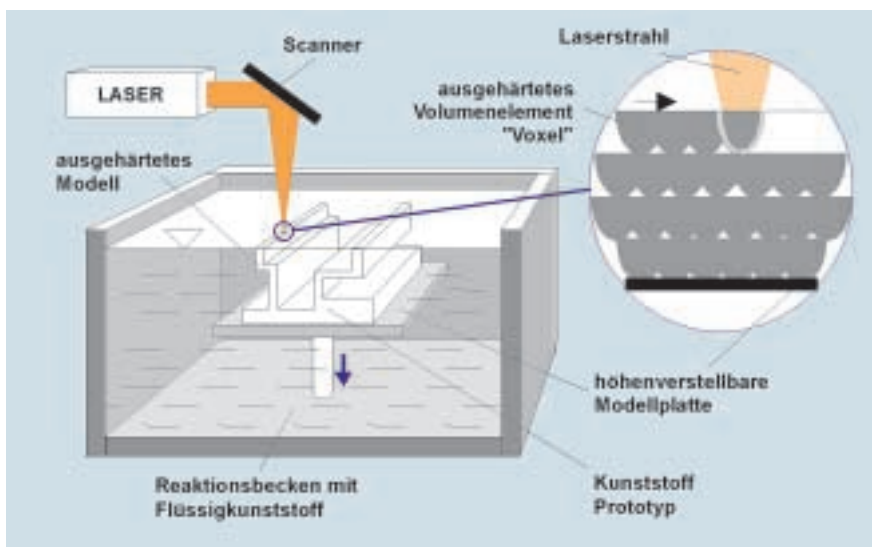
Der mit gut 20 Jahren Entwicklungszeit auf dem Markt befindliche Klassiker unter den RP-Verfahren ist die sogenannte Stereolithographie. Die Stereolithographie

lasergestützten Stereolithographieverfahren eine Modellplatte, die als Basisplatte bezeichnet wird. Der Prototyp wird dadurch erzeugt, dass ein Laserstrahl die Oberfläche des auf der Modellplatte befindlichen Flüssigpolymers überstreicht. Die Laserstrahlung initiiert hierbei eine chemische Reaktion, durch die der Flüssigkunststoff aushärtet. Nachdem die Schicht ausgehärtet ist, wird die Modellplatte üblicherweise um 0,05 bis 0,2 mm abgesenkt. Daraufhin wird das Flüssigpolymer über dem Prototyp verteilt und die nächste Schicht des Prototyps wird erzeugt.

## Klein und präzise

Die Genauigkeit des Verfahrens ist vergleichsweise hoch. Mit Blick auf den Markt der Mikrosystemtechnik sind die derzeit auf dem Markt befindlichen RP-Maschinen zur Stereolithographie jedoch normalerweise als nicht ausreichend präzise und schnell einzustufen. Gemeinsam mit seinen Kooperationspartnern hat das LZH daher eine neue Anlagentechnik und zugehörige Flüssigpolymersysteme entwickelt. Unterstützt wurden diese Arbeiten durch die Europäische Union. Die neu entwickelte Technik wird entsprechend dem Projektnamen MIPRO (Micro Rapid Prototyping) genannt.

MIPRO ist eine laserbasierte Anlage zur schnellen und flexiblen Herstellung von Mikro-Prototypen durch Stereolithographieverfahren oder selektives Laserstrahlintern. Dank der Verwendung hochpräziser Komponenten und der Entwicklung neuartiger Rohmaterialien ist es mit MIPRO erstmals möglich, Rapid Prototyping-Verfahren für Bauteile im Mikrometerbereich einzusetzen. Mit Hilfe dieser Technologie können auch Strukturprototypen mit verbesserter Genauigkeit einfach und schnell erzeugt werden. Über Kooperationspartner wird die neue Tech-



Bei der lasergestützten Stereolithographie wird Flüssigkunststoff mit dem Laserstrahl präzise ausgehärtet.

fahren sowie eigene Entwicklungen des Laser Zentrums Hannover (LZH) zur Erhöhung der Produktionsgenauigkeit vorgestellt.

Die neuen RP-Verfahren nutzen CAD-Modelle als Ausgangspunkt für die Modellherstellung. Voraussetzung ist, dass die Modelle bereits dreidimensional konstruiert wurden. Über verschiedene Austauschformate werden diese Daten dann an die RP-Maschinen weitergegeben. Diese zerlegen den aufzubauenden Prototyp dann intern in einzelne horizontale Schichten von wenigen 0,01 mm bis etwa 0,3 mm. Dünnere Schichten steigern in der Regel die Oberflächenqualität des

wird eingesetzt, um aus Flüssigkunststoffen Prototypen herzustellen. Neben diesem Verfahren ist eine Vielzahl anderer Verfahren auf dem Markt, die in Wachs, Sand oder Thermoplasten Prototypen direkt auf der Basis von CAD-Modellen erstellen können. Kunststoff- und Wachsprototypen können durch Gießtechniken auch in metallische Prototypen umgewandelt werden. Der Gießprozess erfordert hierbei allerdings einen zusätzlichen Zeitaufwand von bis zu zwei Wochen.

Laserbasierte Verfahren bieten hier eine zeit- und kostensparende Alternative zu konventionellen Methoden und sind zudem äußerst präzise und flexibel einsetzbar.

Als Unterlage für die erste Ebene des herzustellenden Prototypen dient beim



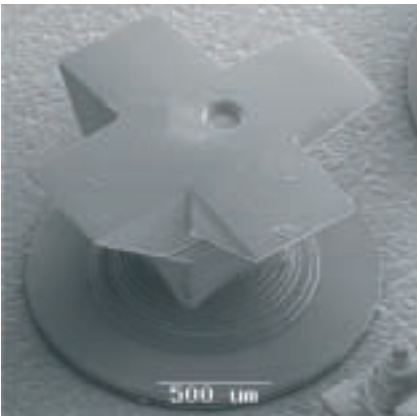


Mit dem im LZH entwickelten Anlagensystem MIPRO lassen sich Mikro-Prototypen schnell und flexibel herstellen.

nik auf dem Markt sowohl als Maschinensystem als auch als Dienstleistung angeboten.

#### **Metalle direkt versintern**

Ein etabliertes Verfahren zur direkten Herstellung von metallischen Prototypen ist das selektive Laserstrahlsintern. Hierbei wird statt des Flüssigpolymerbads ein Pulver verwendet, das erst auf dem Bauteil deponiert und dann mit dem Laser versintert wird. Die einzelnen Pulverpartikel werden dann über die thermische Energie des Laserstrahls miteinander verbunden. Zur Erhöhung der Prozessstabilität und -geschwindigkeit hat man



Die Stereolithographie eignet sich zur Herstellung präziser Prototypen im Mikro-Format.

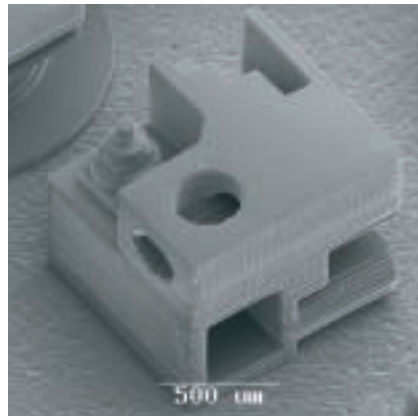
hierzu anfänglich Metallpulver mit einer thermoplastischen Kunststoffschicht überzogen. Der laserinduzierte Sintervorgang hat dann die Kunststoffhüllen der Pulver miteinander versintert. Durch diese selektive Reaktion nur einer Komponente der zweiphasigen Pulver hat

das Verfahren seinen Namen bekommen. Die Kunststoffphase des gesinterten Prototyps wird dann in nachfolgenden Arbeitsschritten ausgebrannt und gegen ein Metall wie Kupfer oder Silber ausgetauscht. Die aus diesem Verfahren resultierenden Metallprototypen sind also in der Regel Zweikomponentenwerkstoffe.

Die Entwicklungen am LZH zum Metall-sintern gehen daher in die Richtung, den Sinterprozess zu verbessern, so dass ein direktes Versintern von Stählen oder anderen Metallen mit verbesserter Strukturauflösung und Genauigkeit erreicht wird. Als Werkstoffe werden hierbei zum Beispiel Titan und Stahl verwendet. Eine entsprechende Pilotanlage ist im LZH in Betrieb. Kooperationspartner zur Weiterentwicklung des Systems werden derzeit gesucht.

#### **Fein aufgeschmolzen**

Ebenfalls im Aufbau befindet sich eine Anlage zum Laserstrahlauftragschweißen von Mikrobauteilen. Bei dieser Anlage werden Metallpulver im einstufigen Verfahren vollständig aufgeschmolzen. Beim



Laserstrahlauftragschweißen wird, ähnlich dem Lasersintern, meist ein Pulver mit dem Laserstrahl Schicht für Schicht aufgeschmolzen. Die zügige Bewegung des Laserstrahls bewirkt hierbei eine schnelle Abkühlung der Schmelze. Dies führt zu einer besonders feinkörnigen metallischen Struktur und weitestgehend porenfreien Metallbauteilen.

Vorteile dieser Metallprototypen erge-

ben sich besonders aus einer Steigerung der Festigkeit der Bauteile, ohne auf nachfolgende Techniken wie die Infiltration zurückgreifen zu müssen. Neben der schnellen Herstellung von Prototypen eignet sich dieses Verfahren unter anderem auch für die Reparatur von Bauteilen oder Werkzeugen.

#### **Schicht für Schicht**

Durch das LOM-Verfahren (Laminated Object Manufacturing) werden Papier-, Kunststoff- oder andere Materialien Schicht für Schicht ausgeschnitten und übereinandergeklebt. Vorzugsweise werden Laser für das Schneiden der Materialien eingesetzt. Ist das LOM-Modell fertiggestellt, muss es noch ausgeformt



Mikroskalige Funktionsbauteile, stereolithographisch innerhalb von wenigen Stunden hergestellt, können beispielsweise als Sensorgehäuse eingesetzt werden.

werden. Danach kann man das Modell noch weiter bearbeiten, beispielsweise schleifen, polieren oder lackieren. Bei der Herstellung von LOM-Prototypen steigt die Prozesszeit, da der Laser hierbei zum Schneiden der Außenkontur und nicht zur direkten Herstellung der Prototypenoberfläche eingesetzt wird. Das Schneiden dieser Materialien mit dem Laser gehört mittlerweile zum Stand der Technik.

#### **Bessere Strukturauflösungen**

Die Weiterentwicklung der Rapid-Prototyping-Techniken schreitet stetig voran. Bessere Strukturauflösungen von beliebig komplex geformten Körpern werden in den nächsten Jahren auf dem internationalen Markt auch für die gängigsten Konstruktionswerkstoffe erwartet. Hierbei ist es eine Aufgabe des LZH, durch Forschung und Entwicklung auch RP-Verfahren weiter zu entwickeln und einen Technologietransfer von der Forschung in die Industrie zu gewährleisten.

Stefan Czerner, Hinrich Becker, Axel Beil, LZH

## Supply-Chain-Management via Internet

Das IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover entwickelt gemeinsam mit einem niedersächsischen Maschinenbauunternehmen und der Firma Klotzek.de ein internetbasiertes Supply-Chain-Managementsystem (iSCM), um Geschäftsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette wirtschaftlicher zu gestalten. Das System nutzt das Internet, um den Anlagenhersteller mit Lieferan-



ten, Dienstleistern und Kunden zu verbinden. Dabei wird zwischen Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen (Business to Business) und zwischen Unternehmen und Endkunden (Business to Customer) unterschieden. Mit dem

Modul Business to Business (B2B) werden verschiedene Geschäftsprozesse unternehmensübergreifend verknüpft. Das Modul Business to Customer (B2C) ermöglicht dem Kunden eine graphisch interaktive Anlagenplanung im Internet. Der Austausch von Unternehmensdaten zwischen Lieferanten, Hersteller und Kunden wird durch das System signifikant beschleunigt. Durch den Einsatz des Internets als Übertragungsmedium können außerdem Handelsvertretungen weltweit auf das iSCM-System zugreifen und kunden- bzw. lieferantenspezifische Daten abrufen. So kann schnell auf Kundenanfragen reagiert werden. Das Tool umfasst u. a. Funktionalitäten von der Anlagenauslegung über das Reklamationsmanagement bis hin zum Ersatzteil-

service. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und durch den Projekträger Fachinformation (PTF), Darmstadt begleitet.

**Informationen:** [www.iscm-online.de](http://www.iscm-online.de)

## Erfolgsfaktor Logistikqualität

Für Produktionsunternehmen ist die Qualität logistischer Prozesse zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor geworden.



Foto: Jungheinrich

Das Buch **Erfolgsfaktor Logistikqualität**, das im Oktober 2001 in einer vollständig überarbeiteten Neuauflage erscheint, stellt ein System zur Beherrschung der logistischen Qualität vor, das auf bewährten Ansätzen und Methoden des technischen Qualitätsmanagements beruht. Neben einem Prozessmodell und einem System logistischer Merkmale werden die Planung, Sicherung und Verbesserung der logistischen Qualität in Produktionsunternehmen auf der strategischen, dispositiven und operativen Ebene verdeutlicht.

Springer-Verlag, DM 89,90 (Euro 44,45), ISBN 3-540-42362-1

## Viermal jährlich Produktionstechnik

Die Zeitschrift **phi – Produktionstechnik Hannover Informiert** können Sie viermal jährlich kostenlos lesen.

Einfach im Internet unter [www.phihannover.de/abo.htm](http://www.phihannover.de/abo.htm) bestellen oder anrufen unter Telefon (05 11) 27 97 65 00.

## Handlungskatalog zur Lasersicherheit

Das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) hat gemeinsam mit Laseranwendern aus der Industrie einen speziell auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zugeschnittenen Handlungskatalog zur Lasersicherheit erarbeitet. Der Katalog ermöglicht es kleinen und mittleren Unternehmen, die Arbeits- und Umweltsicherheit in den Betrieben sicherzustellen. Der Katalog beinhaltet Module und Tabellen zur Gefährdungsanalyse, Erfassung von Energie- und Stoffströmen, Hinweise zum korrekten Umgang mit Abfällen sowie zur Verbesserung der Umweltbilanz. Außerdem enthalten sind rechtliche Rahmenbedingungen für den sicheren betrieblichen Lasereinsatz und Forschungsergebnisse zur Emissionsminimierung.

Der Handlungskatalog wird derzeit einer betrieblichen Prüfung unterzogen



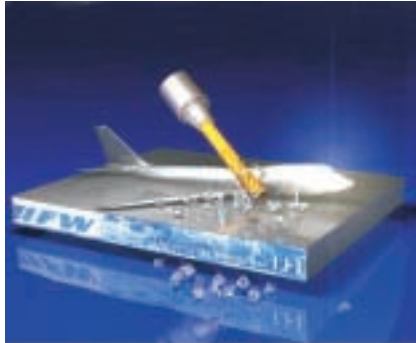
und ist demnächst erhältlich. Interessierte Betriebe können sich jedoch bereits jetzt vormerken lassen.

**Vorbestellung per E-Mail:**  
LZH, Thomas Püster, [pu@lzh.de](mailto:pu@lzh.de)

## Neue Fertigungstechnologien in der Luft- und Raumfahrt

Vom 28. bis 29. November 2001 findet in Hannover zum ersten Mal das Seminar „Neue Fertigungstechnologien in der Luft- und Raumfahrt“ statt. Veranstaltet wird das Seminar vom Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover.

Referenten aus führenden Unternehmen der Branche stellen in ihren Vorträgen Trends der virtuellen Produktent-



stehung, neue Maschinenkonzepte und innovative Fertigungstechnologien vor. Das Seminar bietet eine Plattform für den Austausch unter Experten und hat das Ziel, neuestes Fachwissen zu vermitteln und die Diskussion unter Fachleuten anzuregen.

**Information und Anmeldung:**  
IFW, Markus Groppe,  
Telefon (0511) 762-2389,  
groppe@ifw.uni-hannover.de

## Neues Zentrum für Produktionstechnik

Im Juli 2004 ist es soweit: In dem neuen Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH) arbeiten Wissenschaft und Industrie zusammen unter einem Dach. Sechs Institute des Maschinenbaus der Universität Hannover und namhafte Industrieunternehmen aus verschiedenen Branchen werden in Garbsen bei Hannover ein neues Modell der Zusammenarbeit umsetzen.

Von der Produkt- und Werkstoffentwicklung bis hin zu Fertigungs- und Montagetechniken wird im PZH an konkreten Projekten für die industrielle Praxis gearbeitet. In Laboratorien und Versuchsfeldern des Zentrums werden die Partner neue Forschungsergebnisse praktisch erproben und direkt anwenden. „In Zusammenarbeit mit anderen Hochschulstandorten in Niedersachsen ist das PZH ein bedeutender Baustein, um Niedersachsen in der Produktionstechnik zu einer führenden Technologieregion zu machen“, erklärt der Geschäftsführer des PZH, Dipl.-Ing. Henning Ahlers.

### Public-Private-Partnership

Bund, Land und Privatwirtschaft investieren rund 120 Millionen Mark in den Neubau des Zentrums. Damit ist das PZH eines der größten Bauvorhaben der Universität Hannover in den nächsten Jahren. Die Universität bringt mit vorhandenen Maschinen und Geräten 94 Millionen Mark in das Projekt ein. Zusätzlich zu 300 Wissenschaftlern und 50 Techni-



Foto: Universität Hannover

kern werden bis zu 250 hochqualifizierte Arbeitsplätze durch die beteiligten Unternehmen geschaffen.

### Stararchitekten gewinnen Wettbewerb

Den Wettbewerb für die architektonische Gestaltung des Produktionstechnischen Zentrums gewann das Münchener Architekturbüro Henn Architekten & Ingenieure. Die Sieger der Ausschreibung sind international bekannt für innovative

Gewinner des Architekturwettbewerbs für das Produktionstechnische Zentrum ist Professor Henn (2. von rechts) mit seinem Münchener Büro.

Industriebauten und Forschungszentren: Unter anderem entwarfen sie die Wolfsburger Autostadt, die „Gläserne Manufaktur“ in Dresden und das BMW-Forschungszentrum FIZ in München.

Der Baubeginn des Zentrums erfolgt im November 2002. Im Juli 2004 soll der erste Bauabschnitt in Betrieb genommen werden. Für das Jahr 2009 rechnen die Betreiber mit der endgültigen Fertigstellung des Zentrums.

# vorschau

Die nächste Ausgabe von *phi*  
erscheint im Januar 2002



## *Maschinen – Werkstoffe – Verfahren*

Maschinen für die synchrone  
Produktion

Zirkular durch CFK

Leichte Pulver in Form gebracht

Neue Wege in der Umformtechnik

Wasserabrasivstrahltechnologie

Neue Laserverfahren für die  
Glasbearbeitung

## *Beteiligte Institute*

Institut für Fabrikanlagen und  
Logistik der Universität Hannover

**IFA**

Institut für Fertigungstechnik und  
Spanende Werkzeugmaschinen  
der Universität Hannover

**IFW**

Institut für Umformtechnik  
und Umformmaschinen  
der Universität Hannover

**IFUM**

Institut für Werkstoffkunde  
der Universität Hannover

**IW**

IPH - Institut für Integrierte Produktion  
Hannover gemeinnützige GmbH

**IPH**

Laser Zentrum Hannover e.V.

**LZH**

