



# phi

*Produktionstechnik Hannover informiert*



Foto Beckhoff



*Mehr Qualität  
für heiße Ware*



*Auf die Linie  
kommt es an*

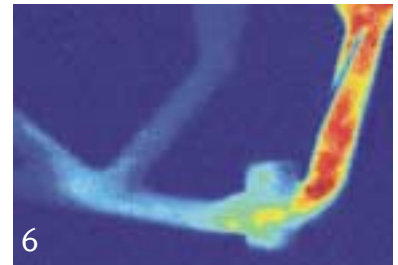


*Frischer Wind in  
der Zuführtechnik*

## *Prozesskontrolle und -steuerung*

# inhalt

- 3 **Progressive Methoden der Prozesskontrolle und Qualitätssicherung**
- 6 **Online-Prozessdiagnose beim Kokillenguss**
- 8 **Mehr Qualität für heiße Ware**
- 10 **Schweißnahtkontrolle: Auf die Linie kommt es an**
- 12 **Das Ziel heißt Qualität**
- 14 **Frischer Wind in der Zuführtechnik**
- 16 **IT flexibilisiert die Schmiede**
- 18 **Magazin**
- 20 **Vorschau**



6  
Mit Radioskopie und Thermographie wird Kokillenguss durchschaubar.



12  
Geschliffene Qualität durch prozessintegrierte Prüfung.



16  
Flexibles Schmieden: mit IT wird es möglich.

# impressum

*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 Leopold (v.i.S.d.P.)

## Redaktionsanschrift

Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
Telefon: (0511) 2 79 76-116  
Fax: (0511) 2 79 76-888  
E-Mail: redaktion@phi-hannover.de  
Internet: www.phi-hannover.de

## Beteiligte Institute

Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Peter Wiendahl  
Callinstr. 36  
30167 Hannover  
Tel.: (0511) 762-2440  
Fax: (0511) 762-3814  
E-Mail: ifa@ifa.uni-hannover.de  
Internet: 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  
Internet: 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  
Internet: 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  
Internet: 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  
Internet: 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  
Internet: www.lzh.de

## Druck

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

## Layout

demandcom dialogmarketing GmbH  
Stefan Krieger  
Baumarktstraße 10  
30823 Garbsen



An diesem Inspektions-Coil befindet sich ein harmonisches Messsystem der Universität Hannover im industriellen Einsatz.

# *Progressive Methoden der Prozesskontrolle und Qualitätssicherung*

In automatisierten industriellen Produktionsprozessen ist neben einer stabilen Prozessführung eine Qualitätslenkung unerlässlich, um im globalen Konkurrenzkampf bestehen zu können. Dies betrifft nicht nur die multinationalen Firmen, sondern auch kleine und mittelständische Unternehmen, beispielsweise aus der Zulieferindustrie.

Der mittelständische Geräte- und Anlagenbau ist eine der zentralen tragenden Säulen der deutschen Industrielandschaft und ein Garant für die weltweite Gültigkeit des Slogans „Made in Germany“. Dies begründet sich vor allem auf der hervorragenden Qualität der gefertigten Anlagen, die sich durch hohe Fertigungsgenauigkeit und vor allem durch Langlebigkeit und Robustheit im Produktionsbetrieb auszeichnen. Um in Zukunft auf den globalisierten Märkten, die sich durch den Wegfall von Handelshemmnissen wie z. B. nationalen Grenzen und Währungen ergeben, bestehen zu können,

müssen neue Wege zur Prozesskontrolle und -steuerung angestrebt werden. Diese neuen Wege charakterisieren sich durch einen Übergang von der Funktions- zur Prozessorientierung der Produktionssysteme und ermöglichen damit eine prozessintegrierte Qualitätssicherung. Innerhalb der Unternehmensstruktur bzw. Organisation erlaubt dieser Ansatz die systematische Ermittlung und Handhabung der eingesetzten Prozesse und vor allem der Wechselwirkungen zwischen diesen. Diese Maxime wird auch als Prozessmanagement bezeichnet.

## *Prozessintegrierte Qualitätssicherung*

Neue prozessintegrierte Methoden und Sensoren zur Überwachung und Regelung von Fertigungsprozessen ermöglichen die Integration der Qualitätssicherung in die Anlagensteuerung. Die Sensoren erfassen die Wechselwirkungen zwischen Werkzeug und Werkstück und können so echtzeitfähig den Status des Bauteils bestimmen und die Qualität steuern. Somit setzt die Prozesskontrolle an der fundamentalen Stelle des Produktionsprozesses an und ermöglicht neben einer stabilen Prozessführung vor

allein eine Effizienzsteigerung der Fertigungsabläufe.

Diese Strategie der Implementierung des Qualitätsbegriffes in die Fertigung schließt ein Qualitätswissensinformationssystem, das alle prozessrelevanten Daten dokumentiert und ein wissensbasiertes Eingreifen in den Prozess ermöglicht, ein. Neben einer Qualitätssteigerung der Produkte ergeben sich beachtliche Effizienzsteigerungen von Fertigungsabläufen, die auch ein erhebliches Potenzial für Kostensenkungen beinhalten.

Die Sensoren garantieren eine universelle Adaptierbarkeit, um unnötige Einschränkungen der Fertigungssysteme zu vermeiden. Neben den flexiblen Messaufgaben ist die Gewährleistung des



Durch eine effektive Prozesskontrolle und -steuerung lassen sich hohe Qualitätsstandards bei der Fertigung von Hochleistungsbauteilen realisieren.

reproduzierbaren Einsatzes der Messmittel sowie die echtzeitfähige Bestimmung der Qualität während der Produktentstehung eine der Stärken der prozessintegrierten Qualitätsprüfung.

Ein weiteres Feature der prozessintegrierten Sensorik ist die Implementierung des Total-Quality-Management-Konzeptes in den Produktentstehungsprozess, in dem die Produktqualität nun eine Regelgröße und nicht eine Störgröße ist. Durch eine Integration der Produktionseinheiten in übergeordnete Unternehmensmanagementsysteme wird der Forderung nach einer gesteigerten Prozessorientierung in der Unternehmensorganisation nachhaltig Rechnung getragen. Die ganzheitliche Sichtweise des Themas Qualität garantiert die Implementierung von Modellen wie dem EFQM-Award und Balanced Scorecard

(ausgewogener multikultureller Berichtsbogen). Die Vision und Strategie des Performance-Measure-Instrumentkonzeptes wird von der prozessintegrierten Qualitätsprüfung aufgegriffen und in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt. Es zeigt sich also, dass die prozessintegrierte Qualitätsprüfung die Strategieparadigmen der genannten Business-Exzellenz-Konzepte aufgreift und sich als Qualitätsmodell der zweiten Generation durchsetzen wird.

### *Neuartige Auswertestrategien*

In Verbindung mit prozessintegrierten Sensoren erlauben neuartige Auswertemethoden echtzeitfähige Bewertungen der Sensordaten. Hier kommen mathematische Verfahren zum Einsatz, die auf der Wavelet-Technologie bzw. auf neuronalen Netzen beruhen.

Wavelets erlauben nicht nur die Kompression von Daten – z. B. werden sie im Audio-Bereich zur Komprimierung von Musikstücken verwendet – sondern eröffnen auch für die Messtechnik interessante Perspektiven, wie etwa die Zeitfrequenz-Analyse von Signalen.

Neuronale Netze sind dem menschlichen Gehirn nachempfunden und beruhen auf einer Vielzahl von Auswertebedingungen, die alle verknüpft sind. Der große Vorteil dieser Netze ist die Fähigkeit des Selbstlernens, d. h. mit jedem ausgewerteten Prozess verfeinert sich das Netz und wird genauer.

In Verbindung mit herkömmlichen Verfahren der digitalen Bildbearbeitung, wie z. B. die Segmentierungsverfahren Region of Interest, Area of Interest oder dem Profillinienverfahren, erlauben diese Auswertemethoden eine neuartige Diagnose prozesstypischer Sensordaten.

### *Weltweite Maschinenüberwachung über das Internet*

Mit einer Implementierung einer umfassenden rechnergestützten Auswertung und Dokumentation der erfassten Anlagen- und Produktionsparameter kann z. B. bei einer Anlagenstörung schnell die Fehlerquelle ermittelt und somit eine hohe Verfügbarkeit der Produktionsanlage gesichert werden. Besondere Beachtung sollte hierbei dem Screendesign des Steuerrechners geschenkt werden, das eine intuitive Bedienung der Anlagen ermöglichen sollte. Je nach Produktionsstandort der Anlage sollte dieses Mensch-Maschine-Interface auf die speziellen regionalen Anforderungen und

Bedürfnisse angepasst werden können. Die umfassende softwarebasierte Prozesskontrolle und -steuerung ermöglicht z. B. auch eine Statusüberwachung der Produktionsanlage online über das Internet. Gerade mittelständische Anlagenbauer können so Wartungs- und Monteurkosten ihrer Kunden senken und trotzdem durch ein schnelles wissensbasiertes Eingreifen von hauseigenen Sys-



Eine am Unterwassertechnikum Hannover (UWTH) modifizierte Sensorik überwacht einen dreifach Autogenbrenner zur X-Schweißnahtvorbereitung.

temspezialisten in den Prozess über das Internet weltweit den Service deutlich erhöhen.

Da diese Spezialisten vom Firmensitz aus mittels eines Callcenters online oder telefonisch Fehler erkennen und lösen können, stehen sie mit ihrer speziellen Fachqualifikation für Weiter- und Neuentwicklungen jederzeit zur Verfügung. Somit wird der Einsicht, dass zu einem wirksamen Qualitätsmanagement ein glaubwürdiges Human-Resource-Management gehört, Rechnung getragen.

### *Old Economy und neue Medien*

Die beschriebene Verschmelzung der Anlagenüberwachung mit dem Internet sollte auf keinem Fall mit den neueren negativen Entwicklungen der New Economy verglichen bzw. kollationiert werden. Firmendesaster, wie sie die Dotcom-Firmen mit ihren monokausalen Rezepten für den Unternehmenserfolg erlebten, können bei einer nachhaltigen Strategie den Firmen der Old Economy nicht geschehen.

Eine Akzeptanz des neuen Mediums Internet als globale Kommunikationsmöglichkeit erlaubt es auch den kleinen und mittelständischen Unternehmen, sich an den Technologien von morgen zu beteiligen. Bereits jetzt wird das Internet von multinationalen Konzernen nicht nur zu Werbezwecken, sondern auch zur Kommunikation z. B. mit Zulieferern genutzt. Weitere Nutzungsformen, wie

beispielsweise digitale Marktplätze, sind in Vorbereitung bzw. stehen kurz vor der Einführung. Eine Beteiligung an diesen Beteiligungen trägt nicht nur zu erheb-

wichtige Hilfestellungen geben. So können wichtige Impulse aus der Grundlagenforschung ohne Zeitverzug die interessierten Unternehmen erreichen



Eine prozessintegrierte Qualitätssicherung kann die endgültige Prüfung der Produkte ersetzen.

lichen Kostensenkungen innerhalb der Unternehmen bei, sondern auch zur Qualitätssicherung durch eine ständige Verfügbarkeit qualitätsrelevanter Daten.

### *Neue Chancen aufgreifen*

Deutlich zu erkennen ist die Synergie zwischen den neuen Konzepten zur Prozesskontrolle und -steuerung und dem globalen Zusammenwachsen der Nationen. Die Globalisierung sollte als Chance für die kleinen und mittelständischen Betriebe aufgefasst und angenommen werden. Durch eine attraktive Umsetzung und Nutzung der beschriebenen neuen Technologien führt die Globalisierung sogar wieder zu einer Regionalisierung der Betriebe und einer starken Anbindung der Fachkräfte an die Firma.

Bei der Umsetzung der genannten Technologien und Wege können die Universitäten durch eine enge Zusammenarbeit gerade mit den regionalen Unternehmen

und damit rasche Reaktionen und Anpassungen auf die schnellen Entwicklungen der einzelnen Teilbereiche der Prozesskontrolle, -steuerung und des Qualitätsmanagements ermöglichen.

### *Universitäre Forschung für die Praxis*

Die Umsetzung von Ergebnissen der erkenntnis- sowie anwendungsorientierten Grundlagenforschung in Zusammenarbeit mit Unternehmen aus dem Bundesgebiet steht zunehmend im Fokus der Universität Hannover. Das Leitbild der Universität hebt unter anderem die wissenschaftlichen Dienstleistungen der Universität zur Steigerung der Zukunftsfähigkeit des Landes und insbesondere der Region hervor.

Besonders ist hier der Transferbereich „Prozessintegrierte Qualitätsprüfung mit Qualitätssystem für metallische Bauteile des Maschinenbaus“, in dem das IW, das IFW, IFUM und das LZH organisiert sind, hervorzuheben. Dieser setzt gemeinsam mit namhaften Firmen unterschiedlicher Branchen Ergebnisse der Grundlagenforschung des gleichnamigen Sonderforschungsbereiches (SFB) prototypisch in industrielle Produktions-

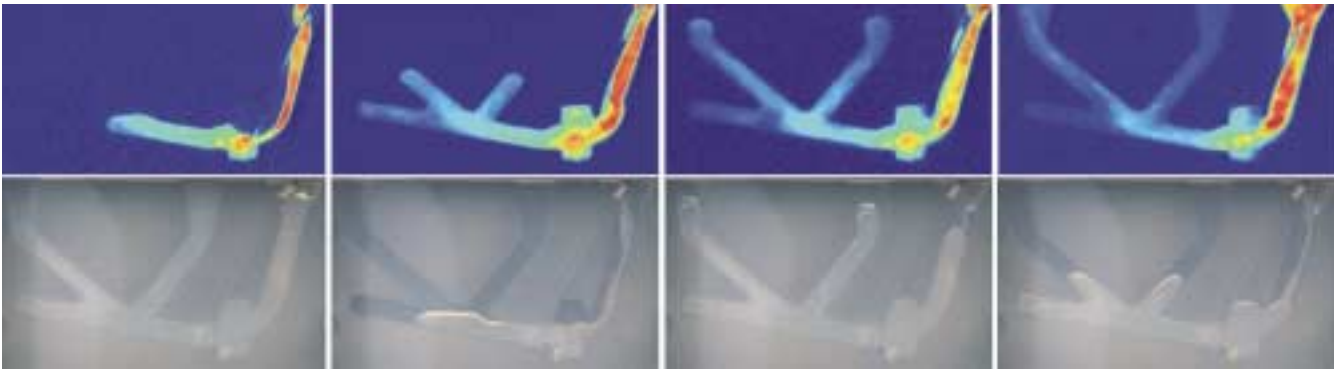
prozesse um. Das Aufgabenprofil der einzelnen Teilprojekte resultiert aus den spezifischen Qualitätsanforderungen von Herstellern und Anwendern der jeweiligen Produktionsbereiche und umfasst die Entwicklung von Qualitätsmanagementsystemen mit echtzeitfähiger prozessintegrierter Sensorik.

Zentraler Baustein der Qualitätsregelkreise ist das vom SFB entwickelte Qualitätssystem QIS. Dieses System ermöglicht die lückenlose Auswertung und Dokumentation der Prozesskenndaten und kommt damit der zentralen Forderung der internationalen Normreihe DIN EN ISO 9000 ff. nach. Bei der Entwicklung des Qualitätssystem wurde auch die modulare Einbindung in übergeordnete Qualitätsmanagementsysteme berücksichtigt. Die einzelnen QIS-Basiseinheiten sind demnach autarke Komponenten, die miteinander vernetzt sind. Das Zusammenspiel der einzelnen Module ermöglicht ein wissensbasiertes Eingreifen in den Fertigungsprozess und eine Rückführung der Qualitätsinformation in den Prozess. Die Qualitätsprüfung ist damit zur aktiven prozessintegrierten Qualitätsprüfung erweitert worden. Diese moderne Qualitätsprüfung ermöglicht eine frühe Fehlererkennung und -korrektur, so dass engere Produktionszyklen und -toleranzen, wie sie vom Markt gefordert werden, in den einzelnen Produktionssystemen der Unternehmen umgesetzt werden können.

Die Kooperation mit außeruniversitären Partnern erfolgt hier nicht nur zur Nutzung der universitären Ergebnisse, sondern es werden auch in gemeinsamen Arbeitskreisen Erfahrungen und Erkenntnisse ausgetauscht. Durch diese überregionalen Kompetenzcluster erreichen wichtige Impulse aus der Praxis sofort und nicht zeitverzögert die interessierten Wissenschaftler. Dieser erhebliche Overhead der gemeinsamen Arbeit ermöglicht rasche Reaktionen und Anpassungen auf die schnellen Entwicklungen der einzelnen Teilbereiche des Qualitätsmanagements.

Die Zusammenarbeit der Wissenschaftler mit der Industrie verläuft überaus erfolgreich, so dass angestrebt ist, zukünftig noch mehr Projekte zu diesem Thema zu initiieren.

**Friedrich-Wilhelm Bach, Heinz Haferkamp, Jochen Weber, IW**



Zweimal Wirklichkeit: Die Bildfolgen zeigen die Einguss-Sequenz, wie sie das menschliche Auge wahrnimmt und wie sie von der Thermographiekamera mit Falschfarben dargestellt wird (rote Farbe = heiß; blau Farbe = kalt).

# Online-Prozessdiagnose beim Kokillenguss

In der Praxis ist der Prozess des Kokillengusses eine „Black Box“. Radioskopie und Thermographie bringen Licht ins Dunkel. Sie ermöglichen online die Überwachung dynamischer und thermischer Prozesszustände und tragen so zur Qualitätssicherung bei.

Gießverfahren sind aufgrund hoher Prozesstemperaturen und meist verdeckter Prozessabläufe nur eingeschränkt mit herkömmlichen Sensoren zu überwachen. Die Erstarrung der Gussstücke in der Form – der Gießer spricht vom Einfrieren in der Kokille – kann in der Regel nicht kontrolliert und gesteuert werden. Das Gussstück entsteht also in einer „Black Box“ und die eigentliche Qualität kann erst im Nachhinein bewertet werden, so dass oft unnötiger Ausschuss produziert wird. Mit den beiden Strahlverfahren Radioskopie und Thermographie stehen dem Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover zwei alternative Messtechniken zur Verfügung, mit denen die Fehlerentstehung bei den verdeckten Prozessabläufen des Gießens beobachtet und analysiert werden kann.

## Den Prozess durchleuchten

Das Messverfahren Radioskopie, in diesem Falle sogar die Mikrofokusradioskopie, beruht auf dem Prinzip der Röntgenstrahlung. „Mit den Röntgen-

strahlen wird die Kokille durchleuchtet“, erklärt Dr. Heidenblut, Leiter der Analysetechnik des IW. „Die Intensität der



Mit Hilfe der Radioskopie können Gießfehler (Lunker) detektiert werden.

Röntgenstrahlen wird in Abhängigkeit der Materialdicke und -masse geschwächt,

so dass das in die Kokille einfließende Schmelzgut mit Hilfe eines Detektors abgebildet werden kann.“

Dieses Durchstrahlungsverfahren ist damit in der Lage, auch verdeckte Prozessabläufe zu erfassen und gleichzeitig eine vergrößerte Abbildung kleinerer Objekte detailgetreu wiederzugeben. Dazu wird der zu untersuchende Kokillenbereich im Strahlengang der Mikrofokusröntgenröhre positioniert und die Röntgenstrahlung mittels eines Röntgenbildwändlers detektiert. Man erhält eine dynamische, zeitabhängige Abbildung der Dichteverteilung im Gussteil auf dem Bildschirm des Röntgenbildwändlers in Form von Videodaten. Damit können Einfüllvorgänge und die Entstehung von Gießfehlern, wie z. B. Lunker und Einfallstellen, gezielt erfasst werden.

Ihr Vorteil gegenüber anderen Messtechniken liegt darin, dass die Radioskopie berührungslos arbeitet, womit die Ankopplung von Sensorik entfällt. In Verbindung mit digitalen Bildverarbeitungstechniken eröffnen sich somit vielseitige Analysemöglichkeiten.

## Heiße Bilder aus der Kokille

Das alternative Messverfahren am Institut für Werkstoffkunde, die Thermographie, nutzt die Eigenstrahlung von Körpern. „Jeder Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt von  $-273\text{ °C}$  emittiert Wärmestrahlung“, erläutert Dr. Heidenblut, der schon Thermographiesensoren für den Weltraumeinsatz entwickelt hat. „Nur bei sehr heißen Gegenständen wie z. B. Stahlschmelze wird diese Strahlung für das menschliche Auge als glutrote Farbe sichtbar. Ähnlich wie die sichtbaren Farben auf unterschiedlichen spektralen Wellenlängen des Lichtes beruhen, kann die Wärmestrahlung auch in nahe, mittlere und ferne Infrarotstrahlung unterteilt werden. Spezielle Kameras, die mit auf die unterschiedlichen Wellenlängen abgestimmten Detektoren ausgerüstet sind, können diese Wärmestrahlungen sichtbar machen.“

Die Wärmebilder, auch Thermogramme genannt, werden dann auf Bildschirmen dargestellt oder direkt in einen Computer eingelesen. Dieses Verfahren wird heute bereits als Standard zur Bewertung der Isolierung von Häusern eingesetzt.

Das direkte Einlesen der Thermogramme durch Computer ermöglicht den Wissenschaftlern nicht nur die Auswertung eines einzelnen Bildes, sondern eines ganzen Filmes, der z. B. einen kom-

speziellen, temperaturbeständigen Glaschaum – ein sogenanntes Aerogel – beobachtet. Der Einsatz dieser hochporösen, nanostrukturierten Gele ermöglicht den Wärmebildsinsatz bereits bei der Formfüllung, so dass neben dem Erstarrungsverlauf auch der initiale Wärmeintrag beobachtet werden kann. Das hierzu entwickelte digitale Auswerteverfahren erlaubt die Bestimmung der Qualität des Gussteils schon in der ersten Phase der Gussteilentstehung.

Der Wärmehaushalt der Kokille, der den Haupteinfluss auf die Qualität des Gusstückes ausübt, wird nach dem Öffnen mit einer zweiten Kamera, die im fernen Infrarotbereich arbeitet, beobachtet. Mit Heizungen und Kühlungen kann dann dieser Wärmehaushalt je nach Ergebnis der digitalen Wärmebildsequenzanalyse gezielt modelliert werden.

### Prozesserfassung, -analyse und Qualitätsoptimierung

Die während des Gießvorgangs aufgenommenen „fehlerbehafteten“ Videodaten werden rechnergesteuert einer Bilddatenanalyse aus mehreren Teilschritten unterzogen.

Neben einer Helligkeits- und Kontrastkorrektur der Radioskopie-Rohdaten ist in weiteren Schritten eine anschließende Fehlersegmentierung durch Bildpunktoperationen – eine sogenannte ROI

Bei den Thermographiesequenzen bieten sich andere Segmentierungsverfahren an. Beispielsweise werden hier bestimmte Profillinien betrachtet und zeitlich aufsummiert. Eine Klassifizierung des thermographisch dargestellten Prozessablaufes erfolgt dann mit neuartigen mathematischen Verfahren, die auf der Wavelet-Technologie oder auf neuronalen Netzen beruhen.

Da diese Auswerteverfahren zeitsynchron zum Prozess laufen, kann die Fehlerentstehung zeitlich bewertet werden und die Fehler können entsprechend ihrer Entwicklung in verschiedene Klassen eingeteilt werden. So kann die Qualität der produzierten Gussteile ermittelt und der Gießprozess rechnergestützt in Echtzeit beeinflusst werden.

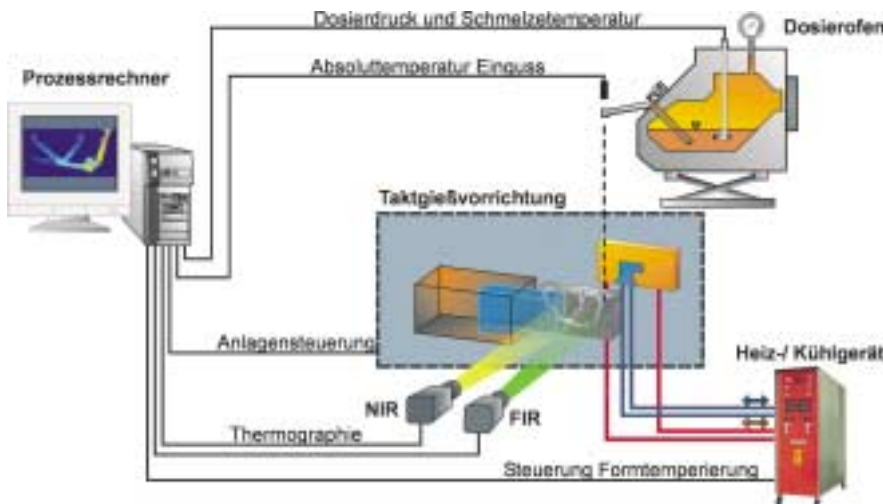
### Aufwand, der sich lohnt

„Die Frage, ob der Aufwand für die Untersuchungen des Gießprozesses gerechtfertigt ist, muss klar mit ja beantwortet werden“, betont Dr. Heidenblut, „da die komplexen Erstarrungsvorgänge des Gießprozesses nur mit diesen aufwändigen Messverfahren vollständig beobachtet und verstanden werden können.“ Die Komplexität resultiert aus der Vielzahl der Prozessparameter, die alle auf unterschiedliche Art und Weise miteinander interagieren. Zu diesen Gießparametern gehören nicht nur die Temperaturen der Schmelze und der Form, sondern auch die chemische Zusammensetzung der Metallschmelze (der Werkstoffkundler spricht von Legierungszusammensetzung) der Formwerkstoff (z. B. Sand, Keramiken oder Stahl) und viele weitere Einflussfaktoren.

Neben Grundlagenuntersuchungen mit einer speziell auf die Produktion von Gießfehlern ausgelegten Kokille, die natürlich nur im Forschungsbetrieb eingesetzt wird, sollen zukünftig die am Institut für Werkstoffkunde entwickelten Verfahren und Systeme im industriellen Dauereinsatz erprobt werden. Hier bieten die Mikrofokusradioskopie und die Thermographie in Verbindung mit den entwickelten digitalen Auswerteverfahren Möglichkeiten, die Prozessstabilität zu erhöhen und die Produktqualität prozessintegriert zu verbessern.

Christian Reichert, Jochen Weber, IW

Reichert, Ch.: Radioskopie an schmelzflüssigen Metallen zur Prozeßoptimierung  
Dissertationsschrift, Fachbereich Maschinenbau, Universität Hannover, Februar 2001

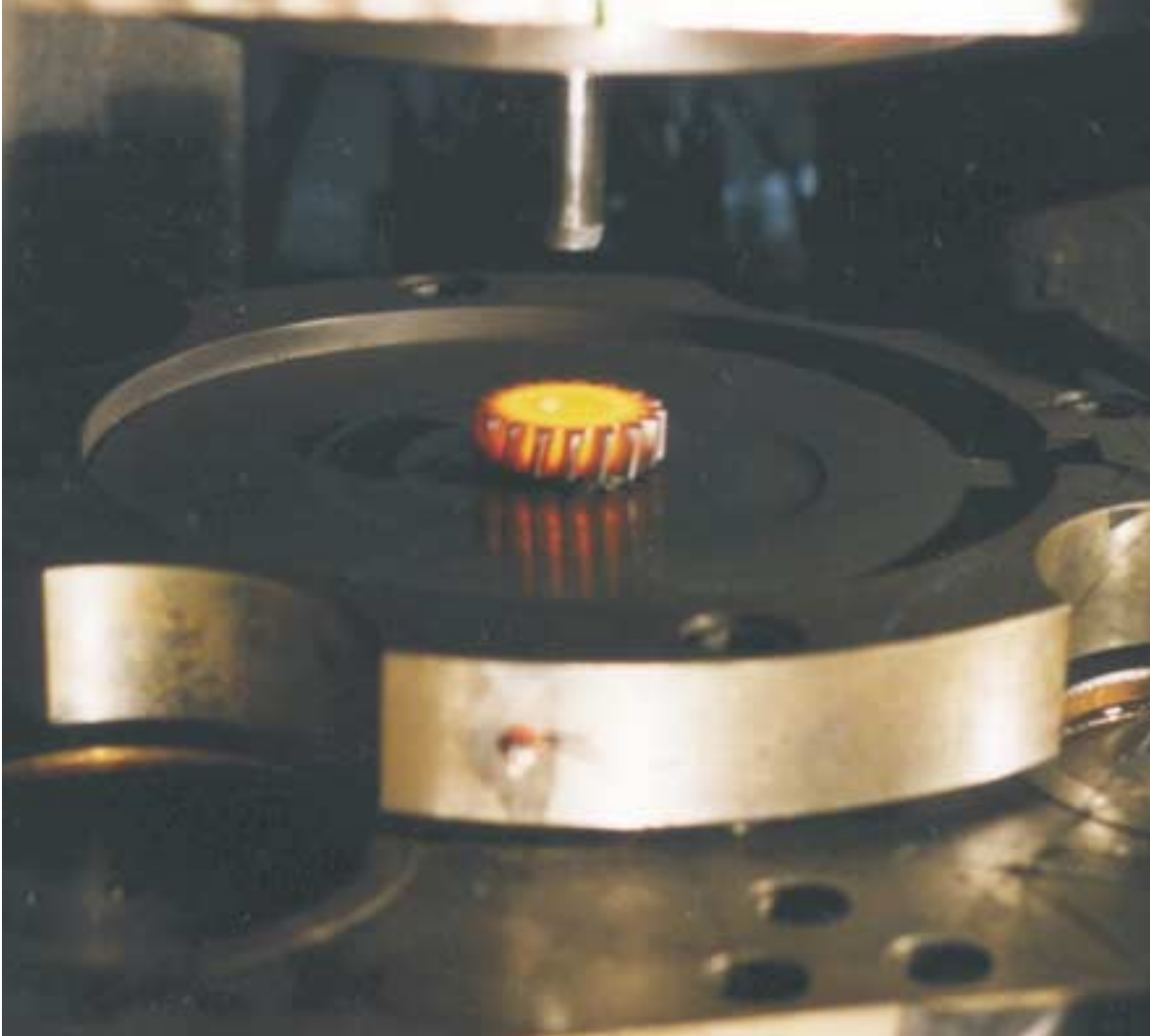


Die thermographische Gießprozessbeobachtung und -steuerung mit nah- und ferninfraroten Kameras ermöglicht die Qualitätssicherung während des Gießens.

platten Gießprozess über mehrere Minuten abbildet.

Da die Kokille aus Stahl für die Wärmestrahlung nicht transparent ist, wird der Einguss der Metallschmelze mit einer nahinfraroten Kamera durch einen

(Region of Interest)-Segmentierung – möglich. Das Ergebnis bis zu diesem Zeitpunkt ist ein sich vom Hintergrund des Bildes abgrenzender Bereich, der den Fehler darstellt. Durch einen weiteren Schritt, die Konturfindung, erfolgt die „Umrandung“ dieses Bereiches. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten, verschiedene den Fehler beschreibende Merkmale, wie z. B. die Fehlerfläche zu ermitteln.



## *Mehr Qualität für heiße Ware*

**Aufgrund der hohen Temperaturen von Gesenkschmiedeteilen während und nach der Umformung ist eine direkte Erfassung der Bauteilqualität im Prozess nicht möglich. Dennoch kann die Produktqualität mit Hilfe indirekter Qualitätsprüfungsmaßnahmen unmittelbar nach dem Schmieden schnell beurteilt werden.**

Zur Prüfung der gefertigten Qualität finden in der Gesenkschmiedeindustrie derzeit sogenannte Offline-Prüfverfahren Einsatz. Diese Verfahren sind beim Schmieden dadurch gekennzeichnet, dass die Messung geometrischer Merkmale aufgrund der hohen Temperaturen nach der Umformung erst nach einer Abkühlphase an stichprobenartig ausgewählten Teilen erfolgt. Infolge der Stichprobenmessung sowie der Prüf- und Abkühlzeiten treten zeitliche Verzögerungen von der Fertigung des Bauteils bis zum Vorliegen von Qualitätsinformationen auf. Bei Fehlern im Prozess wer-

den bei einer Serienproduktion daher erhebliche Mengen von Ausschussteilen produziert, bevor eine Prozesskorrektur stattfinden kann. Wesentliche Voraussetzung für die sichere Produktion von Gesenkschmiedeteilen hoher Qualität ist somit neben einer stabilen Prozessführung eine rechnergestützte Online-Überwachung. Mit Hilfe eines solchen Systems ist die indirekte Beurteilung der Produktqualität schnell anhand im Prozess messbarer Größen möglich. Die Vorteile dieser prozessintegrierten Prüfung sind:

- schnelle Fehlererkennung im Prozess,

- hundertprozentige Teileprüfung,
- Senkung der Ausschussrate,
- Minimierung von Prüfkosten, -aufwand und -zeiten und
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Fertigungsprozesse.

### *Sicherheitsbauteile präzise schmieden*

Mit großer Genauigkeit entstehen metallische Bauteile beim so genannten Präzisionsschmieden. Dabei sind die Rahmenbedingungen des Schmiedevorgangs so abgesteckt, dass das Rohteil in eine exakte Form gebracht wird. Auch die



Schrumpfung beim anschließenden Abkühlen wird berücksichtigt, so dass schließlich ein Bauteil von exakter Form und Größe entsteht. Schmiedeteile kommen aufgrund ihrer überlegenen mechanischen Eigenschaften überall dort zum Einsatz, wo es speziell um Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer geht. Dies ist vor allem in der Fahrzeugindustrie der Fall: bei der Übertragung von Kräften und Bewegungen, bei hohen statischen und dynamischen Belastungen und bei großen Verschleißbeanspruchungen. Hier ist die Qualität der Produkte von besonderer Bedeutung. Größere Abweichungen von den Sollmaßen können nicht toleriert werden. Daher ist für das Präzisionsschmieden von Zylinderrädern prototypisch eine prozessintegrierte Qualitätsprüfung entwickelt und eingesetzt worden.

### **Sensorielle Erfassung von Prozessparametern**

Es wurde für diesen Präzisionsschmiedeprozess von Zahnrädern experimentell nachgewiesen, dass sich aus einer Reihe messbarer Prozessgrößen des Schmiedevorgangs die Qualität des entstehenden Bauteils bestimmen lässt.

Mittels moderner Technik erfassen Sensoren allerlei Messwerte: Bevor das Rohteil in die gewünschte Form gebracht wird, misst eine elektronische Waage sein Gewicht. Die im Augenblick des Umformens wirkende Kraft bestimmt ein mit Dehnungsmessstreifen bestückter Kraftmesskörper, der über dem Werkzeug direkt im Kraftfluss integriert ist. Hydraulisch presst ein Ausstoßer dann das fertige Bauteil aus dem Gesenk – mit einer bestimmten Kraft, die ein Piezoquarzensensor festhält, während Thermoelemente die Temperaturen des Werkzeugs und ein Pyrometer die des Bauteils erfassen.

Die Lösung des allgemeinen technischen Problems, aus Messwerten auf die Qualitätsmerkmale eines Bauteils zu schließen, erfolgte beim Präzisionsschmieden durch den Einsatz boolescher Mathematik, indem eine Reihe von empirisch bestimmten „Wenn-dann“-Regeln miteinander verkettet werden. Der Vorteil dieser Methode: die Regeln können logisch erklärt werden, sind also nicht nur reine Erfahrungswerte.

Die beim Schmiedevorgang gewonnenen Daten wertet ein Computer aus. Das „Gedächtnis“ des Qualitätsprüfungssystems ist das Informationssystem, eine Datenbank, in der die Sollwerte und Toleranzgrenzen der gemessenen Merkmale

gespeichert sind. Erkennt das System anhand der Messwerte das Entstehen eines minderwertigen Bauteils, trennt es das Werkstück von den „guten“ Teilen ab und meldet dem Bediener der Schmiedeanlage den Fehler. Der kann aus der Computer-Information die nötigen Konsequenzen ziehen.

### **Automatische Qualitätsregelung**

Nach der Realisierung des computergestützten Prüfverfahrens wurde auch der



Schritt der Korrektur, der bisher manuell auf Basis des Erfahrungswissens des Maschinenbedieners erfolgt, automatisiert. Produktionsfehler können nicht nur automatisch erkannt, sondern ihnen kann bereits im Prozess entgegengelenkt werden, bevor sie auftreten. Denn beim Schmieden treten vor allem Fehler auf, die sich nach und nach als Trend entwickeln. Solche Trends zu erkennen und ihnen entgegenzuwirken, ist Aufgabe eines ausgeklügelten Computer-Diagnose-Systems. Es ordnet den produzierten Bauteilen einen Zahlenwert zu, der seine Qualität angibt. Nähert sich in einer Reihe von Produktionsschritten diese Kennzahl einem Grenzwert, so lenkt der Computer automatisch gegen. Dazu bedient er sich der umfangreichen Datenbank. Anhand charakteristischer Daten „weiß“ das System, welcher Faktor des Produktionsprozesses im Argen liegt und durch welche Veränderung der Rahmenbedingungen das Problem behoben werden kann. Schließt das System beispielsweise aus seinen Informationen über die Werkzeug- und Werkstücktemperatur sowie die Anschlagkraft, dass die Bauteilhöhe unter den vorgegebenen Grenzwert zu sinken droht, so erhöht der Computer die Schlagenergie der Umform-

maschine. In den nächsten Produktionsschritten nähert sich die Bauteil-Qualität dann wieder dem Normwert.

### **Industrielle Umsetzung**

Bei Schmiedeunternehmen haben die Ergebnisse dieses Projektes großes Interesse hervorgerufen. Die erarbeiteten Methoden und Ergebnisse (Sensorik, Messdatenerfassung, Versuchsmethodik zur Prozessmodellierung und Diagnose) sind auf andere Schmiedeprozesse über-

**Präzisionsschmiedeteile zeichnen sich durch hohe Maß- und Formgenauigkeiten aus. Hier ist die Qualitätssicherung von entscheidender Bedeutung.**

tragbar und werden daher in der Industrie umgesetzt. Ziel ist die Realisierung einer prozessintegrierten Qualitätsprüfung sowohl des Produktes als auch des Fertigungsprozesses für zwei verschiedene Schmiedeverfahren. Bei einem Projektpartner wird ein Prozessüberwachungssystem in den Fertigungsprozess von Motorventilen integriert. Die Produktion dieser Bauteile beinhaltet in den ersten Prozessschritten das Fließpressen der Rohteile. Im Gegensatz hierzu steht die Qualitätsprüfung eines Gelenkflansches bei einem anderen Schmiedebetriebe im Vordergrund. Der Gelenkflansch wird durch das konventionelle Gesenkschmieden hergestellt. Die Anwendung der beschriebenen Vorgehensweise hat sich bisher auch hier bewährt.

**Sönke Rüsich, IFUM**



Der Schnitt durch eine Laserschweißnaht auf einem 3 mm dicken Blech aus Aluminium offenbart die Form der Nahtoberfläche.

# Schweißnahtkontrolle: Auf die Linie kommt es an

Laserstrahlschweißanwendungen sind in der Regel automatisiert. Warum sollte deshalb die sichere Qualitätsüberwachung der Schweißnähte nicht ebenso automatisiert durchgeführt werden? Für die automatisierte Oberflächenkontrolle der Nähte sind Lichtschnittsensoren die richtige Wahl.

Die Qualität mit dem Laserstrahl geschweißter Nähte lässt sich auf mehreren Wegen feststellen. Zu diesem Zweck sind verschiedene Systeme auf dem Markt erhältlich, welche ganz verschiedenen Anforderungen gerecht werden. Diese Anforderungen lauten in einem Extremfall: Sicherstellen einer poren- und rissfreien Schweißnaht. Ein anderer Anwender legt großen Wert auf eine optisch glatte, spritzerfreie Schweißnaht. Ein weiterer Aspekt ist der Zeitpunkt, zu dem das Qualitätsergebnis vorliegen muss. Hier reicht die Spannweite von sofort während des Schweißens, also „online“, bis hin zur nachträglichen, gesondert durchgeführten Kontrolle. Es ist ersichtlich, dass ein System zur Qualitätsbeurteilung genau auf die Anforderungen

des Anwenders abgestimmt sein muss. Ebenso ersichtlich ist auch die existierende Preisspanne für die verschiedenen Systeme. Diese reicht von ca. 30.000 DM bis weit über 100.000 DM. Der Preis ist abhängig vom Messprinzip, der Genauigkeit sowie dem Grad der Anpassung und der Integration in eine vorhandene Handhabung.

## *Qual der Wahl*

Um festzustellen, welches Schweißnahtüberwachungssystem für die vorhandene Applikation in Frage kommt, müssen als erster Schritt die Anforderungen an die Nahtqualität festgelegt werden. Dies geschieht, indem durch Versuche und Erfahrungen genau die Nahteigenschaften

definiert werden, welche für die Beurteilung der Nahtqualität relevant sind. Muss z. B. sichergestellt werden, dass Eigenschaften aus dem Nahtinneren wie Poren und Einschweißtiefe eingehalten werden, so werden in der Regel Messsysteme notwendig, welche die Naht mittels Ultraschall- oder Röntgentechnik analysieren. Reicht es hingegen, eine gewisse Nahtbreite oder Nahtform sicherzustellen, kommen optisch arbeitende Systeme ins Spiel.

Man wird bei Bedarf an einem solchen, auf optischer Kontrolle basierenden System schnell auf so genannte Inspektionssysteme treffen. Hier gibt es eine Vielzahl an Anbietern, welche ein und dasselbe Prinzip verwenden: Triangulation.

## Ein Schnitt mit Licht

Zum Funktionsprinzip: Man hat ein Brötchen erworben und möchte nun die maximale Tiefe der Kerbe auf der Oberfläche des Brötchens bestimmen. Nichts einfacher als das. Hierzu wird Scheibe für Scheibe abgeschnitten und mit einem Bleistift das Oberflächenprofil auf einem Stück Papier aufgetragen. Die Kerbtiefe lässt sich nun einfach mit dem Lineal vermessen. Wenn das gesamte Brötchen aufgeschnitten und vermessen ist, kann durch einen Vergleich die Stelle mit der tiefsten Kerbe bestimmt werden.

So ähnlich funktioniert auch das Triangulationsverfahren. Man bedient sich hier nicht eines Messers, sondern eines sehr dünnen Lichtfächers, welcher durch einen speziellen Diodenlaser erzeugt wird. Dieser trifft auf die Oberfläche und es ergibt sich ein so genannter Lichtschnitt, der von einer Kamera erfasst wird. Bei einer glatten Oberfläche „sieht“ die Kamera den Lichtschnitt als gerade Linie. Da zwischen Kamera und Diodenlaser ein Winkel vorhanden ist, ergibt sich der Triangulationseffekt.

Das heißt, Höhenänderungen auf dem Werkstück oder der Schweißnaht äußern sich durch seitliche Verschiebung der Linie. Hierdurch kann die Höhe der Schweißnaht an jeder Stelle des Lichtschnittes berechnet werden.

Wenn das Werkstück nun bewegt wird, kann dieser Lichtschnitt oft wiederholt und am Ende zu einer zusammenhängenden Oberflächenkarte zusammengesetzt werden.

Es lassen sich nun anhand der so gewonnenen Oberflächendaten die gewünschten Nahtigenschaften bestimmen, um letztendlich eine Aussage über die Nahtqualität zu treffen.

## Hinterher ist man schlauer

In der Praxis gibt es zwei Möglichkeiten, dieses Verfahren an einem Schweißprozess einzusetzen:

- **Mitlaufend:** Das Inspektionssystem ist am Schweißkopf befestigt und die entstandene Naht wird während des Schweißens im Nachlauf kontrolliert.
- **Prüfstation:** Für die Nahtinspektion wird ein Prüfplatz eingerichtet, an dem die Naht durch eine entsprechende Handhabung „abgescannt“ wird.

Bei der „mitlaufenden“ Variante liegt das Ergebnis der Schweißnahtinspektion schon während des Schweißens, spätestens aber direkt im Anschluss an die

Schweißung vor. Das hat den Vorteil, dass sich das Werkstück noch in der Aufspannung befindet und eventuelle Reparaturschweißungen sofort durchgeführt werden können.

Die Variante „Prüfstation“ wird in folgenden Fällen eingesetzt:

- Die örtlichen Gegebenheiten erlauben keinen zusätzlichen Bauraum für einen Inspektionssensor.
- Die örtliche Auflösung in Schweißrichtung beim Schweißen reicht aufgrund einer zu geringen Scanfrequenz des Sensors nicht aus. Auf dem Prüfplatz wird eine optimale Vorschubgeschwindigkeit für die gewünschte örtliche Auflösung eingestellt.
- Durch Störungen beim Schweißen, z. B. Spritzer oder Plasmaleuchten, ist eine sichere „mitlaufende“ Vermessung nicht durchzuführen.

Ohne Zweifel lässt sich natürlich mit der Einrichtung eines Prüfplatzes ein Umfeld schaffen, welches für die Schweißnahtinspektion ideal ist. Die Kosten für die Einrichtung des Prüfplatzes können allerdings den Preis für die „mitlaufende“ Variante um ein Vielfaches übersteigen.

## Kleiner, schneller und intelligenter

Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Inspektionssysteme sind auf drei wesentlichen Gebieten erkennbar.

- Aufgrund vieler Anwendungen in denen der Bauraum im Bereich des Schweißkopfes sehr begrenzt ist, sind die Hersteller der Sensoren bemüht, diese immer weiter zu verkleinern. Verbreitete Sensoren sind etwa 130 mm hoch, 70-140 mm breit und 40-60 mm tief.
- Durch die derzeit rasante Entwicklung einer neuen Technik für bildgebende Sensoren, so genannte CMOS-Chips, lassen sich Scanfrequenzen von einigen hundert bis zu 2000 Lichtschnitten pro Sekunde realisieren. Mit höheren Scanfrequenzen steigt auch die Auflösung in Schweißrichtung. Somit werden die Sensorhersteller mit jeder neuen Generation von CMOS Chips die maximale Scanfrequenz steigern können.
- Die „intelligente Kamera“ ist mit einem zusätzlichen integrierten Rechnerbaustein ausgestattet. Die Bilddaten werden direkt in der Kamera analysiert und bei Bedarf auf einem Monitor dargestellt. Ein PC wird nicht benötigt. Bei konventionellen Systemen hingegen liefert die Kamera lediglich die Bilddaten vom Lichtschnitt an einen PC.

Dieser analysiert das Bild und stellt das Ergebnis dar.

Die MVS135 von Fastcom Technology SA ist solch eine „intelligente Kamera“, welche mit einem CMOS-Chip ausgestattet ist. Darauf basierend wird derzeit am Laser Zentrum Hannover e. V. ein Prototyp für ein Nahtinspektionssystem entwickelt. In einem Gehäuse von ca. 220 mm x 120 mm x 45 mm sind bereits alle Systemkomponenten eingebaut, so dass im optimalen Fall weder ein PC noch ein Monitor benötigt werden. Bei Bedarf, insbesondere beim Einrichten, können diese Komponenten zur Kontrolle an den Sensor angeschlossen werden.

## Alles geregelt

Die Inspektionssysteme werden immer schneller und leistungsfähiger. Erst dadurch wird eine Erweiterung der reinen Inspektion denkbar: die Regelung des Schweißprozesses.

Durch das Inspektionssystem werden Nahtigenschaften ermittelt, die eine Aussage über den Schweißprozess enthalten. Das ist z. B. die Nahthöhe einer Tailored-Blank-Naht. Eingestellt wird die Nahthöhe über die Menge des zugeführ-



Auf der Schweißnaht wird mit einem Diodenlaser ein Lichtschnitt erzeugt.

ten Kaltdrahtes. Nun kann ein zusätzlicher Regler anhand der berechneten Schweißnahthöhe den Schweißdrahtvorschub so nachführen, dass die Soll-Nahthöhe nicht unterschritten wird. Somit wird schon während des Schweißens die Qualität der Schweißnaht aktiv kontrolliert – und das so einfach wie beim Brötchenschneiden!

Robert Güttler, LZH



# Das Ziel heißt Qualität

Dem steigenden Qualitätsanspruch heutiger Produkte werden die Herstellverfahren oftmals nur schleppend gerecht. Hier verspricht eine prozessintegrierte Qualitätsprüfung Abhilfe. Sie überwacht sowohl die Bearbeitung als auch die am Ende geforderten Bauteilqualitäten.

Besonders den Prozessen der Feinbearbeitung kommt eine große Bedeutung hinsichtlich der Einhaltung der Qualitätsforderungen zu. Da die Feinbearbeitung immer den letzten Bearbeitungsschritt darstellt und damit am Ende der Fertigungskette liegt, haben die Bauteile bereits eine große Wertschöpfung erfahren. Ein hier erzeugter Fehler führt dem zufolge zu hohen Kosten. Eine herkömmliche Qualitätsprüfung, bei der jedes Teil nur am Ende der Produktionskette geprüft wird, ist aufgrund der teilweise kurzen Zykluszeiten nur schwer zu realisieren. Ein Potenzial besteht somit in der prozessintegrierten Qualitätsprüfung. Als Ziel wird hierbei das Erkennen, Beschreiben, Bewerten, Sichern und Dokumentieren von Qualität verfolgt.

## Qualität erkennen

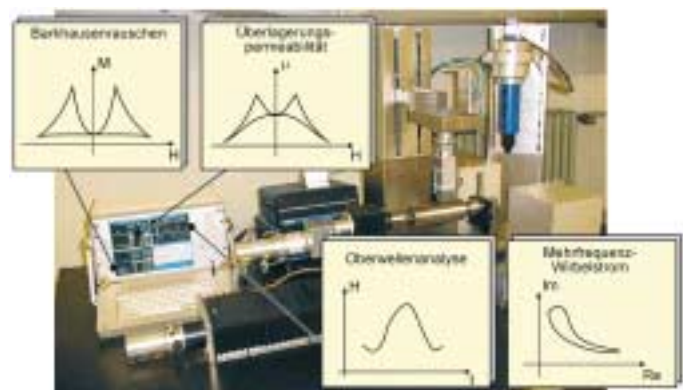
Hierzu werden Sensoren und Messsysteme eingesetzt, die sich in die Bereiche Labormessmethoden und industriell einsetzbare Messmethoden untergliedern lassen. Unter Labormessmethoden sind solche Methoden zu verstehen, die ledig-

lich außerhalb des normalen Produktionsarbeitsplatzes einsetzbar sind, wie z. B. die Rasterelektronenmikroskopie oder die Röntgendiffraktometrie.

Um die industriell einsetzbaren Messsysteme besser differenzieren zu können, werden diese nach ihrem temporären Einsatz unterteilt.

Auf der einen Seite werden Sensoren eingesetzt, die Messdaten während der Bauteilbearbeitung aufzeichnen und somit „inprozess“ messen. Auf der anderen Seite kommen Messsysteme zum Einsatz, die nach der Bearbeitung agieren. Dieses kann im Gegensatz zu Labormessmethoden direkt nach der Bearbeitung und am Arbeitsplatz in „rauer“ Umgebung erfolgen. Damit erfolgt eine Messung von Bauteil zu Bauteil und Transportwege und -zeiten entfallen.

Neben den häufig betrachteten Messgrößen Kraft und Weg kann mit einem Mikromagnetik-Sensor die Randzone eines Bauteils beurteilt werden. Hierzu gehören Eigenspannung, Härte und Risse. Dieser Sensor arbeitet mit verschiedenen physikalischen Analyse-



Die Messung des Randzonenzustandes erfolgt mit verschiedenen Analysemodulen eines mikromagnetischen Sensorsystems.

modulen (Barkhausenrauschen, Wirbelstrom, Oberwellenanalyse und inkrementale Permeabilität) und stellt damit bis zu

18 Messgrößen zur Verfügung, die unterschiedlich sensitiv auf die vorhandenen Bauteileigenschaften reagieren. Voraussetzung für dieses Prüfverfahren sind ferromagnetische Werkstücke.

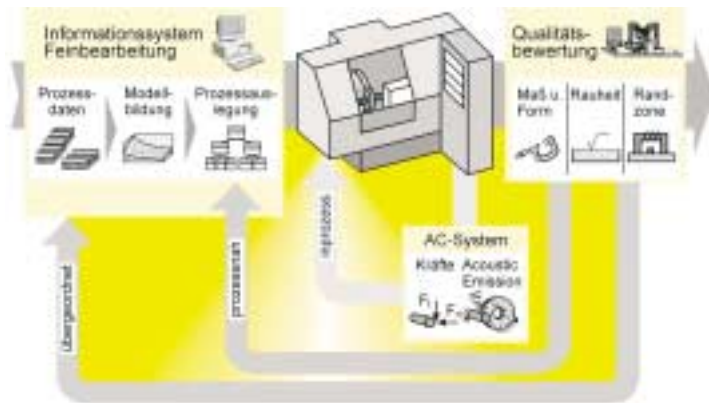
### Qualität beschreiben

Es reicht nicht, Qualität lediglich mittels Sensorik zu erkennen, sie muss auch beschrieben werden können. Dies geschieht mit Hilfe der Definition von Ziel- bzw. Qualitätskenngröße. Mit den zuvor erwähnten mikromagnetischen Messgrößen lassen sich über die durch den Bearbeitungseinfluss veränderten ferromagnetischen Eigenschaften des Bauteils und durch mathematische Verknüpfungen Kenngrößen der Randzone bestimmen. Hierzu gehören Eigenspannungen, Härte, Textur und eventuelle Risse. Die Beschreibung erfolgt hier zum einen rein qualitativ, indem ein Fallen oder Ansteigen einer Messgröße in Relation zur entsprechenden Kenngröße gesetzt wird. Mit diesem Verfahren sind lediglich prinzipielle Aussagen zu treffen oder Tendenzen aufzuzeigen. Zum anderen ist es durch Verwendung von mathematischen Ansätzen möglich, quantitative Aussagen zu machen, die in einem definierten Toleranzfeld liegen. Diese Untersuchungen dauern lediglich einige Sekunden und sind damit deutlich schneller als röntgenografische Messungen (ca. 40 min). Mit Hilfe von unterschiedlichen Modellen kann so ein schnelles Messsystem aufgebaut werden, das zerstörungsfrei eine zuverlässige Randzonenanalyse erlaubt.

### Qualität bewerten

In den verschiedenen Arbeiten am Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover werden unterschiedliche Methoden als Ansätze zur Prozessmodellbildung untersucht. Die Aufgabe von Prozessmodellen ist es, Wechselbeziehungen von verschiedenen Größen eines realen Systems in geeigneter Weise zu beschreiben. Dabei kommen Modelle auf Basis expliziter funktionaler Zusammenhänge für physikalisch/empirische Modelle sowie künstlicher neuronaler Netze und der Methode der unscharfen Mengen (Fuzzy-Logik) zum Einsatz. Die Vielzahl bekannter Prozessmodelle beim Schleifen sind physikalisch/empirische Modelle, die auf sogenannte Basismodelle zurückzuführen sind. In der Schleiftechnik werden in erster Linie Prozessgrößen wie Schleifkräfte und Ergeb-

nisgrößen wie Eigenspannungen an der Werkstückoberfläche in Abhängigkeit der Stellgrößen abgebildet. In vielen Fällen sind eine Vielzahl von Eingangsgrößen zu berücksichtigen. Können keine physikalischen Gesetzmäßigkeiten herangezogen werden, so ist das Entwickeln von empirischen Modellen angezeigt. Zum Aufbau dieser Modelle sind umfangreiche technologische Untersuchungen erforderlich. Ein empirisches Modell sollte zur Mini-



**Drei Regelungsstrategien verfolgen ein gemeinsames Ziel: höhere Qualität bei der Feinbearbeitung.**

mierung des Rechenaufwandes so einfach wie möglich und so komplex wie nötig sein, um die für den Informationsgehalt entscheidenden Prozesseigenschaften abzubilden.

### Qualität sichern

Es gilt nun, geeignete Strategien aufzustellen, die eine gleich bleibende Qualität sichern können. In der industriellen Praxis werden alle relevanten Prozessparameter für einen Schleifprozess einmal ermittelt – durch Voruntersuchungen oder vorhandenes Expertenwissen – und fest eingestellt. Da aber auf jeden Prozess Störgrößen unbekanntem Umfangs einwirken, ist mit dieser einmaligen Einstellung nicht gewährleistet, dass das Ergebnis der Bearbeitung – die Qualität des Bauteils – immer gleich bleibt. Es liegt nahe, Regelungskonzepte zu diesem Zweck zu verwirklichen, die vorhandene Sensorik und das Expertenwissen nutzen. Es haben sich drei funktionsfähige Regelungsstrategien herausarbeiten lassen. Diese werden bezeichnet als „inprozess“, „prozessnah“ und „prozessübergeordnet“.

Inprozess bezieht sich auf eine Regelung, die während der Bearbeitung eines Bauteils eingreift, z. B. die Geschwindigkeitsregelung einer Werkzeugmaschinenachse. Im Gegensatz hierzu erfolgt

die prozessnahe Regelung immer zeitversetzt zum eigentlichen Bearbeitungsprozess. Dies bedeutet, dass nicht eine oder mehrere Stellgrößen während der Bearbeitung stetig angepasst werden, sondern dass die Prozesseinstellungen vor der Bearbeitung eines neuen Bauteils in Abhängigkeit der gemessenen Bauteilqualität nachgestellt werden.

Das Wissen, welche Stellgröße bei welchem Qualitätsverlust nachgeregelt werden muss, kann

z. B. einem Datenbanksystem entnommen werden. Solch ein Datenbanksystem enthält die angesprochenen Prozessmodelle, dient der kontinuierlichen Aufzeichnung aller Qua-

litätsgrößen in Abhängigkeit der verwendeten Prozesseinstellgrößen und integriert die Möglichkeit der prozessübergeordneten Auslegung.

Die prozessnahe Qualitätssicherung macht deutlich, dass zwar über eine Trendverfolgung ein deutlicher Qualitätsverlust vermieden werden kann, die Regelung aber erst dann greifen kann, wenn bereits eine Qualitätsverschlechterung eingetreten ist.

### Qualität dokumentieren

Ein wichtiges Kriterium bei der Sicherung von Qualität ist der Zugriff auf die ermittelten Daten und die Unterstützung bei ihrer Berücksichtigung für die weitere Planung. Zu diesem Zweck wird am IFW das Schleiftechnologische Informationssystem (SISY) entwickelt. Es bietet Möglichkeiten, Daten von Schleifprozessen zu verwalten und mit unterschiedlichen Mitteln auszuwerten. Hierbei werden zahlreiche Daten, wie z. B. Maschinendaten, Prozessgrößen oder Arbeitsergebnisgrößen, aufgenommen und systematisch zur Optimierung und Auslegung von Schleifprozessen genutzt. SISY beinhaltet Visualisierungshilfen zu verschiedenen Prozessmodellen und eine Datenbank mit schleiftechnologischen Grundlagen. Diese unterstützt den Anwender unter anderem bei der Berechnung von Kenngrößen und bei der Kontrolle der eingestellten Parameter auf Plausibilität.

**Thomas Mandrysch, Michael Jung, IFW**



In hoher  
Geschwindigkeit  
werden  
Werkstücke im  
Luftstrom  
orientiert.

# *Frischer Wind in der Zuführtechnik*

**Werkstücke lassen sich mit der aerodynamischen Zuführtechnik aus einem chaotischen Haufen vereinzeln und orientieren. Erzielt werden bisher nicht erreichbare Geschwindigkeiten und eine hohe Prozesssicherheit.**

Die Zuführung von Kleinteilen bildet oft das schwächste Glied in der Prozesskette einer automatisierten Montageanlage. Während der eigentliche Montageprozess durch neue Antriebe und Steuerungstechniken einen großen Fortschritt erlebt, ist man in der Zuführtechnik bei Bewährtem geblieben.

Eine Optimierung von Standardlösungen bietet jedoch langfristig nur noch ein geringes Verbesserungspotenzial, zumal bereits heute viele Montageanlagen ihre mögliche Ausbringung aufgrund zu langsamer Zuführelemente nicht voll ausschöpfen können. Hinzu kommen die hohen Rüstzeiten sowie eine große Störanfälligkeit der klassischen Vibrationswendelförderer.

## *Ordnung muss sein*

Der prophezeite automatisierte „Griff in die Kiste“ ist in der Zuführtechnik immer noch eine Zukunftsperspektive. Roboter werden auch in absehbarer Zeit nur eingeschränkt Teile aus einem ungeordneten Haufwerk greifen können. Der hohe

notwendige sensorische und aktorische Aufwand ist – selbst bei der Handhabung einfacher Teile – oft zu langsam und lässt zudem die Kosten ins Unwirtschaftliche steigen.

Derzeit werden für ca. 80 % aller Zuführaufgaben Vibrationswendelförderer eingesetzt. Diese zeichnen sich jedoch durch geringe Leistung und Flexibilität aus. Verstellbare Schikanen, die Austauschmöglichkeiten von Funktionsgruppen, aber auch die Entwicklung von sensorischen Verfahren haben ihre Anwendung nur in Nischen gefunden. Jedes Gerät bleibt daher eine Sonderkonstruktion, die in Einzelfertigung hergestellt werden muss.

## *Schneller, höher, weiter – Trends in der Produktionstechnik*

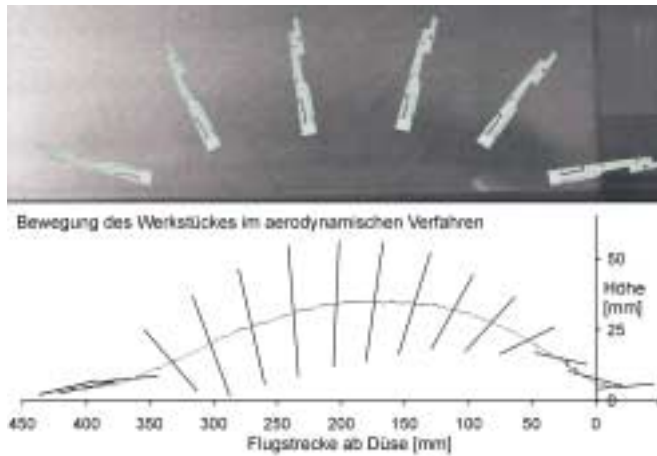
Durch die Globalisierung bieten sich den Unternehmen immer größere Absatzmärkte für ihre Produkte. Speziell im Bereich der Konsumartikel, die in einer Variante weltweit verkauft werden, können gigantische Mengen abgesetzt

werden. Beispiele für solche Produkte sind Zahnbürsten, Nassrasierer oder auch Einwegspritzen. Hierfür lohnt sich die Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsproduktionssystemen, die große Stückzahlen in kurzer Zeit produzieren. Die Technologie zur Bearbeitung oder Montage von Werkstücken bei Leistungen von 500 Stück/min. steht heute bereits zur Verfügung. In Zukunft werden Continuous Motion Systeme auch mit weit höheren Leistungen realisierbar sein. Die größte Hürde für weitere Geschwindigkeitssteigerungen stellt die Zuführtechnik dar. Bereits bei Geschwindigkeiten von 200 Stück/min lassen sich nicht in jedem Fall geeignete, auf konventioneller Technik basierende Systeme realisieren.

## *Höchstgeschwindigkeit durch Selbstorientierung*

In aerodynamischen Zuführeinrichtungen wird das Orientieren von Werkstücken nicht mehr durch Schikanen oder mechanische Einrichtungen, sondern im We-

sentlichen durch Luftströmungen herbeigeführt. Hierbei werden unterschiedliche strömungsmechanische Effekte (Impulse, Auftriebsströmungen, Strömungsfelder) sowie Werkstückeigenschaften ( $C_w$ -Werte, Oberflächenbeschaffenheit,



Durch die Analyse der Bewegungsbahn ist eine Prozesskontrolle möglich.

innenliegende Formmerkmale, Bohrungen, Schwerpunkt) für den Zuführprozess genutzt. Ein aerodynamisches Verfahren kann z. B. aus einem Luftkissen bestehen, auf dem sich die Werkstücke entsprechend ihrer Schwerpunktlage ausrichten. Ein Prinzip, das auch die stabile Lage von Schiffen auf dem Wasser bewirkt. Die Orientierung erfolgt dabei selbstständig und erfordert keine weitere Sensorik oder Aktorik. Die offene Bauweise dieser Systeme schließt von vornherein ein Verkleben der Teile aus. Die Systeme sind störungstolerant. Durch die aktive Orientierung, bei der jedes Werkstück durch Anströmung aus einer beliebigen Position heraus gezwungen wird, eine gewünschte Ausrichtung einzunehmen, ermöglichen diese Systeme dabei hohe Prozessgeschwindigkeiten. Der Schlüssel für den erfolgreichen Einsatz dieser Methoden besteht in der Auslegung der Luftströmungen. Vom Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover wurden bereits Systeme realisiert, die Geschwindigkeiten von über 500 Stück/min erreichen.

### Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser

Durch die offene Gestaltung können in einem aerodynamischen Zuführsystem nahezu keine Störungen durch Verklebungen auftreten. Eventuell vorhandene Werkstücke in falscher Orientierung, Werkstücke mit Qualitätsmängeln oder sogar Fremtteile fließen im Teilstrom unbemerkt mit. Spätestens bei der Über-

gabe an das nachfolgende Produktionssystem verursachen diese Teile jedoch Probleme. Es folgt daraus, dass eine hundertprozentige Kontrolle aller Werkstücke vor der Übergabe an das nachfolgende System unbedingt erforderlich ist. Für

diese Kontrolle bietet sich der Einsatz eines optischen Systems an, da hiermit sowohl die Orientierung als auch die Qualität jedes einzelnen Werkstücks geprüft werden kann. Eine besondere Herausforderung stellt diese Prüfung bei den hohen Geschwindigkeiten der aerodynamischen Systeme dar. Für die Analyse und Auswertung jedes Werkstücks stehen bei einer Systemleistung von 500 Stück/min ungefähr 15 ms zur Verfügung. In dieser Zeit muss die Entscheidung getroffen werden, ob die Qualität und Orientierung in Ordnung ist. Für die vom IFA realisierten Systeme wurde eine Festo Checkbox eingesetzt. Das System



Am IFA wurde ein erster Prototyp eines aerodynamischen Zuführsystems realisiert.

stellt dabei die derzeit schnellste Anwendung dieses optischen Systems dar. Nach der Kontrolle werden die Gutteile an das nachfolgende Produktionssystem übergeben und die Schlechteile durch Luftdüsen abgeblasen.

### Systematisches Optimieren geht über Probieren

Neben dem Einsatz von Sensorik zur Ergebniskontrolle wird bei aerodynamischen Systemen auch der eigentliche

Orientierungsprozess kontrolliert. Dies geschieht hauptsächlich für die Parametrierung des Systems, kann aber auch zur kontinuierlichen Optimierung des Systems im Betrieb eingesetzt werden.

Jeder aerodynamische Ordnungsprozess wird durch eine Vielzahl von Parametern beeinflusst. Ein Luftkissensystem z. B. besteht aus einem standardisierten Modul mit mehreren, getrennt steuerbaren Strömungsfeldern, wobei die Strömung selber durch unterschiedliche Verfahren gerichtet werden kann, das gesamte Luftkissen ist zudem um zwei Achsen schräg angestellt. Es ergeben sich in der Summe über zehn Faktoren pro Verfahren, die auf das jeweilige Werkstück eingestellt werden müssen. Um für ein neues Werkstück den Einfluss aller Parameter auf den Orientierungsprozess bzw. den optimalen Betriebspunkt zu ermitteln, sind umfangreiche Versuche mit vielen Parameterkombinationen erforderlich. Dies bedeutet einen erheblichen Aufwand an Zeit und Geld. Ein wesentlich eleganterer Ansatz ist, nicht die eigentlichen Parameter zu untersuchen, sondern das Augenmerk auf den Prozess, in diesem Fall die Bewegung des Werkstücks, zu richten.

Die Bewegung wird dafür zunächst mit Hilfe einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgenommen, die Aufnahme dann mit Hilfe eines Bildverarbeitungssystems analysiert. Als Ergebnis wird die Lage des Werkstücks in jedem Einzelbild als Koordinaten und Winkel in eine Tabelle ausgegeben. Anhand dieser Daten kann

dann eine Bewertung der Werkstückbewegung erfolgen. Ist z. B. die Schwingung des Werkstücks zu groß, wird durch die Veränderung eines Anstellwinkels die Dämpfung erhöht. Mit diesem Vorgehen lässt sich in kurzer Zeit der optimale Betriebspunkt des Systems für geeignete Werkstücke ermitteln, was eine erhebliche Verkürzung bei der Entwicklung von Zuführsystemen bewirkt.

Andreas Rybarczyk, IFA



Auch die einzelnen Bestandteile von Schmiedeanlagen müssen für schnelle Produktwechsel flexibel konfigurierbar sein.

## *IT flexibilisiert die Schmiede*

Schmiedeanlagen gelten aufgrund ihrer produktabhängigen Werkzeuge und Prozesse als sehr inflexibel. Mit moderner Informationstechnologie lassen sich Prozess, Anlage und Organisation integrieren und eine höhere Flexibilität gewährleisten. Zentraler Bestandteil dieser Integration ist die Anlagensteuerung.

Aufgrund der immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen steht für automatisierte Schmiedeanlagen die Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit nicht mehr alleine im Vordergrund. Hinzugekommen sind z. B. die Forderungen nach hoher Flexibilität und Reaktionsschnelligkeit. Aber gerade diese Ziele sind mit dem sehr starren Verfahren des Gesenkschmiedeprozesses schwer zu erreichen. Beim Gesenkschmieden müssen für jeden Produktwechsel die Werkzeuge ausgetauscht und bei stark unterschiedlichen Produkten sogar sämtliche Anlagenanteile neu konfiguriert werden.

Aber mit welchen Maßnahmen kann bei einer starr verketteten Schmiedeanlage eine höhere Flexibilität erreicht werden? Um diese Frage zu beantworten, wurde durch das IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover ein Projekt initiiert, in dem die Konzepte für eine flexible Automatisierung in der Schmiedeindustrie erarbeitet werden. Grundsätzlich sind zur Flexibilisierung eine entsprechend

konfigurierbare Anlage und eine darauf abgestimmte Steuerung notwendig. Um die organisatorischen Aspekte zu unterstützen, ist die Integration eines Produktionsmanagementsystems und weiterer EDV-basierter Systeme mit der Anlagensteuerung zu gewährleisten.

### *Maschinensteuerung kontrolliert*

In der Maschinensteuerung werden alle steuerungsrelevanten Informationen eines Prozesses hinterlegt. Dies erfolgt bei jedem Produktwechsel anhand eines Rüstplanes, den der Maschineneinrichter produktspezifisch erhält. Im Falle einer Spindelpresse sind die einstellbaren Prozessparameter z. B. Hub, Auftreffpunkt und Energie. Mit dem Einfahren der Maschine werden einige dieser Einstellungen optimiert, um einen stabilen Prozess zu erhalten. Der gesamte Rüstvorgang und das Einfahren können nun dahingehend unterstützt werden, dass eine übergeordnete Steuerung dafür sorgt, dass sowohl die Einstellungsparameter

an die Maschine übertragen als auch die optimierten Werte wieder zurückgeschrieben werden. Dies beschleunigt den Rüstvorgang und sichert wertvolle Informationen für den Fall der erneuten Produktion des gleichen Teils.

### *Softwarebasierte Master-Steuerung verbindet*

Um den Informationsaustausch zu realisieren, bedarf es einer Verbindung der Maschinensteuerung mit den anderen EDV-Systemen der Anlage. „Dabei gestaltet sich insbesondere die Integration von alten Steuerungskomponenten in moderne Informationssysteme häufig problematisch“ fasst Matthias Sievert, der als Techniker das neu entwickelte Automatisierungssystem im IPH implementiert, seine bisherigen Erfahrungen zusammen. Ein Grund dafür ist z. B. die mangelnde Unterstützung von Netzwerken. Moderne Steuerungskonzepte verwenden Bussysteme zur Verbindung



der einzelnen Stationen mit einem Steuerungs-PC. Die Buskoppler an den Stationen sind mit entsprechenden Schnittstellen ausgerüstet, so dass die alten Steuerungen mit integriert werden können. Durch die softwarebasierte Steuerung auf dem PC ist es möglich, kostengünstig individuelle Visualisierungsanwendungen zu entwickeln, die neben der Steuerungsüberwachung auch die Parameterübertragung und die Produktionsdatenerfassung durchführen.

### Visualisierung schafft Durchblick

Insbesondere bei automatisierten Anlagen ist eine detaillierte Überwachung aller Anlagenteile notwendig. Je höher der Grad der Automatisierung, desto weniger Möglichkeiten hat der Maschinenbediener zum Erkennen und zur Behebung von Störungen. Um die sich dadurch ergebende Gefahr von Maschinenschäden, Produktionsausfällen oder Qualitätsschwankungen zu minimieren, muss die informationstechnische Unterstützung für das Erkennen von Störungen erhöht werden. Ein Ansatz dafür ist die integrierte Überwachung des Prozesses innerhalb der Maschinen bzw. mit Hilfe der Maschinensteuerung, dem sogenannten Prozessmonitoring. Beispielsweise erfolgt im Rahmen des Prozessmonitorings die Temperaturkontrolle einer Induktionserwärmungsanlage. Über eine Regelung wird die Temperatur der Schmiederohlinge in einem definierten Bereich gehalten und so die Qualitätsanforderung bezüglich der Erwärmung erfüllt.

Problematisch am Prozessmonitoring einer automatisierten Anlage ist die Übermittlung z. B. von Grenzwertüberschreitungen. Diese müssen an der jeweiligen Maschine dezentral erfasst und entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Dieses Problem kann nur durch die Zusammenführung der Informationen in einer zentralen Überwachung behoben werden. Als Überwachungslösung bietet sich eine Visualisierungssoftware an, die nicht nur einzelne

Das IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH erarbeitet und realisiert das hier vorgestellte Konzept zusammen mit einem chinesischen Forschungspartner in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt. Dabei werden die Anlagenteile mit einer übergeordneten Steuerung verknüpft und

Sensorsignale darstellt, sondern diese auch funktional verknüpft. Damit lässt sich der Zustand des Anlagenteils für den Bediener eingängiger beschreiben. Kombiniert mit einer aussagekräftigen Symbolisierung der Anlagenteile innerhalb der Softwareanwendung kann eine Visualisierung dazu beitragen, die Behebung



von Störungen zu erleichtern und zu beschleunigen. Eine weitere Möglichkeit, die sich durch eine softwarebasierte Steuerung ergibt, ist die Erfassung von Produktionsdaten. Diese werden von den Sensoren der Steuerung an die Visualisierung übermittelt und anschließend in einer Datenbank gespeichert. Mit Hilfe dieser Datenbank können zum einen alle produktionsrelevanten Informationen und zum anderen sämtliche Betriebszustände der Anlage während der Produktion eines Schmiedeteils erfasst werden. Bei dem steigenden Bedarf an qualitätsorientierter Dokumentation ist dies ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

### Produktionsmanagement rüstet

Das Produktionsmanagementsystem ist durch die von der Steuerung aktualisierte Datenbank in der Lage, die Flexibilisierung der Anlage bei weiteren Aspekten zu unterstützen. Dies gilt z. B. für das Rüst-

durch eine Visualisierung initialisiert und überwacht. Sämtliche erfassbaren Daten werden in einer Datenbank gespeichert. Durch die Integration der genannten Systeme mit der Produktionsmanagementsoftware lassen sich Rüstzeiten signifikant reduzieren und somit die Flexibilität erhöhen.

management. Insbesondere das Wechseln der Werkzeuge und das Einfahren der Maschinen sind sehr zeitintensiv. Eine effiziente Planung des Umrüstvorganges und eine zeitnahe Bereitstellung der Werkzeuge verkürzt die Rüstdauer und erhöht damit die Flexibilität. Da das Produktionsplanungssystem alle In-

In der Schmiedeanlage des IPH wird das Konzept zur Flexibilisierung des Schmiedeprozesses prototypisch implementiert.

formationen über das herzustellende Produkt enthält, ist es sinnvoll, das Rüstmanagement ebenfalls dort zu integrieren. Anhand der Datenbank kann somit nachvollzogen werden, welcher Werkzeugsatz zu welchem Produkt gehört und wie viele Teile mit dem Werkzeugsatz bereits produziert worden sind.

Das Produktionsmanagementsystem ist ein Beispiel dafür, welchen Zusatznutzen EDV-Systeme in der Produktion haben und inwieweit sie die Flexibilisierung unterstützen. Die integrative Verwendung von Informationstechnologie wird in Zukunft weiter zunehmen und dazu beitragen, organisatorische Probleme der Flexibilisierung von automatisierten Anlagen zu lösen. Damit ist auch der starre Prozess des Gesenkschmiedens in der Lage, seine Grenzen zu überwinden und dem Trend zu kürzeren Produktlebenszyklen zu folgen.

Sven Voges, Bernd Müssig,  
Steffen Reinsch, IPH

## 2 x Kolloquium: Werkstoffwissenschaft und Umformtechnik

Das diesjährige **Werkstoffwissenschaftliche Kolloquium Hannover** findet am 1. August 2001 in den Räumen des Instituts für Werkstoffkunde der Universität Hannover statt. Vertreter aus Forschung und Industrie schildern in Vorträgen die aktuellen werkstoffwissenschaftlichen Problemstellungen und Anwendungen. Im Anschluss an die Vorträge besteht die Gelegenheit zur fachlichen Diskussion mit den Referenten.  
**Information:** [www.iw.uni-hannover.de/werkstoffkolloquium](http://www.iw.uni-hannover.de/werkstoffkolloquium)

Am 27. und 28. Februar 2002 veranstaltet das IFUM das **17. Umformtechnische Kolloquium Hannover (UKH)** zu dem Thema

„Umformtechnik – Erschließung wirtschaftlicher und technologischer Potenziale“. In Fachvorträgen aus Industrie und Forschung werden hier neueste Entwicklungen und Innovationen auf dem Gebiet der Umformtechnik vorgestellt. Neben Fragen der Organisation werden zielorientierte Maschinen- und Werkzeugkonzepte, innovative Technologie- und Werkstoffentwicklungen und Möglichkeiten des Rechnereinsatzes zur Prozessoptimierung diskutiert. Instituts- und Unternehmensbesichtigungen runden das Programm ab.

**Information und Anmeldung:** IFUM, Madjid Alasti, Tel. (05 11) 762-39 13

## Die Zukunft vorausdenken

Erstmals wird vom 14. - 16. August 2001 ein Szenario-Workshop für die **„Feinblech-Verarbeitung in der Automobil-Industrie“** in Hannover durchgeführt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes konnte das Institut für Fabrikanlagen und Logistik hierfür die Unterstützung der Unity AG aus Paderborn gewinnen.

Der Szenario-Workshop ist ein strategisches Werkzeug, mit dem systematisch die Zukunft vorausgedacht werden kann. Ziel des Workshops ist es, das komplexe System an Einflussfaktoren zu verstehen, die wesentlichen Veränderungstreiber zu ermitteln sowie deren Abhängigkeiten zu erkennen und Zukunftsalternativen – sogenannte Szenarien – vorauszudenken. Durch die Entwicklung von Szenarien können Chancen der Zukunft rechtzeitig antizipiert und Gefahren frühzeitig erkannt werden.

Zielgruppe sind Vertreter des Managements von Automobil- und Anlagenherstellern sowie Feinblechproduzenten und Zulieferer von Blech- und Strukturbauteilen. Die interdisziplinäre Zusammensetzung der Teilnehmer aus verschiedenen Unternehmen ist die beste Voraussetzung für den Erfolg des Workshops.

Die Teilnahmegebühr beträgt pro Person 2990 DM (zuzüglich MwSt.). Die Teilnehmerzahl ist auf 20 beschränkt.

### Informationen und Anmeldung:

IFA, Christian Fiebig,  
Telefon (05 11) 762-1 98 14,  
[fiebig@ifa.uni-hannover.de](mailto:fiebig@ifa.uni-hannover.de)

## Go for High Tech

Die Premiere war ein Erfolg. Über 15.000 Schüler und Studenten waren der Einladung der Industrie und der Deutschen Messe AG gefolgt und besuchten am 28. April 2001 den Nachwuchstag „Go for High Tech“ auf der Hannover Messe.

Den jungen Besuchern wurde ein buntes Programm geboten, das über technische Berufe informierte und Lust auf Technik machte. Beispielsweise boten 80 Ingenieure der hannoverschen produktionstechnischen Institute Führungen über die Messe an. Auch Marc (19) aus Göttingen hat eine der Führungen mitgemacht. „Das der Ingenieur-Beruf so viele Aspekte hat, hätte ich nie gedacht“,



urteilt der Abiturient nach der Tour zum Thema Fabrikautomatisierung. „Vielleicht ist das ja auch was für mich. Bislang wollte ich BWL studieren.“ Für nächstes Jahr ist eine Neuauflage von „Go for High Tech“ geplant – auch Marc will auf jeden Fall wiederkommen.

## B2B für Laserlohnfertiger

Um auch den Laserlohnfertigern und ihren Kunden eine leistungsfähige Business-to-Business-Lösung zur Verfügung zu stellen, hat das LZH gemeinsam mit europäischen Industriepartnern den Internetmarktplatz CIMELAS.COM entwickelt. Die CIMELAS-Plattform unterstützt sowohl betriebswirtschaftliche als auch technische Prozesse bei der Verhandlung von Dienstleistungen in der Blechteilefertigung.

Zur Optimierung der betriebswirtschaftlichen Prozesse beinhaltet CIME-

LAS ein an die geschäftlichen Abläufe angepasstes Verhandlungssystem, das eine reibungslose Kommunikation zwischen Kunden und Laserlohnfertigern von der Suche nach dem geeigneten Geschäftspartner bis hin zur Anfrage und Angebotserstellung ermöglicht.

Diese B2B-Lösung für Laserlohnfertiger wird von der EU im Rahmen des CRAFT-Programms gefördert und steht unter [www.cimelas.com](http://www.cimelas.com) zur Verfügung.

## 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 61 16.

## Neues Laser-Forum im Internet

Neu auf den Webseiten der Erprobungs- und Beratungszentren in der Lasertechnik (EBZ) sind zahlreiche Fallbeispiele aus der Praxis der EBZ sowie ein Forum, in dem sich interessierte Unternehmen direkt an die Experten des Netzwerks wenden können. Besonders kleine und

## Ausgezeichnete Idee

Mit dem **Best Paper Award** wurde das IFW auf dem 34th International Seminar on Manufacturing Systems der CIRP geehrt. Den Preis erhielt das Institut für seine transportable Bearbeitungseinheit zur Reparatur großer Umformwerkzeuge. Die hybridkinematische Bearbeitungseinheit stieß auf großes Interesse bei den Wissenschaftler aus aller Welt, die sich vom 16. bis zum 18. Mai 2001 in Athen trafen. Insgesamt wurden auf der Konferenz 63 Forschungsarbeiten aus 18 Län-

dere Unternehmen sind eingeladen, am Forum teilzunehmen. Wer sich für die Einsatzmöglichkeiten des Lasers in der industriellen Fertigung interessiert, kann sich unter [www.lasernetz.de](http://www.lasernetz.de) einen Überblick über die Aktivitäten des Netzwerks der EBZ verschaffen.

dem präsentiert, darunter sechs Arbeiten der hannoverschen Institute IFW, IFA und IPH.



## Laser-Sicherheit bei kürzesten Laserpulsen

SAFEST ist ein neues EUREKA-Projekt zur Untersuchung des Gefährdungspotenzials und der erforderlichen Schutzmaßnahmen beim industriellen Einsatz von Ultrakurzpulslasern, z. B. Femtosekundenlasern. Gemeinsam mit Industriepartnern aus dem In- und Ausland fasst das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) vorhandene Forschungsergebnisse zusammen und untersucht die Wechselwirkungen der Ultrakurzpulslaserstrahlung mit menschlichem Gewebe und technischen Werkstoffen. Ziel ist, Richtlinien für die sichere Arbeit mit Ultrakurzpulslasern für industrielle Unternehmen zu erstellen.

**Information:** LZH, Michael Botts, Telefon (05 11) 2 78 81 51



## Ein Jahr Beratung und Forschung für die Produktion

Mit seinem Jahresbericht 2000 informiert das IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover über Beratungs- und Forschungsprojekte des letzten Jahres. Auf 60 Seiten werden neben dem Dienstleistungsangebot des IPH auch 15 der über 50 im Jahr 2000 bearbeiteten Einzelprojekte aus den Themenbereichen Produktionsmanagement, IT-Systeme und Produktionstechnologie vorgestellt.

### Bestellungen:

Telefon (05 11) 27 97 61 16 oder [pr@iph-hannover.de](mailto:pr@iph-hannover.de)

## EMO 2001:

### Hybridkinematik und NC-Programmierung zum Anfassen

Im Rahmen der Sonderschau „Themenpark für die Produktion von morgen“ auf der EMO 2001 präsentiert das Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover seine transportable 5-Achs-Bearbeitungseinheit für die flexible Reparatur von Großwerkzeugen (siehe *phi* 1/2001, S. 19).

Die von IFW entwickelte Werkzeugmaschine dient zur spanenden Bearbeitung beschädigter Umformwerkzeuge, wie sie in der Automobilindustrie zum Einsatz kommen. Durch ihren Einsatz sollen die Instandsetzungszeiten bei Großwerkzeugen und manuelle Arbeitsaufwände im Reparaturprozess minimiert werden.

Gleichzeitig präsentiert das IFW eine NC-Programmierung mit Krafrückkopplung. Wie von Geisterhand wird das Werkzeug in der Hand des Benutzers vom Rechner geführt. Dieser spürt die optimale Bahn und kann durch sein eigenes Fingerspitzengefühl der in Echtzeit dargestellten Fräsbahn noch den letzten Schliff geben. Mühsames indirektes Positionieren über Hilfsgeometrie ist mit dieser

Technik nicht mehr nötig. Zusätzlich wird der Benutzer durch eine 3-D-Visualisierung in der räumlichen Wahrnehmung der Szene unterstützt. Der ausgestellte Prototyp demonstriert somit neue Möglichkeiten zur Nutzung von Virtual Reality – jenseits der bekannten Anwendungen in der Produkt- und Datenpräsentation – zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle komplexer Softwaresysteme, wie sie heute im CAD/CAM-Bereich verstärkt anzutreffen sind.

Auf dem von der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) und dem VDW konzipierten Gemeinschaftsstand werden insgesamt über 20 Projekte aus Industrie und Wissenschaft vorgestellt.



**EMO 2001,  
Hannover 12. -  
19. August 2001,  
Halle 012,  
Stand E87**

# vorschau

Die nächste Ausgabe von *phi*  
erscheint im Oktober 2001



## *Schneller Produzieren*

Rapid Prototyping mit dem Laser

Zeitfaktor Instandhaltung

Technologieberücksichtigung  
in der Strukturplanung

Wissensbasierte Verkürzung  
des Produktanlaufs

Mit thermischem Spritzen  
schnell repariert

Schneller Steuern in der Fertigung

## *Beteiligte Institute*

Institut für Fabrikanlagen und  
Logistik der Universität Hannover

**IFA**

Institut für Fertigungstechnik  
und Spanende Werkzeug-  
maschinen 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**

