

φ phi

Produktionstechnik Hannover informiert

Qualität und Präzision

Drum prüfe, wer sich ewig bindet, ...

Qualität fährt am längsten

Tot oder lebendig?

Glasklare Sache – Präzise

Laserbearbeitung ohne Splitter

Maßabweichungen kaltgestellt

Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser!

Qualität am laufenden Band

Inhalt

3	Vorwort	12	Maßabweichungen kaltgestellt
4	Drum prüfe, wer sich ewig bindet, ...	14	Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser!
6	Qualität fährt am längsten	16	Qualität am laufenden Band
8	Tot oder lebendig?	18	Magazin
10	Glasklare Sache – Präzise Laserbearbeitung ohne Splitter	20	Vorschau

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.

Kostenloses Abonnement der *phi*: Im Internet unter www.phi-hannover.de/abo.htm oder telefonisch bestellen unter Telefon (05 11) 27 97 65 00.

Redaktion

Karen Lehneke (v.i.S.d.P.)

Redaktionsanschrift

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

Beteiligte Institute

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

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

Institut für Mikrotechnologie der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. H. H. Gatzen
Callinstrasse 30A
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-5104
Fax: (05 11) 762-2867
E-Mail: imt@imt.uni-hannover.de
Internet: www.imt.uni-hannover.de

Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing L. Overmeyer
Callinstrasse 36
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-3524
Fax: (05 11) 762-4007
E-Mail: ita@ita.uni-hannover.de
Internet: www.ita.uni-hannover.de

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

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

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

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

Druck

digital print
laser-druck-zentrum garbsen GmbH
Baumarktstraße 10
30823 Garbsen
Internet: www.digital-print.net

Layout

demandcom dialogmarketing GmbH
Stefan Krieger
Baumarktstraße 10
30823 Garbsen

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Qualität und Präzision: zwei Worte, die als Synonyme für die wesentlichen Tugenden der deutschen Wirtschaft gelten. Diese haben auch das Wunder von „Made in Germany“ bewirkt. Doch das hart erkämpfte Gütesiegel läuft Gefahr, seinen Wert zu verlieren. Angesichts der angespannten Wirtschaftslage häufen sich die Meldungen, wonach der Qualitätsvorsprung deutscher Produkte als Ergebnis des zunehmenden Kostendrucks deutlich geringer geworden sei.

Präzision, geringes Bauvolumen und hohe Reaktionsgeschwindigkeit kennzeichnen heutzutage die industriellen Produktionssysteme. E-Business und internationale Vernetzungen im Rahmen von virtuellen Kooperationen stellen zudem neue Herausforderungen für die Zukunft jedes innovativen Unternehmens dar. Doch wie können schon heute Produktionsunternehmen das Globale Netzwerk intelligent nutzen, um ihre Qualität und Leistungsfähigkeit zu steigern? Wie lässt sich unter diesen Rahmenbedingungen die Qualität von Prozessen und Produkten messen, und welchen Beitrag kann die Messtechnik mit ihren Methoden und Tools dazu leisten?

In der Messtechnik gibt es einerseits technische und technologische Entwicklungen, die Auswirkungen auf deren Einsatz im industriellen Umfeld haben. Eine wesentliche Veränderung deutet sich beispielsweise durch die Anwendung und Verbreitung der Mikro- und Nanotechnologien an. Hier können Messaufgaben nicht mehr mit einer konventionellen Herangehensweise gelöst werden. Eine genaue Planung und Durchführung der Messung ist notwendig. Andererseits gibt es aber auch strukturelle Änderungen, die die Einbindung der Messtechnik in umfassende Qualitätsmanagementsysteme betreffen. So genügt es nicht mehr, nur das geeignete Messverfahren auszuwählen. Es muss auch in den Prozess unter Kenntnis der Rückwirkungen eingebunden werden, da Messungen bekanntlich vom Messverfahren abhängen und demzufolge von eventuell auftretenden Rückwirkungen beeinträchtigt werden. Außerdem sind aufgrund der Erreichung von physikalischen Grenzen und der damit problematisch werdenden direkten Messbarkeit von Produkteigenschaften Messtechniken gefragt, mit deren Hilfe die präventive Prozessgestaltung und Prozessüberwachung realisiert werden kann. Auch Techniken zur Ableitung von Fehlerursachen aus Fehlfunktionen gewinnen in hohem Maße an Bedeutung.

Alle o.g. Aspekte stellen heutzutage eine Herausforderung für die produzierende Industrie ebenso wie für die Wissenschaft dar. Universitäten und Forschungseinrichtungen sind aufgefordert, ihren entsprechenden Beitrag zu formulieren. Hierzu trägt die Forschungsgemeinschaft Qualität e. V. (FQS) mit Hilfe der durch sie initiierten und finanzierten Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung bei. Zu diesem Zweck hat die FQS ein Modell zur Zukunftsgestaltung im Qualitätsmanagement entwickelt. Hervorgegangen aus der Identifizierung der wesentlichen, qualitätsrelevanten Trends – dazu zählen



Dr. rer. nat. Konstantin D. Petridis

beispielsweise die Weiterentwicklung der Nanotechnologien und die Miniaturisierung - werden darin eine Reihe von zukunftsträchtigen Kompetenzfeldern aufgezeigt, darunter auch die Prüf- und Messtechnik, die zur Sicherung des Qualitätsvorsprungs beitragen.

Allein die Ausrichtung des wissenschaftlichen Fokus auf die Zukunft und die Erforschung von neuen Kompetenzfeldern reicht jedoch nicht aus. Neue Entwicklungen müssen in die industrielle Praxis transferiert werden, damit diese zur Lösung anstehender Aufgaben genutzt werden können. Kompetente Aus- und Weiterbildung in der Messtechnik ist gefragt. So muss sich beispielsweise ein Fertigungstechniker nicht nur mit rein fertigungstechnischen Fragen, sondern auch mit der Messbarkeit befassen. Genauso muss ein Messtechniker neben den Gesetzen der Längen- bzw. Koordinatenmesstechnik auch die fertigungstechnischen Zusammenhänge überblicken, die die Qualität seines Produktes bestimmen. Und beide sollen im Sinne einer funktionierenden Zusammenarbeit in der Lage sein, die Anforderungen der Konstruktion und Entwicklung zu interpretieren.

Von den Forderungen, die die Zukunft an die Messtechnik stellt, haben wir ein klares Bild vor Augen. Um den Qualitätsvorsprung unserer Produkte zu sichern und das „made in Germany“ zu erhalten, besteht unsere Aufgabe in der Industrie oder als Forschungseinrichtung darin, diesen Forderungen gebührend Rechnung zu tragen.

Mit freundlichen Grüßen

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "Konstantin D. Petridis". The signature is written in a cursive style.

Dr. rer.nat. Konstantin D. Petridis

Geschäftsführer der Forschungsgemeinschaft Qualität (FQS) und Leiter des Ressorts „Forschung und Lehre“ der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ)



Drum prüfe, wer sich ewig bindet, ...

ob er nicht noch was Besseres findet. Dieses Sprichwort, das sich die Automobilhersteller zum Leitsatz gemacht haben, hat für Zuliefererunternehmen eine große Bedeutung. Um langfristige Kooperationen eingehen zu können, muss ein Zulieferer hohe Anforderungen erfüllen und sich gegenüber seinen Konkurrenten abheben. Eine Differenzierungsmöglichkeit liegt in der Logistikqualität.

In keiner anderen Branche reduziert sich der Eigenfertigungsanteil als Folge einer auf Kernkompetenzen fokussierten Wertschöpfung wie in der Automobilindustrie. Mittlerweile fallen mehr als 60 % am Gesamtumsatz auf die Zuliefererunternehmen. Dabei gelten die Automobilhersteller als Impulsgeber bei der Definition anspruchsvoller technologischer und logistischer Anforderungsprofile. Qualitätsmängel sind inakzeptabel und bedeuten das Aus für Kooperationsambitionen auf Seiten der Zuliefererunternehmen. Dies macht deutlich, dass die in der Vergangenheit durchgeführte alleinige Betrachtung der Produktqualität nicht mehr ausreicht, um im heutigen Wettbewerb bestehen zu können. Nur wenige Produkte haben heute noch absolute Alleinstellungsmerkmale und erzeugen Kundentreue ausschließlich über exklusive Produktmerkmale.

Stattdessen besteht für Zuliefererunternehmen die Zielsetzung darin, neben dem Preis und der Qualität des Produktes die Logistikqualität weiterzuentwickeln. Voraussetzung hierfür ist ein neues Verständnis von Qualität aus Unternehmenssicht im Allgemeinen und Produktionssicht im Besonderen.

Qualität neu verstehen

Die Beschaffenheit und Funktionalität eines Produktes sind heutzutage nicht mehr die einzigen Parameter für Qualität. Vielmehr muss Qualität unter einem neuen Aspekt betrachtet werden: „Qualität bedeutet, dass der Kunde zurückkommt und nicht das Produkt“. Diese populäre Aussage deutet an, dass Qualität mit langfristigen Kunden-Lieferanten-Beziehungen zu tun hat und

sich nicht nur auf rein technologische Erfordernisse beschränkt. Langfristige Kooperationen haben insbesondere in der Automobilindustrie auf der Zuliefererebene eine hohe Bedeutung. Voraussetzung hierfür ist, dass kürzeste Lieferzeiten bei einer hohen Liefertermintreue auf Seiten der Zulieferer realisiert und angeboten werden können. Die Lieferzeit und die Liefertermintreue können als Qualitätsmerkmale der Terminalsicherung in Analogie zur technischen Qualitätssicherung interpretiert werden. Während die technische Qualität mehr den konventionellen Qualitätsbegriff der materiellen Produktqualität umfasst, bezieht sich die logistische Qualität auf die immateriellen, produktionslogistischen Eigenschaften.

Zulieferer auf dem Prüfstand

Sowohl bei der technischen als auch bei der logistischen Qualität bildet der Kunde das zentrale Element in der Prozesskette. Er bestimmt die Ausprägung der gewünschten Qualitätsmerkmale und bewertet die logistische Qualität des Lieferanten durch einen Vergleich zwischen

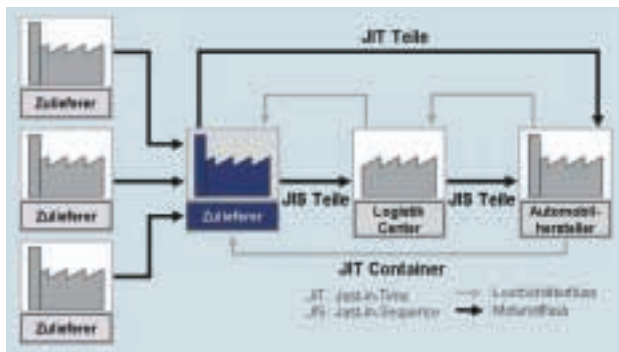


den gewünschten und den vom Lieferanten erbrachten Qualitätsmerkmalen. Eine schlechte Bewertung führt unweigerlich zu Umsatzeinbußen, einer Verschlechterung der Marktstellung und einem angeschlagenen Unternehmensimage. Im Bereich der Zuliefererindustrie drohen zusätzlich sowohl hohe Konventionalstrafen als auch Rückstufungen zu niederrangigen Lieferanten, und damit erhebliche Vertrauensverluste bei den Kunden. Zur Realisierung einer hohen Logistikqualität versuchen Zulieferer heutzutage, ganzheitliche Logistikkonzepte zu entwickeln. Die Entwicklung eines solchen umfangreichen Konzeptes soll anhand des nachfolgenden Beispiels verdeutlicht werden:

Logistikkonzepte sorgen für Qualität

Das Beispielunternehmen der Automobilzuliefererindustrie hat sich aufgrund seiner Auftragssituation entschlossen, in den USA ein neues Werk in räumlicher Nähe zum Kunden zu errichten. Die zukünftige Produktpalette besteht aus 69 Spritzguss-Bauteilvarianten, die gemäß

fenden Unternehmens zu beachten, und andererseits ein Konzept für die Lieferkette zu entwickeln, das in der Lage ist, die gewünschten logistischen Anforderungen zu erfüllen. Hierfür werden die Bauteilvarianten eines Unternehmens zunächst entsprechend ihrer Verbauhäufigkeit und ihres Wertes mit Hilfe einer klassischen ABC- und Wertanalyse klassifiziert. Aufgrund der Ähnlichkeit der Bauteilvarianten des Beispielunternehmens war es in diesem Fall sinnvoll, alle Teile mit der gleichen Steuerungslogik zu steuern. Eine Entscheidung bezüglich des Steuerungsprinzips konnte mit Hilfe einer Nutzwertanalyse getroffen werden. Das Ergebnis dieser Analyse für das Beispielunternehmen zeigte eindeutig, dass eine Steuerung nach dem Pull-Prinzip die Umsetzung der Vorgaben und Projektziele am effektivsten gewährleisten kann. Insbesondere die Erfüllung einer hohen Liefertermintreue und der geringe Steuerungsaufwand waren die ausschlaggebenden Faktoren für die Auswahl dieser Steuerungslogik und des Steuerungsprinzips.



Die Kopplung des Automobilherstellers an den Zulieferer geschieht über zwei voneinander getrennte Regelkreise (JIT und JIS).

ihrer Zuliefererhäufigkeit sowohl Just-in-Time (JIT) als auch Just-in-Sequence (JIS) geliefert werden. Neben einer von den Automobilherstellern immer häufiger geforderten Liefertreue von 100%, gibt es weitere Vorgaben seitens des Unternehmens: Auslastung > 75%, Lagerumschlaghäufigkeit > 20. Analysen des Ist-Zustandes ergaben, dass zur Erreichung der Logistikqualität sowie zu deren Sicherung ein entsprechendes Steuerungskonzept entwickelt und validiert werden müsste.

Anforderungsgerecht steuern

Die Herausforderung bei der Entwicklung eines Steuerungskonzeptes besteht darin, einerseits die individuellen Randbedingungen und Vorgaben des betref-

Bei der Entwicklung eines Produktionssteuerungskonzeptes werden aufgrund der unterschiedlichen Lieferanforderungen der Teile häufig verschiedene Regelkreise aufgebaut. Die Materialflüsse der Zulieferer zum Beispiel-

unternehmen und die Produktion selbst werden zukünftig über individuelle Regelkreise gesteuert. Der Automobilhersteller hingegen ist über zwei voneinander getrennte JIS- und JIT-Teile-Regelkreise an das Beispielunternehmen gekoppelt (siehe Abbildung). Als Ergebnis können die Lieferanforderungen aufgrund einer verringerten Steuerungskomplexität und klar abgegrenzten Verantwortungsbereichen mit einer hohen Logistikqualität erfüllt werden. Das Unternehmen ist somit in der Lage, die gewünschte Logistikqualität zu erreichen.

Validation durch Simulation

Vor dem Hintergrund des meist hohen Investitionsvolumens bei der Umsetzung von Logistikkonzepten ist es zweckmäßig, zuvor eine simulationsgestützte Validation des entwickelten Konzeptes durchzuführen. Ziel ist es, einen Funktions- und Leistungsnachweis zu

erbringen. Generell sollte hierbei ein besonderer Wert auf einen hohen Grad an Parametrierbarkeit gelegt werden, um eine schnelle und damit wirtschaftliche Adaption des Modells an zukünftige Veränderungen des Logistikkonzeptes zu ermöglichen. Durch eine kontinuierliche Modellnachführung und weitere Simulationsversuche kann so die logistische Qualität nachhaltig gesichert werden.

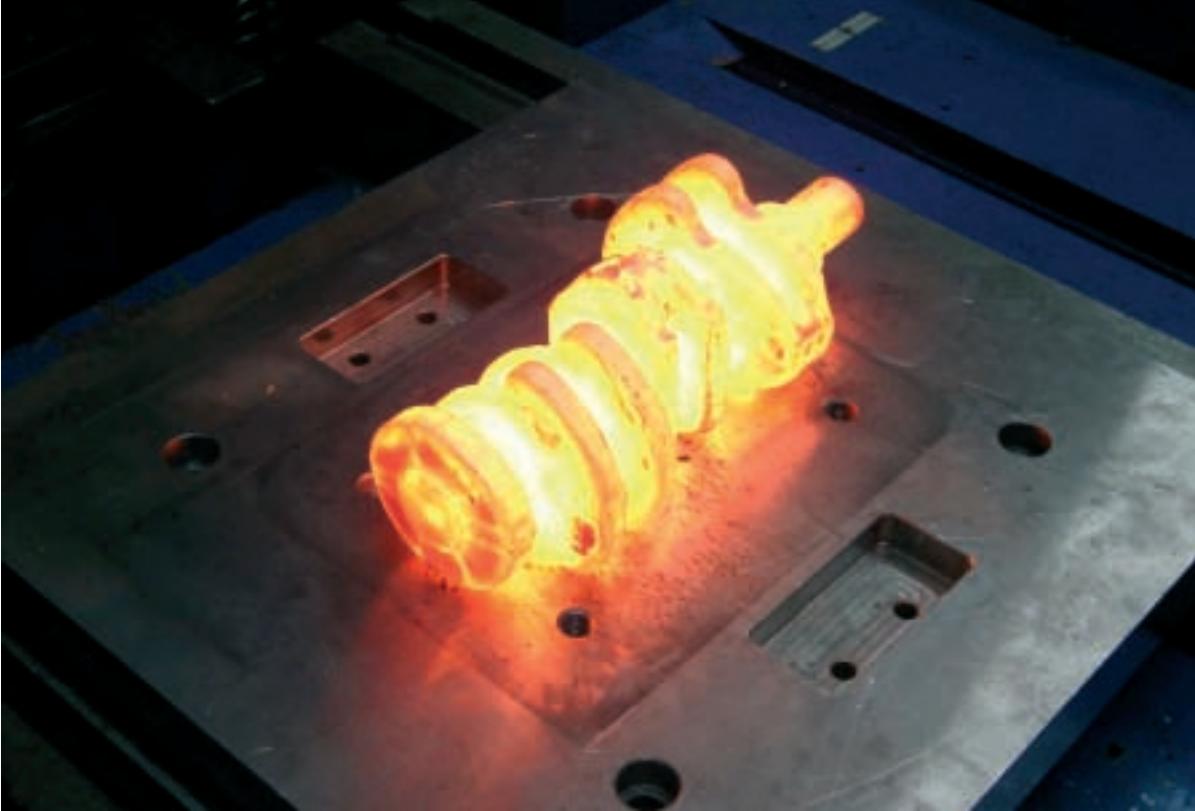
Im Rahmen der Modellierung wird die entsprechende Aufbau- und Ablaufstruktur für die Bereiche Beschaffung, Produktion und Disposition nachgebildet. Die Aufbaustruktur umfasst die Abbildung der physischen Struktur auf operativer Ebene, bestehend zum Beispiel aus dem Materialfluss. Bei der Modellierung der Ablaufstruktur wird die Ablauflogik der einzelnen Elemente sowie die logische Verknüpfung der elementebezogenen Ein- und Ausgangsprozesse innerhalb der Gestaltungsebenen und über deren Grenzen hinaus festgelegt. Mit Hilfe verschiedener Simulationsläufe konnte so die Leistungsfähigkeit des für das Beispielunternehmen erarbeiteten Logistikkonzeptes bestätigt werden. Darüber hinaus wird das Simulationsmodell dem Beispielunternehmen zukünftig als Versuchsbasis dienen, um die erlangte Logistikqualität zu sichern.

Qualität in der Produktion

Um langfristige Kooperationen mit Automobilherstellern eingehen zu können, müssen Zuliefererunternehmen heutzutage nach neuen Möglichkeiten suchen, um sich von ihren Konkurrenten zu differenzieren. Eine Möglichkeit bietet in diesem Zusammenhang die Realisierung einer hohen Logistikqualität durch die Entwicklung von entsprechenden Logistikkonzepten. Zuliefererunternehmen, die Logistikkonzepte umsetzen, welche sie einerseits befähigen die angestrebte Logistikqualität zu erreichen und andererseits diese auch zu sichern, werden auch zukünftig in der Lage sein, sich im Wettbewerb behaupten zu können.

Die Forderung nach Qualität ist schon längst nicht mehr nur auf die Produkte selbst beschränkt, sondern bezieht sich auch auf die gesamte Logistik der Produktion.

Andreas Fischer, Markus Vogel, IFA



Qualität fährt am längsten

Das Auto ist der Deutschen liebstes Kind. Um den Ansprüchen der Autoliebhaber hinsichtlich Qualität und kleiner Preise gerecht werden zu können, muss in der Produktion eine Kostenreduzierung bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung erzielt werden. Ein Lösungsansatz ist das Präzisionsschmieden von Fahrzeugkomponenten.

Global operierende Schmiedeunternehmen sehen sich in Konkurrenz zu Schmieden aus aufstrebenden osteuropäischen und asiatischen Ländern. Um ihren Vorsprung im Know-how der Schmiedetechnologie zu wahren, richten etablierte Unternehmen ihren Blick auf innovative Ideen und Techniken. Traditionelle Produktionsprozesse stehen auf dem Prüfstand und werden durch wirtschaftlichere und effektivere Prozessabläufe ersetzt.

Der Einsatz der Präzisionsschmiedetechnik hat das Potenzial, die ausgezeichneten statischen und dynamischen Festigkeitseigenschaften gesenkgeschmiedeter Teile weiter zu verbessern.

Dabei kann auf Ergebnisse von Forschungsprojekten zurückgegriffen werden, die von nationalen sowie internationalen Forschungsträgern gefördert

werden. Ein Beispiel hierfür ist der Sonderforschungsbereich (SFB) 489 „Prozesskette zur Herstellung präzisionsgeschmiedeter Hochleistungsbauteile“. Ziel dieses Sonderforschungsbereiches ist die Entwicklung neuer, technologisch und logistisch innovativer und wirtschaftlicher Prozessketten auf Basis der Präzisionsschmiedetechnologie zur Serienfertigung von Hochleistungsbauteilen. Im SFB dient neben einem Zahnrad eine PKW-Kurbelwelle als Beispielgeometrie, um die komplexen Anforderungen an die gesamte Produktionskette zum Präzisionsschmieden eines Bauteils zu untersuchen.

Genau ist nicht präzise genug

Unter Präzisionsschmieden versteht man das Schmieden im geschlossenen Gesenk ohne Ausgleichsräume. Dabei

können Genauigkeiten erzielt werden, die sonst nur mit einer spanenden Nachbearbeitung konventionell geschmiedeter Bauteile möglich sind. Beim Präzisionsschmieden von Zahnradern werden beispielsweise ISO-Toleranzqualitäten von 8 bis 12 erzielt. Mit konventioneller Schmiedetechnik hingegen können lediglich IT-Klassen von 10 bis 16 realisiert werden. Präzisionsschmieden bietet daher im Vergleich zu konventionellen Schmiedeverfahren ein erhebliches wirtschaftliches und technologisches Potenzial. Es erlaubt endkonturnahes Umformen mit geringem Energie- und Materialeinsatz und ermöglicht zusätzlich durch die hohe Formgenauigkeit der Bauteile eine Verkürzung der Bearbeitungskette.

Neben Rotationsteilen wie Gelenkwellen oder Zahn- und Kegelrädern, die schon

heute industriell durch Präzisionsschmieden geformt werden, können auch Langteile wie PKW-Pleuel mit dieser Technologie hergestellt werden.

„Grat-Wanderung“ der Qualität

Beim konventionellen Schmieden wird zur Gewährleistung einer vollständigen Gravurfüllung mit einem Masseüberschuss gearbeitet. Beim Kurbelwellenschmieden weist beispielsweise das Vormaterial einen Masseüberschuss von 20 bis 30% auf. Das überschüssige Material



Das Spektrum präzisionsgeschmiedeter Bauteile zeigt die vielfältigen Einsatzbereiche dieser innovativen Technologie.

wird zwischen den Gesenkhälften als Grat herausgepresst. Dieser Überschuss muss in einem nachgelagerten Abgratprozess entfernt werden und verursacht zudem durch die Erwärmung und Wiederverwertung des Materials Kosten, die in die Herstellungskosten des Produktes eingehen.

Durch den Einsatz der Präzisionsschmiedetechnologie können im Vergleich zum konventionellen Schmieden durch eine Änderung der Prozesskette folgende Vorteile realisiert werden:

Der Gratanteil des Bauteils entfällt, wodurch mit die zum Schmieden notwendige Einsatzmasse erheblich reduziert wird. Dies führt zusätzlich zur Reduzierung der Energiemenge, die zur Erwärmung des Vormaterials bereit gestellt werden muss. Für eine Kurbelwelle betragen die Energiekosten beispielsweise 4 bis 5% der Herstellungskosten. Durch den Wegfall des Gratanteils können so die Herstellungskosten allein durch Energieeinsparungen um ca. 1,5% reduziert werden.

Aus der Minimierung der Einsatzmasse ergibt sich darüber hinaus ein weiterer Vorteil der Präzisionsschmiedetechnologie. Da überschüssiges Material nicht in den Grat ausgepresst werden muss, verringern sich die notwendigen Presskräfte. Dadurch kann die Größe der erforderlichen Pressenaggregate reduziert werden.

Bei der Neuanschaffung einer Pressenlinie kann somit erhebliches Investitionsvolumen eingespart werden. Der gleichwohl wichtigste Vorteil dieser innovativen Technologie ist das Potenzial, das sich aus dem Wegfall des Abgratprozesses ergibt. Da keine Materialtrennung nach der Umformung stattfindet, sind verbesserte Bauteilqualitäten präzisionsgeschmiedeter Komponenten zu erwarten. Dadurch entstehen neue Freiräume für Konstruktion und Design von geschmiedeten Bauteilen.

Aus der Forschung in die Praxis

Aufgrund dieser Erfahrungen aus der Praxis entwickelte das IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover die Zielsetzung, bestehende Teilergebnisse aus dem SFB 489 in die industrielle Praxis zu transferieren.

Derzeit wird ein Gemeinschaftsprojekt zum Kurbelwellenschmieden von ThyssenKrupp Gerlach und dem IPH durchgeführt. Inhalt des Projektes ist

eine Studie, die das wirtschaftliche und technologische Potenzial einer Implementierung der entwickelten Vorformoperationen in die industrielle Praxis untersucht. Studien dieser Art bieten den Beteiligten die Möglichkeit eines Erfahrungsaustausches und führen so durch die Verbindung von Bewährtem und Innovativem zu neuen Lösungen.

Die hier beschriebene Technologie des Präzisionsschmiedens zeigt beispielhaft, wie die Erweiterung einer komplexen Technologie durch die Zusammenarbeit verschiedener Institutionen aus Forschung und Industrie effektiv vorangetrieben werden kann. Diese Zusammenarbeit über Fachgrenzen hinaus hat das Potenzial, Unternehmen den entscheidenden Vorteil zu verschaffen, um ihre Stellung am Markt zu behaupten und auszubauen.

Axel Specker, Eckard Meyer, IPH

Verbesserte Bauteilqualität durch Präzisionsschmieden

Bei der Stahlherstellung entstehen durch eine Reaktion von Begleitelementen mit Schwefel und Sauerstoff Verunreinigungen im Stahl. Diese lagern sich bei der Erstarrung des Stranggussvormaterials von außen nach innen, verstärkt in der Mitte des Rohstranges, als Seigerungen ab.

Bei anschließenden Umformprozessen werden diese Verunreinigungen mitverformt und bilden eine zeilige Struktur (Seigerungszone) parallel zur Hauptumformrichtung. Durch den Schmiedeprozess und die vorgelagerten Vorformoperationen kann die Seigerungszone nicht immer so umgelenkt werden, wie es für möglichst gute Bauteileigenschaften des fertigen Schmiedestückes wünschenswert wäre.

Beim konventionellen Schmieden werden die Verunreinigungen z.T. mit dem überschüssigen Material in den Grat ausgeschmiedet. Durch das Abgraten oder einen nachgelagerten Zerspanprozess kommt es stellenweise zur „Freilegung“ der Seigerungszone, d.h. Seigerungszone des Vormaterials treten an die Bauteiloberfläche. Dieser Effekt kann bei geschmiedeten Kurbelwellen vorkommen, wodurch die mechanischen Bauteileigen-

schaften negativ beeinflusst werden. In hochbelasteten oder bruchgefährdeten Bereichen eines Bauteils ist dies aber unbedingt zu vermeiden.

Beim Präzisionsschmieden wird die Seigerungszone durch geeignete Vorformoperationen so umgelenkt, dass sie über das gesamte Bauteil annähernd in der Mitte des Querschnitts verbleibt. Die Freilegung der Seigerungszone kann zudem durch den Wegfall des Abgratprozesses nahezu ausgeschlossen werden.

Dr. Schönfeld, Hauptabteilungsleiter Verfahrenstechnologie und Werkstofftechnik der MAN Nutzfahrzeuge AG in Nürnberg, betont: „Kurbelwellen, bei denen die Seigerungen im Bereich von Zapfenradien und Lagerstellen an die Oberfläche treten, zeigen eine geringere Defekttoleranz gegen Schwankungen in der Stranggussqualität und werden anteilig als Ausschuss bewertet, was zu einer Erhöhung der Bauteilkosten führt“. Das Präzisionsschmieden ermöglicht es, durch die mittige Lage der Seigerungszone im Schmiedestück einen kostenintensiven Ausschuss zu umgehen und somit beispielsweise bei Kurbelwellen die Produktionskosten zu senken.



Tot oder lebendig?

Ob ein Bauteil eine Qualitätsprüfung überlebt oder nicht, hängt vom Prüfverfahren ab. Eine 100%-Kontrolle, also die Prüfung jedes gefertigten Teils, ermöglicht nur die zerstörungsfreie Prüfung. Für ferromagnetische Materialien wie Stahl bietet sich hier in vielen Fällen die Mikromagnetik an.

Die Qualität eines Werkstoffes, Halbzeuges oder Bauteiles wird wesentlich durch die Eigenschaften des verwendeten Materials bestimmt. Diese Eigenschaften können durch die Bearbeitung erhebliche Veränderungen erfahren. Mechanische und thermische Prozesse können das Gefüge, gewünscht oder ungewünscht, und somit die Materialeigenschaften in erheblichem Maße verändern. Einer Überwachung der Materialeigenschaften im Fertigungsablauf kommt sowohl hinsichtlich eines möglichen regelnden Eingriffs in den Fertigungsablauf als auch bezüglich des Qualitätsmanagements eine besondere Bedeutung zu.

Eine Forderung des heutigen Qualitätsmanagements ist es, zu jedem Zeitpunkt der Produktion eine Aussage zum Qua-

litätszustand des Produktes machen zu können. Mit stichprobenartiger Ermittlung der Eigenschaften in Form von zerstörender Prüfung kann diese Forderung nur unzureichend erfüllt werden. Nachteilig wirkt sich dabei aus, dass aus dieser Stichprobe auf die Eigenschaften der gesamten Charge geschlossen werden muss. Ferner liegt zwischen der Probenahme und dem Ergebnis der Prüfung oft eine so große Zeitspanne, dass ein schnelles Reagieren ausgeschlossen ist. Ein optimales Prüfverfahren muss also sowohl zerstörungsfrei als auch schnell arbeiten. Hier bietet die Mikromagnetik erhebliches Potenzial, da das Durchlaufen eines Magnetisierungszyklusses nur wenige Millisekunden in Anspruch nimmt.

Auf der Suche nach U-Booten

Eines der wichtigsten mikromagnetischen Analyseverfahren ist das sogenannte Barkhausenrauschen. Benannt ist es nach seinem Entdecker, Heinrich Barkhausen, der im ersten Weltkrieg den Auftrag erhielt, ein Verfahren zu entwickeln, um feindliche U-Boote zu detektieren, welche immer wieder unentdeckt die Minensperre des Kieler Hafens durchdrungen hatten. Zu diesem Zweck wollte er einen Kupferdraht quer durch die Hafeneinfahrt verlegen, in welchem die U-Boote gewissermaßen als großer Magnet einen Strom induzieren sollten. Diesen Strom wollte er verstärken und in einem Lautsprecher hörbar machen (sein eigentliches Fachgebiet waren die damals neuen Röhrenverstärker). Im Experiment

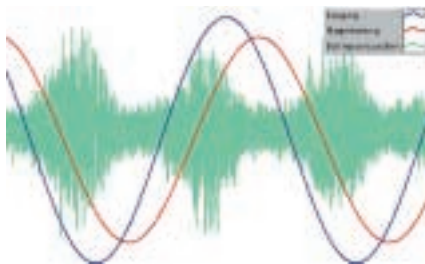
bildete er den Aufbau durch eine Spule, einen Permanentmagneten und einen Eisenkern nach. Als er den Eisenkern in die Spule steckte und mittels des Magneten ummagnetisierte, hörte er ein seltsames Knacken und Rauschen im Lautsprecher. Damit hatte er durch eine zufällige Entdeckung den Grundstein für ein modernes Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung gelegt.



Heinrich Barkhausen, Entdecker des Barkhausenrauschen, bei der Vorführung eines Experiments.

Elementarmagnete klappen um

Das Knacken, welches Barkhausen damals hörte, war unter anderem eine Wandverschiebung der Grenzände zwischen einzelnen Elementarmagneten, so genannten Weiss'schen Bezirken. Bei leichter Magnetisierung wachsen zunächst diejenigen Weiss'schen Bezirke, die in etwa parallel zum äußeren Magnetfeld angeordnet sind, auf Kosten solcher Bezirke, welche entgegen dem äußeren Magnetfeld liegen. Diese Wandverschiebung vollzieht sich jedoch nicht kontinuierlich, sondern in diskreten Schritten. Ist der Schritt groß genug, erzeugt er ein



Im Oszilloskop-Bild ist das Barkhausenrauschen in den grün dargestellten Rauschbündeln zu erkennen. Durch Zug- oder Druckspannungen im Werkstück ändert sich ihre Größe.

Knacken im Lautsprecher von Barkhausens Experiment, da sich die Magnetisierung der Probe ebenfalls sprunghaft änderte und einen Strom in der Spule induzierte. Bei stärkerer Magnetisierung kommt ein weiterer Effekt hinzu: Komplette Weiss'sche Bezirke ändern ihre

Ausrichtung und „klappen um“. Natürlich ändert sich auch dabei wieder die Gesamtmagnetisierung der Probe und ein weiteres Knacken ist zu hören.

Magnetisches Rauschen

Um das Barkhausenrauschen als Messmethode zu verwenden, ist heutzutage kein Lautsprecher mehr erforderlich. Die zu untersuchende Probe wird einem magnetischen Wechselfeld ausgesetzt und bei jedem Wechsel der Magnetfeldrichtung finden zahlreiche dieser Wandverschiebungen und Umklappprozesse statt. Zusammen ergeben sie ein charakteristisches Rauschbündel. Die Größe dieser Rauschbündel ist unter anderem abhängig vom Einspannungszustand in der Probe und ermöglicht damit eine zerstörungsfreie Aussage über vorhandene Zug- oder Druckspannungen in einem Werkstück. Da eine Messung weniger als eine Sekunde dauert, lässt sich das Verfahren gut in die laufende Produktion integrieren und wird inzwischen beispielsweise zur Prüfung von Nockenwellen, die durch die Schleifbearbeitung geschädigt sein können, industriell eingesetzt.

Feinblech im Visier

Eine besondere Herausforderung stellt die Qualitätskontrolle von Feinblech dar. Produkte aus Feinblech gehören in unserer Gesellschaft zum Alltag und werden oft nicht als solche erkannt. Neben Großteilen aus der Automobil- und Flugzeugindustrie sind hier unter anderem auch mechanische Kleinteile aus der Unterhaltungselektronik, Verpackungen der Lebensmittelindustrie und die sogenannte „weiße Ware“ der Haushaltswarenindustrie, z. B. Waschmaschinen und Kühlschränke, zu nennen. Die feinblechverarbeitende Industrie nimmt daher in den meisten Industrieländern eine Schlüsselstellung ein. Der ständigen Forderung nach Ressourcenschonung und Gewichtseinsparung wird unter anderem durch maßgeschneiderten Werkstoffeinsatz zum Leichtbau Rechnung getragen, z. B. durch den Einsatz von zusammengesetzten Feinblechplatten. Diese bestehen aus Einzelblechen unterschiedlicher Güte, Dicke und/oder Oberflächenbeschaffenheit, die zu einer Platine verschweißt werden. Die so entstehenden Feinblechhalbzeuge, auch „Tailored Blanks“ genannt, werden in einem anschließenden Umformprozess zu einer Zusammenbaueinheit verformt.

Auf die Naht geschaut

Das besondere Augenmerk gilt der Naht zwischen den Einzelblechen. Sie muss den anschließenden Umformprozess überstehen, ohne Schaden zu nehmen oder den Prozess nachteilig zu beeinflussen. Zur Untersuchung sämtlicher Nähte scheidet bekannte Labormessverfahren wie die Metallographie oder röntgenographische Verfahren aus, da sie zu zeit- und kostenintensiv sind. Optische Prüfungen hingegen gestatten lediglich Aussagen über die Nahtqualität, nicht jedoch über physikalische Eigenschaftsänderungen wie Aufhärtungen oder Eigenspannungen. Um auch diese zu erfassen, wurde am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Universität Hannover (IFW) ein zerstörungsfreies magnetinduktives Messverfahren näher untersucht. Mit diesem Verfahren kann prozessnah das Arbeitsergebnis verschiedener Fügeverfahren und Nahtnachbehandlungen hinsichtlich physikalischer Eigenschaftsänderungen des Grundwerkstoffs in sehr kurzer Zeit erfasst werden. Als Werkstoffe kamen Stahlfeinbleche unterschiedlicher Festigkeit und Zusammensetzung zum Einsatz. Durch den Fügeprozess werden gleichzeitig der Gefügezustand, die Härte und der Eigenspannungszustand des Feinblechs verändert. Es ist bekannt, dass einzelne magnetische Messgrößen auf bestimmte Veränderungen des Werkstoffzustands reagieren. Prinzipiell wird jedoch jede Messgröße von einer Eigenschaftsänderung des Werkstoffs maßgeblich beeinflusst.

Durch die Verknüpfung unterschiedlicher magnetischer Messgrößen, detektiert mit nur einem Sensor, wurde am IFW eine Methode zur Beurteilung der Eigenschaftsveränderungen gefügter Feinbleche entwickelt, mit deren Hilfe der anschließende Umformprozess optimiert werden kann.

Die Übertragbarkeit des erstellten Korrelationsmodells auf beliebige Feinblechqualitäten und andere Schweißprozesse ermöglicht einen globalen Einsatz dieser zerstörungsfreien arbeitenden, prozessnahen Prüftechnik. Mit der Barkhausenrauschenanalyse steht damit ein Verfahren zur Verfügung, welches, gezielt im umformtechnischen Prozessablauf eingesetzt, eine wesentliche Reduzierung bestehender Ausschussraten bei der Herstellung geschweißter Feinblechplatten ermöglicht.

Christian Spille, IFW



Glasklare Sache – Präzise Laserbearbeitung ohne Splitter

Schnell und sauber sind zwei Schlagworte, die in der Glasbearbeitung selten in einem Satz zusammen auftauchen. Doch mit dem Laser kann man Glas schnell, sauber und preisgünstig trennen. Ein neues Verfahren eröffnet neue Möglichkeiten für die glasbearbeitende Industrie.

Der Werkstoff Glas erobert immer mehr innovative Anwendungsfelder. Als Bestandteil von Produkten unterschiedlichster Branchen weisen Glasprodukte eine zunehmende Komplexität auf. Die Vielfältigkeit der Anwendungen, angefangen bei Displays in der Elektronikindustrie, Analysearrays in der Biomedizin, beschichteten Spezialgläsern für optische Anwendungen, Front-, Seiten- und Heckscheiben für die Automobilbranche oder Glas für die Fassadengestaltung, verdeutlicht den Anspruch an den Werkstoff Glas. Im Jahr 2002 zählte der Bundesverband der Glasindustrie e.V. in der glasverarbeitenden Industrie 438 Betriebe mit 63.938 Beschäftigten. Die Branche erzielte einen Umsatz von 8,8 Mrd € [1]. Weltweite Wachstumsschwäche und ein zunehmender Substitutionsdruck durch alternative Werkstoffe stellt die Branche allerdings zunehmend vor neue Herausforderungen. Die Forderung nach alternativen, innovativen Fertigungsverfahren wird existenziell.

Das Laser Zentrum Hannover e. V. (LZH)

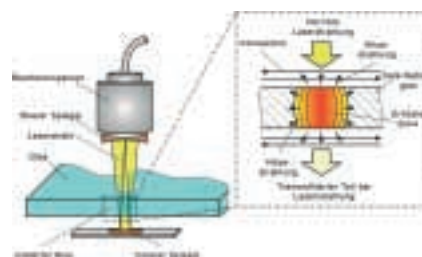
hat sich auf diesen Trend eingestellt und seine industriell ausgerichtete, ingenieurwissenschaftliche Kompetenz auf dem Gebiet der lasergestützten Glasbearbeitungsverfahren ausgebaut. Neue anwenderorientierte Verfahren zeigen, dass der Laser ein großes Potenzial für die glasbearbeitende Industrie besitzt.

Sauberes Trennen durch Spannung

Bei einem marktüblichen Festkörperlaser wird nur ein Bruchteil der emittierten Laserstrahlung vom Glaswerkstoff absorbiert und in Wärmeenergie umgesetzt (siehe Prozessskizze). Dieser Energieeintrag reicht nicht, um Glas zu schneiden. Damit der Anteil der absorbierten Laserstrahlung im Glas erhöht wird, hat das LZH ein optisches System aus Bearbeitungskopf und Reflektor entwickelt, welches den Laserstrahl mehrfach durch das Glas reflektiert.

Beim sogenannten MLBA-Verfahren (Multiple Laser Beam Absorption) ist der resultierende Effekt eine signifikante

Vervielfachung der absorbierten Strahlungsenergie, was zu einer lokalen Volumenerwärmung des Glases führt. Beim Erreichen der für das Glas kritischen Spannungsgrenze wird ein Riss gebildet, der mit dem Laser kontrolliert geführt werden kann.



Das Prinzip des MLBA-Trennverfahren für die präzise und saubere Trennung von Glaswerkstoffen.

Das Ergebnis ist ein sauberes Trennen des Glaswerkstoffes. Die erzielte Kantenqualität ist durchaus mit der von polierten Glaskanten vergleichbar. Mikrorissbildung oder die Erzeugung von Glassplittern während des Trennprozesses können vollständig vermieden werden.

Das Verfahren benötigt keine zusätzliche Prozesskühlung und ist daher auch für den Einsatz in Reinräumen geeignet. Weitere Vorteile des MLBA-Verfahrens sind: die flexible Strahlführung über Lichtleitfasern, ein simultanes Schneiden von übereinander gestapelten Flachgläsern, der Einsatz einer einzelnen Laserstrahlquelle für das Trennen von Kalk-Natron Gläsern, aber auch borosilikatischen Gläsern und das Trennen in einem Arbeitsgang ohne nachgeschalteten Brechvorgang. Auch beschichtete Gläser, chemisch geätzte sowie chemisch gehärtete Gläser lassen sich mit gutem Erfolg trennen.

Ein Prototyp mit klaren Vorteilen

Basis des Prototyps ist ein hochpräzises Achssystem, das die Bearbeitung von Flach-, wie auch Hohlgläsern erlaubt. Die Anlage weist ein Höchstmass an Flexibilität auf. Dabei wurden bewährte industrietaugliche Komponenten wie die Strahlquelle, die Faser zur Strahlführung und die Antriebstechnik mit Neuentwicklungen wie dem optischen System und der Werkstückaufnahme kombiniert. Auf der technologischen Grundlage bestehender industrieller Anforderungen werden die erforderlichen Prozesse für den Glastrennprozess, die optischen Komponenten der Strahlführung und die Prozessüberwachung entwickelt und realisiert.

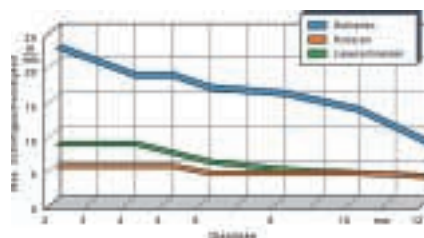
Durch eine integrierte, CNC-gesteuerte Vorrichtung kann die Maschine variabel auf jede technisch relevante Glasdicke eingestellt werden. Bisherige Tests mit dem Prototypen zeigen, dass Gläser mit einer Dicke von 0,3 - 12 mm mit guter Qualität geschnitten werden können. Dabei werden sowohl lineare Schnitte wie auch Konturschnitte von der Maschine ausgeführt. Durch eine zentrale Steuerungs- und Überwachungseinheit wird die Basis für individuelle Automatisierungsmöglichkeiten realisiert.

Zielsetzung ist es, im Rahmen weiterführender Entwicklungen eine marktfähige Schneidemaschine für Glaswerkstoffe zu realisieren, auf deren Grundlage die bisherigen Entwicklungen weitergeführt und den individuellen Anforderungen jedes Industrieanwenders angepasst werden können. Zukünftig wird die Integration weiterer Komponenten, insbesondere der Prozessüberwachung, folgen, so dass eine industrietaugliche Basismaschine zur Verfügung stehen wird, auf deren Grundlage die Markteinführung beginnen kann.

Zeit sparen durch Laserbearbeitung

Mit dem MLBA-Verfahren und den Ergebnissen der aktuellen Entwicklungsarbeiten stehen sowohl ein neues Verfahren als auch eine Anlagentechnik zur Verfügung, die sich in wesentlichen Eigenschaften vom jetzigen Stand der Technik unterscheiden. Zum einen ist die Trennung des Glaswerkstoffes in nur einem Arbeitsgang als ein wesentlicher Vorteil anzusehen. Sowohl bei der konventionellen Ritz- und Brechtechnik als auch beim Laserritzen mit dem CO₂-Laser sind zwei Arbeitsgänge erforderlich, um das Glas vollständig zu trennen. Insbesondere bei Konturschnitten kann der Aufwand für den Brechvorgang erheblich sein. Durch den Einsatz des MLBA-Verfahrens kann auf den Brechprozess vollständig verzichtet werden.

Auch die sonst übliche Reinigung der Glasprodukte im Anschluss an den Schleifprozess ist nicht mehr notwendig. Dadurch werden nicht nur die dafür erforderlichen Prozesszeiten eingespart, sondern auch die benötigten Vorrichtungen, Anlagen und sonstigen Ressourcen, wie Schleifemulsionen oder Reinigungszusätze, sind nicht mehr erforderlich. Weitere Vorteile aus der verkürzten Prozesskette ergeben sich aus dem reduzierten Handhabungsaufwand. Insbesondere bei Produkten mit hoher Wertschöpfung ergibt sich ein zusätzliches Potenzial zur Kostenreduzierung und Ressourceneinsparung.



Die Bearbeitungsgeschwindigkeiten konventioneller Verfahren im Vergleich zum Laserschneiden von Glaswerkstoffen mit dem MLBA-Verfahren.

Die Abbildung stellt die Prozessgeschwindigkeiten konventionell üblicher Glasbearbeitungsverfahren mit Schleif- und Polierwerkzeugen im Vergleich zum Laserschneiden dar. Die Bearbeitung einer Flachglaskontur (mit einer Glasdicke von 3 mm und einer Kantenlänge von 2000 mm) benötigt bei Bearbeitungsgeschwindigkeiten von 20m/min (schleifen) bzw. 5m/min (polieren) 30 Sekunden Bearbeitungszeit, ohne Transportzeit und

Prozesszeit für das Schneiden und Brechen. Eine Bearbeitung mit dem MLBA-Verfahren benötigt 15 Sekunden bei einer vergleichbaren Oberflächenqualität der erzeugten Kante.

Weitere Vorteile in Hinblick auf den industriellen Einsatz in der Glasindustrie ergeben sich aus den Verfahrensmerkmalen des Lasers selbst: berührungslose Bearbeitung, gute Reproduzierbarkeit bei hoher Präzision, keine Kühlmittel erforderlich, robuste Kante ohne Mikrorisse.



Eine Glaskante die mit dem MLBA-Verfahren getrennt wurde.

Glasbauteile, die mit dem Laser geschnitten wurden, überstehen nachfolgende thermische Veredelungsprozesse ohne vorbereitende Kantenbearbeitung.

Zukunftsweisende Einschnitte

Die MLBA-Technologie rechnet sich, insbesondere in der Glasbearbeitung, dort, wo Prozessschritte eingespart werden können. Sie ist besonders interessant für die Herstellung von Glasprodukten, die nicht nur aus geraden Schnitten bestehen, zum Beispiel für Automobilfensterscheiben, Tachoanzeiger oder Instrumentenabdeckungen. Durch die berührungslose Bearbeitungstechnologie ergeben sich neue Möglichkeiten in der Bearbeitung von sensiblen Glasprodukten, z. B. für Displays. Vor dem Hintergrund eines ansteigenden Konkurrenzdruckes von Billiganbietern aus dem Ausland und wachsendem Substitutionsdruck durch alternative Produkte stehen die Unternehmen der Glasindustrie vor neuen Herausforderungen. Das MLBA-Verfahren für das Trennen von Glaswerkstoffen mit dem Laser stellt zur Bewältigung dieser Herausforderungen eine neue Technologie zur Verfügung.

Michael Haase, LZH

<http://www.matra.laser-zentrum-hannover.de>

[1] Bundesverband Glasindustrie e.V.: Die wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Glasindustrie im Jahr 2002, Jahresbericht 2002, Düsseldorf, 06/2002



Maßabweichungen kaltgestellt

Da Zahnräder ein Kernelement im Maschinenbau bilden, schläft die Konkurrenz nicht und die westeuropäischen Zahnradhersteller stehen unter einem permanenten Kostendruck. Eine teilweise Substitution der spanenden Verfahren durch Massivumformverfahren ist ein Ansatz zur Reduktion der Herstellungskosten.

Massivumformverfahren zur endkonturnahen Herstellung der Laufverzahnungen von Zahnrädern wie das Fließpressen oder das Präzisionsschmieden eignen sich besonders wegen ihrer hohen Produktivität, ihrer Prozesssicherheit, der guten Materialausnutzung und der günstigen Automatisierbarkeit für die industrielle Massenfertigung. Da aber umformend hergestellte Zahnräder häufig nicht den Anforderungen bezüglich der Maßhaltigkeit entsprechen, wird das Zahnrad mit einem Bearbeitungsaufmass versehen und im Anschluss durch eine spanende Hartfeinbearbeitung nachbe-

arbeitet. Diese ist für das produzierende Unternehmen sehr kostenintensiv.

Den Kosten die Zähne zeigen

Vor dem Hintergrund, dass Zahnräder als Konstruktionselemente im Maschinen- und Fahrzeugbau von großer Bedeutung sind und in großer Stückzahl benötigt werden, besteht die Notwendigkeit, diese kostengünstig herzustellen. Um die Herstellungskosten weiter zu senken und so auf dem Weltmarkt gegenüber der Konkurrenz bestehen zu können, wird derzeit ein Verfahren entwickelt, das die kosten-

aufwendige Hartfeinbearbeitung durch ein kostengünstigeres Verfahren ersetzt: Das Kaltkalibrieren.

Wo der Schuh drückt

Bei der Kaltkalibrieroperation handelt es sich um ein Kaltmassivumformverfahren zur Verbesserung der Maßgenauigkeit. Besonders bei diesem Verfahren wird aufgrund der hohen Pressdrücke die Genauigkeit der hergestellten Zahnräder wesentlich von der prozessbedingten elastischen Werkzeugdeformation beeinflusst.

Während des Umformprozesses führt die rückfedernde Matrizenaufweitung beim Öffnen der Werkzeuge zu einer Verspannung der Zahnräder in der Matrize. Dadurch sind höhere Kräfte zum Auswerfen des Zahnrades aus dem Gesenk nötig. Zusätzlich kommt es zu großen Reibungskräften beim Auswerfen, wodurch Oberflächenbeschädigungen der Werkstücke und der Werkzeuge hervorgerufen werden können. Nur, wenn die elastische Matrizenaufweitung kompensiert werden kann, besteht die Möglichkeit, Zahnräder mit der geforderten Genauigkeit umformend herzustellen und so auf den Prozessschritt einer nachträglichen spannenden Bearbeitung zu verzichten.

Der Matrizenaufweitung kalt entgegen

Um durch Kaltkalibrieren Zahnräder mit der gleichen Genauigkeit wie unter Verwendung der Hartfeinbearbeitung herzustellen und so den geforderten Maß- und Oberflächenanforderungen genügen zu können, wird am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Universität Hannover (IFUM) ein Werkzeugsystem mit aktivem Dehnungsausgleich für den Kaltkalibrierprozess eines geradzahn-



Das aus dem Rohteil präzisionsgeschmiedete Zahnrad wird abschließend anstelle der Hartfeinbearbeitung kaltkalibriert, um einen einbaufertigen Zustand zu erreichen.

ten Planetenrades entwickelt. Das Werkzeugsystem besteht aus einer Matrize mit Ringnut, in welche ein Elastomerring aus einem nahezu inkompressiblen Elastomerwerkstoff eingebracht wird. Außerdem besitzt es einen zusätzlichen Kompressionsstempel. Dieser komprimiert den Elastomerring und erzeugt so einen Gegendruck zu dem während der Umformung in der Matrize entstehenden Innendruck. So wird ein Dehnungsausgleich geschaffen, der die Matrizenaufweitung einer konventionellen Matrize minimiert.

Herausforderungen angenommen

Für die Erstellung eines solchen Werkzeugsystems mit aktivem Dehnungsausgleich wird zunächst ein geeignetes Finite-Elemente (FE)-Modell des Kaltkalibrierprozesses zur Prozessauslegung erstellt. Das FE-Modell bildet die Grundlage für die Ermittlung der optimalen Elastomerkammergeometrie, der aufeinander abgestimmten Verfahrenswege von Ober- und Kompressionsstempel und der optimalen Werkzeugkorrektur.

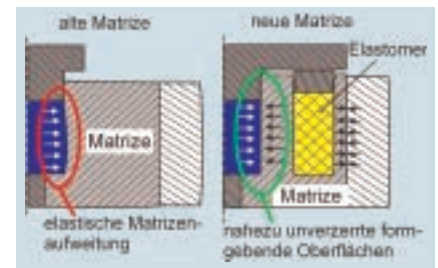
Entscheidend für den Kaltkalibrierungsprozess ist die Beschaffenheit des Elastomerringes. Bei der Suche eines geeigneten Elastomerwerkstoffes werden, mit einem eigens dafür entwickelten Modellwerkzeug, die Eigenschaften verschiedener Elastomere getestet, um den am besten geeigneten Werkstoff zu bestimmen.

Zusätzlich zur Bestimmung des optimalen Materials ist die Geometrie der Elastomerkammer von großer Bedeutung. Die Bestimmung der Geometrie geschieht iterativ unter Verwendung von variierenden Kammergeometrien, um einen bestmöglichen Kraftfluss vom Elastomerring zu den

formgebenden Oberflächen der Matrize zu erreichen. Für die Kompensation der elastischen Matrizenaufweitung ist die korrekte Abstimmung der Verfahrenswege von Oberstempel und Kompressionstempel des Elastomerringes wichtig. Es ist zu gewährleisten, dass der für die elastische Matrizenaufweitung zuständige Matrizeninnendruck und der Gegendruck des Elastomers zeitgleich ihr Maximum erreichen.

Noch auftretende geringe Restabweichungen des Fertigteils werden durch eine Korrektur der formgebenden Matrizenoberflächen beseitigt. Dazu wird auf ein Verfahren zur Werkzeugkorrektur zurückgegriffen, welches die Maßhal-

tigkeit des umgeformten Bauteils während der drei Prozessphasen Umformen, Öffnen des Werkzeugs und Ausstoßen des Werkstücks berücksichtigt. Das Verfahren ermöglicht eine dreidimensiona-



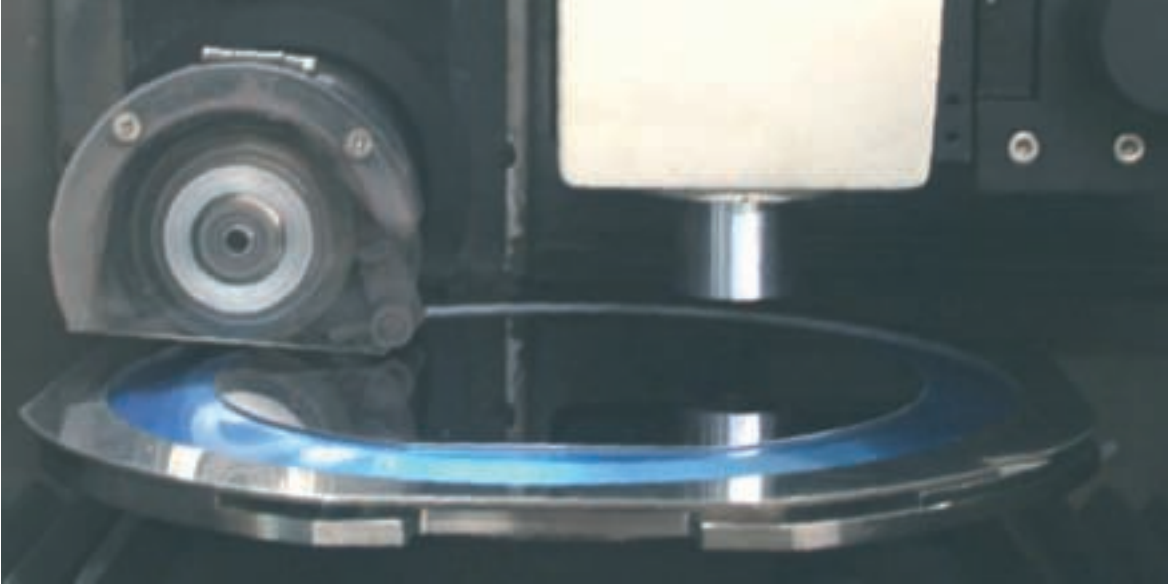
Die im Fall einer konventionellen Matrize infolge des Innendrucks hervorgerufene elastische Matrizenaufweitung wird bei einer Matrize mit aktivem Dehnungsausgleich durch die Kompression eines zusätzlichen Elastomerringes kompensiert.

le Werkzeugkorrektur und wird iterativ angewendet. Dabei erfolgt ein Vergleich der Soll- und Istgeometrie an mehreren Punkten des Werkstücks, anhand dessen ein neues Simulationsmodell des korrigierten Werkzeuges erstellt wird. Mit diesem Modell kann ein erneuter Durchlauf des Verfahrens gestartet werden. Am Ende der Werkzeugkorrektur steht eine Matrize die, unter Last, der Sollgeometrie entspricht.

Kostengünstige Genauigkeit

„Die Substitution der Hartfeinbearbeitung durch eine Kaltkalibrieroperation unter Verwendung einer Matrize mit aktivem Dehnungsausgleich führt zur Senkung der Herstellungskosten bei gleichzeitiger Beibehaltung der Maßhaltigkeit“, kommentiert Dr. Jens Baumgarten, ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter des IFUM. Außerdem zeigt eine Gegenüberstellung der kaltkalibrierten und konventionell umgeformten Zahnräder, dass die mittleren Profilabweichungen, unter Verwendung einer Matrize mit aktivem Dehnungsausgleich, im Durchschnitt um 40 % und die Flankenlinienabweichungen um ca. 30 % reduziert werden können. Eine Matrize mit aktivem Dehnungsausgleich schafft so wichtige Voraussetzungen für die Durchsetzung von Massivumformverfahren bei der Zahnradherstellung und ermöglicht es den Unternehmen, konkurrenzfähig zu bleiben.

Falko Schäfer, IFUM



Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser!

Elektronische Produkte werden immer kleiner und leistungsfähiger. Doch wie lassen sich in dieser Mikrowelt Qualität und Präzision der Produkte sicherstellen?

Mikrotechnik mit Strukturen im (Sub-)Mikrometerbereich und Trennschleifen, die z. B. in der Metallverarbeitung verwendet werden - das soll zusammenpassen? Was auf den ersten Blick eher abwegig erscheint, stellt sich beim näheren Hinsehen als eine Kombination heraus, die sich seit den Anfangstagen der Mikrotechnik und Mikroelektronik sehr gut bewährt hat. Präzisionstrennschleifen wird in der Mikrotechnik und Mikroelektronik seit Jahrzehnten zum Vereinzeln von Bauteilen eingesetzt. Dabei werden die Substrate (Wafer), auf denen sich mehrere tausend einzelne Bauteile befinden können, zertrennt, so dass die einzelnen Bauteile weiterverarbeitet werden können.

Höchste Ansprüche

Präzisionstrennschleifen ist eine Technologie, die hohe Ansprüche hinsichtlich Oberflächenqualität sowie Form- und Maßgenauigkeit der erzeugten Schnitte erfüllt. Die hohe Präzision der Maschinen – die Zustellgenauigkeit zwischen zwei Schnitten liegt bei $0,2 \mu\text{m}$ – erlaubt die Bearbeitung von Funktionsflächen und -kanten von mikrotechnischen Bauteilen. Wann immer Funktionsflächen und -kan-

ten mit hoher Qualität in sprödharten Materialien erzeugt werden müssen, kann dieses Verfahren sehr effektiv eingesetzt werden. Trotz der Limitierung auf einfache Strukturen, bietet das Trenn- und Profilschleifen, besonders auch wegen der breiten Palette bearbeitbarer Materialien, ein großes Anwendungsfeld. Am Institut für Mikrotechnologie der Universität Hannover (imt) wird die mechanische Bearbeitung sprödharter Werkstoffe mit Präzisionstrenn- und Profilschleifen intensiv untersucht.

Herausforderungen

Ein Beispiel für die Anwendung des Trennschleifens aus dem Bereich der Mechatronik ist die Bearbeitung von Schreib-/Leseköpfen von Festplatten-speichern. Diese bestehen aus Altit ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$), einer sehr harten (2000 HV) Keramik mit hoher Bruchzähigkeit ($K_{Ic} = 4,1 \text{ MPa m}^{-1/2}$). Die Köpfe werden aus einem Keramikwafer durch Trennschleifen herausgeschnitten. Bei den Schnittseitenflächen handelt es sich um Funktionsflächen des Bauteils, die einerseits die tribologischen Eigenschaften des Kopfes auf der Magnetplatte beeinflussen, ande-

rerseits als Funktionsflächen für die spätere Montage dienen. Aus diesem Grund ist sowohl die Maß- und Formgenauigkeit der Trennschnitte wie auch die Qualität der erzeugten Flächen und Kanten von großer Bedeutung für die Funktion des Bauteils.

Prozessüberwachung

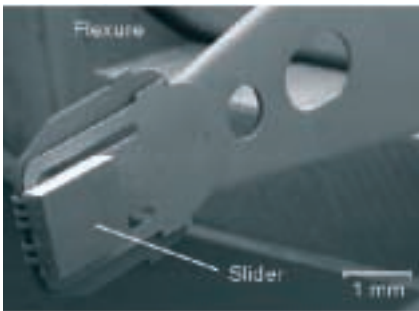
Erheblichen Einfluss auf die Qualität der Trennschnitte hat der Zustand des Trennschleifblattes. Dieses wird jedoch durch die Bearbeitung stumpf und muss in regelmäßigen Intervallen neu geschärft werden. Dieses Schärfen der Trennschleifblätter ist mit hohem radialen Verschleiß verbunden. Gelingt es, den Radialverschleiß beim Schärfen zu minimieren, ohne die Schneidfähigkeit zu beeinträchtigen, so lässt sich die Lebensdauer des Trennschleifblattes zum Teil beträchtlich verlängern. Das imt arbeitet zusammen mit Partnern aus der Industrie an der „In-Prozess-Blattzustandsüberwachung“. Die wichtigste Aufgabe ist die Analyse und kontinuierliche Überwachung der Spindelantriebsleistung während der Prozesse. Die benötigte Spindelantriebsleistung ist ein direktes

Maß für den Widerstand, den das Substrat dem Trennschleifblatt während der Bearbeitung entgegenstellt. Dieser Widerstand ist wiederum ein Maß für die Schärfe des Trennschleifblattes. Durch Analyse der notwendigen Trennschleifspindel-Antriebsleistung kann so auf den aktuellen Zustand des Trennschleifblattes geschlossen werden. Aber nicht nur der Betrag der Spindelleistung, sondern auch das von ihr angeregte Frequenzspektrum ist von Interesse. Durch Überwachung beider Größen während der Bearbeitung kann daher auf eine vorher festgelegte Intervalllänge zu Gunsten eines verschleißabhängigen Schärfintervalls verzichtet werden. Vorteile sind optimale Bearbeitungsergebnisse, höhere Standzeiten und geringere Rüstzeiten.

Im weiteren Verarbeitungsprozess der Bauteile müssen nach der Vereinzelung der Wafer die Bauteile einzeln zum Schutz gegen Beschädigungen mit einem Gehäuse versehen, und mit den Kontakten des Gehäuses elektrisch verbunden werden. Im Folgenden soll dieser Fertigungsabschnitt anhand einer Chipkarte näher betrachtet werden.

Klein, aber fein

Die Chipkarte ist jedem aus dem alltäglichen Leben in Form der Telefon- oder Krankenkassenkarte bekannt. Die eigentliche Besonderheit dieser Karten liegt in dem Chipmodul, welches von der Außenseite durch die goldenen Kontaktflächen zu erkennen ist. Hinter diesen Kontaktflächen verbirgt sich das eigentlich Intelligente dieser Karten, der Chip. Dieser Chip wird von der Rückseite über einen Ultraschallschweißprozess mit feinem Golddraht elektrisch mit den Kontaktflächen



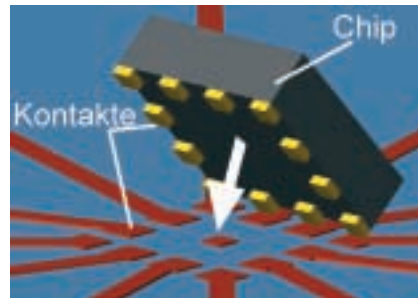
Höchste Anforderung an die Präzision werden an die Fertigung von Schreib-Lese-Köpfen für Festplattenlaufwerke gestellt.

chen verbunden. Diese Verbindung heißt „WireBond“ und ist derzeitiger Stand der Technik in der Chipkartenfertigung. In der

heutigen Elektronik-Anwendung besteht die stetige Forderung nach immer mehr Funktionalität auf einem immer kleiner werdenden Bauraum. Die Chiphersteller kommen diesem Trend durch immer kleinere Chips nach. Dieses wird größtenteils durch das sogenannte „shrinking“, dem Schrumpfen der Schaltungsstrukturen, erreicht. Eine stetige Verbesserung der hierfür notwendigen Lithografie-technik stellt ein großes Entwicklungspotenzial dar. Das eigentliche Problem, welches aus einer immer höheren Schaltdichte auf dem Chip entsteht, ist die notwendige Kontaktierung mit der Außenwelt. Mit diesem Bereich befasst sich das „Elektronische Packaging“. Da der eigentliche Siliziumchip nur einen sehr geringen Anteil an der gesamten Bauteilgröße hat, spielen neue Verbindungsprozesse eine entscheidende Rolle für die Miniaturisierung der Bauteile.

Das Flipchip-Verfahren

Das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Universität Hannover (ITA) entwickelt einen solchen

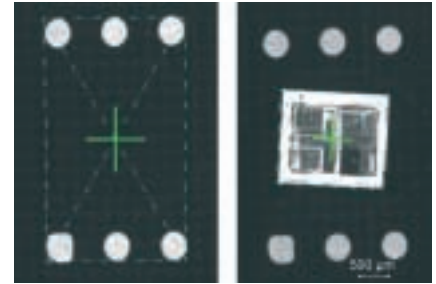


Das Flipchip Verfahren bietet viele Vorteile, stellt jedoch eine erhöhte Anforderung an die Ablagegenauigkeit.

Verbindungsprozess zur industriellen Fertigung von Chipkarten-Modulen. Bei dem Flipchip-Prozess wird der Siliziumchip mit Kontakten (Bumps) versehen und mit der aktiven Seite nach unten auf dem Kontaktierungssubstrat befestigt. Da sich die einzelnen Kontakte auf dem Chip in einem sehr kleinen Abstand untereinander befinden, wird eine sehr hohe Anforderung an den Fertigungsautomaten bezüglich der Ablagegenauigkeit gestellt. Um das zu fertigende Produkt im internationalen Wettbewerb gut absetzen zu können, müssen zusätzlich die Produktionskosten und der Durchsatz der Maschine einen geringen Preis des einzelnen Bauteils gewährleisten. Hier spielt also Qualität und Präzision der erstellten Verbindung eine wesentliche Rolle.

Die Kontrollmechanismen

Für den Bereich der Chip-Verarbeitung stellt sich das Problem, dass der durch Trennschleifen vereinzelte Siliziumchip vom Wafer weiterverarbeitet werden muss. Hierzu muss der Chip präzise auf die dafür vorgesehene Ablageposition abgelegt werden. Um die geforderte Ab-



Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser: Die gewünschte Ablageposition wird mit der tatsächlichen Position und der vorhandenen Verdrehung verglichen und korrigiert.

lagegenauigkeit auch bei sich ändernden Eingangsgrößen, z. B. Werkzeugabnutzung und schwankenden Temperaturen, zu erreichen, ist es notwendig, die Ergebnisse zu bewerten und eine Rückführung der ermittelten Ablagegenauigkeiten zu gewährleisten. Hieraus entsteht ein sich selbst stabilisierender Prozess, der nach dem Prinzip „Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser“ arbeitet. Dieser Prozess wurde als High-Quality-Mode in Chipverarbeitungsautomaten integriert. Hierbei werden die einzelnen Prozessschritte über ein Bildverarbeitungssystem erfasst und ausgewertet. Bei der Auswertung werden die Schwerpunktlagen zweier erlernter Muster bezüglich Verschiebung und Verdrehung verglichen und der Steuerung als verbesserte Ablageparameter übergeben. Durch diese Regelung ist es möglich, eine hohe Ablagegenauigkeit mit einer hohen Prozessgeschwindigkeit zu realisieren.

Fazit

Die steigenden Anforderungen bei der Fertigung von mikrotechnischen und elektronischen Produkten verlangen nach genauen und effizienten Kontrollmechanismen. Ein wesentlicher Schritt hierbei ist die konsequente Prozessüberwachung. Die verfügbaren Systeme bieten dafür durch stetige Steigerung der Leistungsfähigkeit sehr vielseitige Werkzeuge für jeden Fertigungsabschnitt.

Thomas Fahlbusch, ITA; Gerald Günzel, IMT



Qualität am laufenden Band

Die Blechverarbeitungs- und Automobilindustrie stellt hohe Anforderungen an die Qualität von Stahl-Feinblechen. Eine Inline-Bestimmung von Materialkennwerten kann diese Produktqualität über die gesamte Feinblech-Coillänge sicherstellen.

Kaltgewalztes Fein- und Feinstblech ist im Fahrzeug- und Gerätebau nach wie vor der klassische Werkstoff. Unter ständig wachsenden Anforderungen an Umweltverträglichkeit und Produktlebensdauer, sowie steigendem Qualitäts- und Kostendruck, ist Feinblech zu einem hochwertigen Halbzeug mit einem breiten Eigenschaftsspektrum weiterentwickelt worden. Die engen Toleranzgrenzen der Materialkennwerte wie der Dehngrenze $R_{p0,2}$, der Zugfestigkeit R_m , dem Verfestigungsexponent n und den Anisotropiekennwerten (r -Werten) müssen über die gesamte Coillänge eingehalten werden und zwingen die Produzenten neue Maßnahmen zu ergreifen.

Messwerte schnell zerstörungsfrei erfassen

Die üblichen zerstörenden Tests – genormte Zugversuche an Proben, die am

Bandanfang und am Bandende aus dem Coil entnommen werden – erzeugen eine Unterbrechung der Produktionskette im Anschluss an die Fertigung. Daher sind sie für die fortlaufende Produktion und die ständige Überwachung von Materialkennwerten ungeeignet.

Für eine kontinuierliche, prozessnahe Materialcharakterisierung eignen sich nur ausreichend schnelle, zerstörungsfreie Verfahren. Nur sie erfassen die sich ändernden Eigenschaften über die gesamte Zeitspanne und Bandlänge vollständig.

Mit dem Ziel einer lückenlos überwachten Produktqualität wurde am Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover (IW) ein magnetinduktives, so genanntes „Harmonisches-Analyse-Coil-Online-Messsystem“ (HACOM) entwickelt und in enger Kooperation mit dem Partnerunternehmen SALZGITTER FLACHSTAHL GMBH

(SZFG) in kontinuierlich arbeitenden Feuerverzinkungslinien für Stahlbänder eingesetzt.

Das HACOM-System ermöglicht die zerstörungsfreie Bestimmung von Festigkeitskennwerten mit hoher Messgenauigkeit und Aussagesicherheit sowie die Überwachung von Einflüssen der Kaltverformung und Wärmebehandlung auf die Bandeigenschaften.

Dieses inline (in der Produktionslinie) installierte Messsystem arbeitet elektromagnetisch, also zerstörungsfrei. Das 5 cm über dem Stahlband „schwebende“ System stört den Produktionsablauf nicht und misst zudem mit einer sehr hohen Genauigkeit. Für jeden Bandmeter bestimmt es die Werte für die Dehngrenze $R_{p0,2}$ und die Zugfestigkeit R_m des Stahlbandes und übermittelt diese an die Prozesssteuerung. Diese Technologie

gewährleistet eine 100%-Dokumentation der Stahleigenschaften, und damit eine durchgängig hohe Produktqualität, die heute von den Kunden gefordert wird.

Was ist neu?

Der Werkstoffzustand, insbesondere Gefüge, Legierung, Korngröße, Versetzungsdichte usw., beeinflusst zum einen die mechanisch-technologischen Eigenschaften, wie die Dehngrenze $R_{p0,2}$ und die Zugfestigkeit R_m , zum anderen die physikalischen Eigenschaften wie die elektrische Leitfähigkeit und, bei ferromagnetischen Werkstoffen, auch die magnetischen Eigenschaften. Daher existiert ein Zusammenhang zwischen den mechanisch-technologischen und den physikalischen Eigenschaften des Werkstoffs.

„Diesen Zusammenhang intelligent zur zerstörungsfreien Bestimmung der gesuchten Feinblecheigenschaften auszunutzen, ist eine Herausforderung an die Entwicklung moderner Prüftechnik“, erläutert Dr.-Ing. Wilfried Reimche, Leiter des Bereiches Zerstörungsfreie Prüfverfahren am IW, den hier eingeschlagenen Entwicklungsweg. „Das von uns entwickelte HACOM-System arbeitet genau nach diesem Prinzip.“

Bei dem HACOM-System wird über mehrteilige Spulensysteme ein magnetisches

ten enthalten. Diese wird mit weiteren Messspulensystemen aufgenommen und mit einem Rechnersystem ausgewertet. Diese Ergebnisse dienen dann der Prozessüberwachung und Prozesssteuerung. Anhand der Informationen können Abweichungen, die während des Produktionsablaufes auftreten, korrigiert werden.

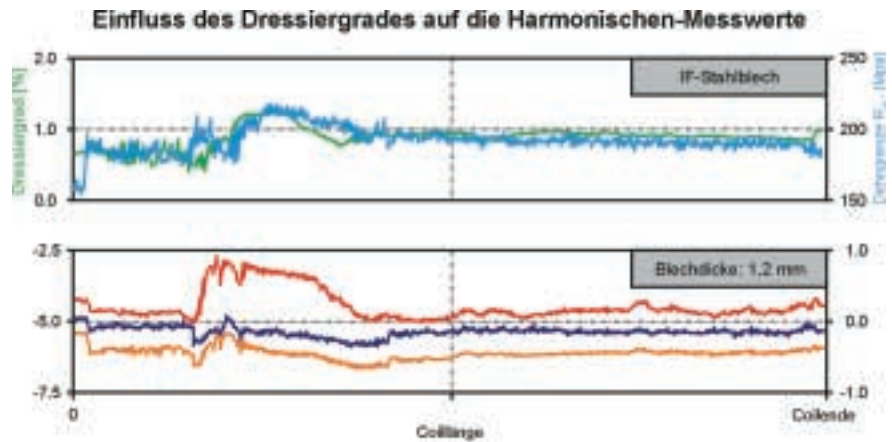
Im Dauertest bewährt

Nachdem mit dem HACOM-System in der Feuerverzinkungslinie 1 des Part-

linien als sehr zuverlässig. An speziellen Testbändern zeigte sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den sich ändernden Werkstoffeigenschaften einerseits und den Messwerten der beiden HACOM-Systeme andererseits.

Flexibler Einsatz in der Serienproduktion

Im praktischen Anlagenbetrieb konnte gezeigt werden, dass die Inline-Ermittlung von charakteristischen Materialkennwerten feuerverzinkter Feinbleche



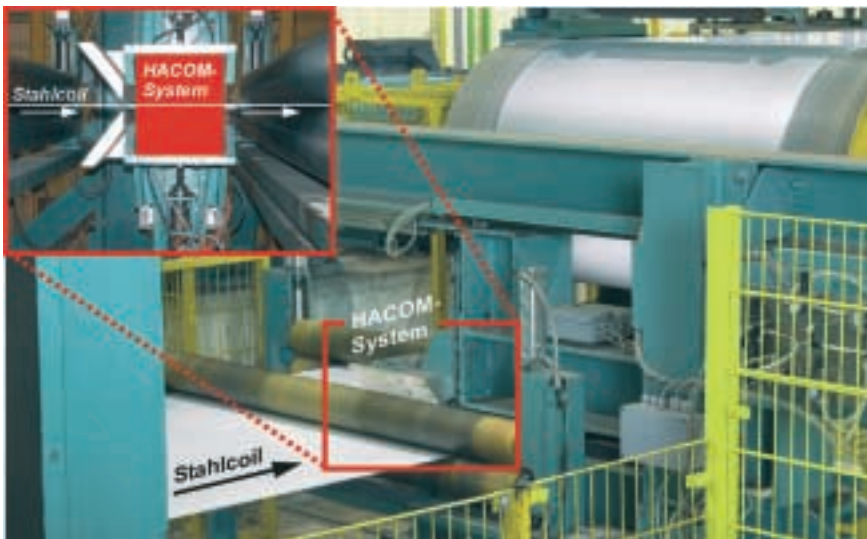
nerunternehmens über 2 Jahre hinweg etwa 44.000 Coils erfolgreich vermessen wurden, entschloss sich das Unternehmen dazu, auch in der neuen Feuerverzinkungslinie 2 ein solches System zu installieren.

Moderne Rechnertechnik sichert die 100%-Qualitätskontrolle der Stahlbänder.

mit dem „Harmonischen-Analyse-Coil-Online-Messsystem“ mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden kann. Dabei werden sowohl umformtechnische wie auch glühprozesseitige Einflüsse auf das Material ortsbezogen erfasst.

Auf der Basis der in Echtzeit vollautomatisch über der gesamten Bandlänge aufgenommenen Messwerte und deren Abgleich mit der internen Systemdatenbank können auffällige Bereiche im Verlauf eines Stahlbandes bereits während des Produktionslaufes erkannt werden. Bei Störungen ändern sich die Messwerte sehr schnell, was eine sofortige Korrektur des Prozesses ermöglicht. Die Produktion ist so vor Ausschuss, langen Totzeiten oder Produktionsausfällen infolge eines Bandstillstandes weitgehend geschützt.

Bernd Heutling, Rainer Duhm, Wilfried Reimche, IW



Das HACOM-System überwacht lückenlos die Stahlbandfertigung und die damit verbundenen Werte für die Dehngrenze und die Zugfestigkeit.

Erregerfeld erzeugt, welches im darunter durchlaufenden Stahlband ein verzerrtes magnetisches Gegenfeld generiert. In diesem Sekundärfeld ist die gesuchte Information über die Materialeigenschaf-

In beiden Anlagen wurden bis heute insgesamt 53.000 Stahlbänder verschiedener Stahlgüten über der gesamten Bandlänge auf ihre Materialeigenschaften hin geprüft. Für jedes Blech in den beiden Linien wurde ein vergleichbares Messwertniveau festgestellt, so dass die beiden Messsysteme als praktisch gleich angesehen werden können. Das System erwies sich in beiden Feuerverzinkungs-

ETH Zürich vergibt Ehrendoktor an Professor Hans-Peter Wiendahl

Im Rahmen des ETH-Tages 2003 der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich wurden in diesem Jahr vier Ehrendoktorate verliehen. Die renommierte Hochschule vergibt diese besondere Ehre ein Mal im Jahr an nationale und internationale Wissenschaftler. Als einziger Deutscher erhielt Professor Hans-Peter Wiendahl, geschäftsführender Gesellschafter des IPH, diesen Ehren doktor der Wissenschaft (Dr. sc. h.c.) für 2003.

In Würdigung seines Gesamtwerkes auf dem Gebiet der Industriellen Logistik,

der Produktionsplanung und -steuerung, sowie der Fabrikplanung nahm Professor Wiendahl den Preis am 22. November in Anwesenheit von 600 Gästen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik entgegen.

Professor Wiendahl ist Mitbegründer des IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover und ehemaliger Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover (IFA).

Weitere Informationen:

www.ethz.ch oder IPH, Karen Lehneke, Telefon (0511) 2 79 76-116



Professor Hans-Peter Wiendahl wurde für seine herausragenden Leistungen im Bereich der Industriellen Logistik geehrt.

Ehrendoktor für Professor Haferkamp



Prof. Heinz Haferkamp hat die Ehrendoktorwürde in Medizin erhalten.

Die Medizinische Hochschule Hannover (MHH) hat im Oktober 2003 die Würde eines Ehrendoktors (Dr. med. hc.) an Professor Heinz Haferkamp, Vorstandsmitglied und Mitgründer des Laser Zentrum Hannover e. V. (LZH) verliehen.

Vor allem seine Verdienste im Bereich der Biomedizintechnik haben dazu geführt, dass der Sonderforschungsbereich „Zukunftsfähige bioresorbierbare und permanente Implantate aus metallischen und keramischen Werkstoffen“ initiiert wurde. Professor Haferkamp gelang es, die Kompetenzen des LZH, der Universität Hannover, der MHH und der Tierärztlichen Hochschule Hannover in diesem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützten Projekt zu bündeln. Die von ihm geförderte Zusammenarbeit

zwischen Ingenieuren und Medizinern, und die damit verbundenen Synergieeffekte, werden mit dieser Auszeichnung gewürdigt.

„Es ist uns eine große Ehre, Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. mult. Heinz Haferkamp von der Universität Hannover die Ehrendoktorwürde der MHH zu verleihen“, sagte MHH-Präsident Professor Dr. Horst von der Hardt bei der Verleihung des Preises. „Wir möchten damit die umfangreichen wissenschaftlichen Leistungen Professor Haferkamps, seine besondere Unterstützung der Biomedizintechnik und seine vorbehaltlose Förderung der damit verbundenen Forschungsprojekte auch an der MHH würdigen“.

Die Intralogistik am ITA

Das Institut für Transport- und Automatisierungstechnik der Universität Hannover (ITA) befasst sich neben der Automatisierungstechnik auch mit technologischen Fragestellungen der Intralogistik. Hierzu führt das ITA als einzige unabhängige Prüfstelle in Deutschland Zeitfestigkeitsuntersuchungen von Fördergurtverbindungen durch. Darüber hinaus wird an Sensorik in Fördergurten und Transportbändern verschiedener Konfektionen gearbeitet, die es ermöglicht, eine online

Überwachung unterschiedlicher im Gurt auftretender Kräfte zu realisieren. Die Sensorsignale sollen dabei mittels Trans-



ponder erfasst und kontaktlos übermittelt werden. Diese Transponder werden an einer Schnittstelle mit geeigneten Sensoren ausgestattet und sind damit in der Lage, die gemessenen Daten zu speichern und anschließend, mit Hilfe der RF-Technik an eine Lesestation zu übermitteln.

Kontakt:

ITA, Timm Bölke, Telefon (0511) 7 62 22 91

LZH beteiligt sich an den „Karlsruher Arbeitsgesprächen Produktionsforschung 2004“

Im Rahmen der „Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung 2004“ werden aktuelle Erkenntnisse und Forschungsergebnisse aus dem BMBF-Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ präsentiert und diskutiert. Unter dem Leitgedanken „Wege zur individualisierten Produktion“ wird die Veranstaltung am 11. und 12. März 2004 in der Stadthalle des Kongresszentrums Karlsruhe vom Projektträger des BMBF für Produktion und Fertigungstechnologien, Forschungszentrum Karlsruhe, durchgeführt.

Mit Impulsvorträgen namhafter Referenten aus Politik und Wirtschaft werden die Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung 2004 eröffnet. In Plenarvorträgen, Workshops und Podiumsdiskussionen präsentieren Experten aus

Industrie und Forschung die Ergebnisse ihrer Projektarbeit. Das Themenspektrum reicht von der Entwicklung neuartiger Geschäftsmodelle für produzierende Unternehmen bis hin zu Methoden und Verfahren für eine nachhaltige Produkt- und Prozessentwicklung, von flexiblen Produktionsausrüstungen bis hin zur kooperativen Produktion in Wertschöpfungsnetzwerken. Praxisbeispiele stehen dabei im Vordergrund und werden in der begleitenden Ausstellung auf über 1.000 m² „begreifbar“ gemacht.

Das Laserzentrum Hannover ist am 11. und 12. März mit einer Reihe von Vorträgen bei den Karlsruher Arbeitsgesprächen vertreten.

Weitere Informationen unter:
www.fzk.de/pft

Bernd-Arno Behrens neuer Professor am IFUM

Seit dem 30. September 2003 ist Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens neuer Professor am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Universität Hannover (IFUM). Er wird zunächst ein halbes Jahr lang gemeinsam mit Prof. Dr.-Ing. Eckart Doege die Geschäfte und Geschicke des Instituts leiten.

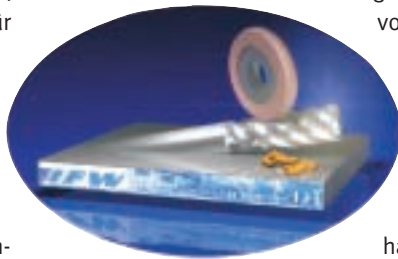


Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

Professor Behrens studierte an der Universität Hannover Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Produktionstechnik und erhielt in dieser Zeit den Studienpreis des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. Während der anschließenden Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IFUM verfasste er seine Promotionschrift mit dem Titel „Entwicklung eines automatisierten Prozesses mit integrierter Qualitätsprüfung zur Herstellung präzisionsgeschmiedeter Zahnräder“. Für diese, mit Auszeichnung bewertete Arbeit, wurde ihm im August 1997 die Doktorwürde verliehen. Der Transfer gewonnener Kenntnisse in die Anwendungstechnik erfolgte anschließend als Leiter der Abteilung Umformtechnik bei der Salzgitter AG. Das überzeugende Engagement des erfolgreichen Wissenschaftlers führte im Jahr 2002 zu einer Ausweitung seines Verantwortungsbereiches auf die gesamte Anwendungstechnik des Konzernbereiches. Mit der Berufung Professor Behrens soll die Zusammenarbeit zwischen Hochschul- und industrieller Forschung intensiviert und der Anteil direkter Industrievorhaben am IFUM deutlich erhöht werden.

Werkzeuge für die Zerspanung – Entwicklung, Prozesskette, Einsatz

Aufgrund der positiven Resonanz der Gäste aus Industrie und Forschung wird das IFW auch in diesem Jahr das Seminar „Werkzeuge für die Zerspanung – Entwicklung, Prozesskette, Einsatz“ am 11./12. Februar 2004 in Hannover veranstalten. Das Seminar soll dabei ein umfassendes Bild von den neuesten Erkenntnissen und zukünftigen Trends zur gesamten Prozesskette der Werkzeugher-



stellung aufzeigen. Die Themenschwerpunkte des Seminars bilden die Bearbeitung und die Beschichtung von Werkzeugen sowie deren Auslegung und Einsatz.

Nähere Informationen unter:
<http://www.ifw.uni-hannover.de/seminare>
IFW, Martin Reichstein,
Telefon (0511) 7 62-25 37, E-Mail:
seminare@ifw.uni-hannover.de

Antriebstechnik aktuell

Am 12. und 13. Mai 2004 findet in Hannover bereits zum zweiten Mal das Seminar „Antriebstechnik für die Fertigung“ statt. Nach der positiven Resonanz auf die erste Veranstaltung möchte das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) auch in diesem Jahr Experten verschiedener Firmen und Forschungseinrichtungen Gelegenheit geben, aktuelle Erkenntnisse aus den Gebieten Antriebstechnik, mechanische Übertragungselemente sowie Steue-

rungs- und Messtechnik zu präsentieren. Der Schwerpunkt Vortrag der diesjährigen Veranstaltung hat das Thema „Monitoring“. Darüber hinaus bietet das Seminar die Gelegenheit zur Diskussion und zum Wissensaustausch mit Fachleuten.

Nähere Informationen unter:
<http://www.ifw.uni-hannover.de/seminare>
IFW, Hans-Christian Möhring, E-Mail:
moehring@ifw.uni-hannover.de

Vorschau

Die nächste Ausgabe der *phi* erscheint im April 2004



Studium, Aus- und Weiterbildung

Impulse für die Produktionstechnik

Lernende Systeme für den Service

Logistikwissen aus virtuellen Welten

KPE macht schlauer

Feel-Ing – Schüler erleben
Ingenieurwelten

Stilllegung kerntechnischer Anlagen

Qualitätsdaten – grenzenlos

International studies – Produktions-
technik weltweit studieren

Kleines lernen – Mikrotechnologie
in Niedersachsen

Beteiligte Institute

Institut für Fabrikanlagen und
Logistik der Universität Hannover

IFA

Institut für Fertigungstechnik
und Werkzeugmaschinen
der Universität Hannover

IFW

Institut für Mikrotechnologie
der Universität Hannover

mt

Institut für Transport- und
Automatisierungstechnik
der Universität Hannover

ITA

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