

iwb newsletter

1/2

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften

Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh | Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart | Technische Universität München | www.iwb.tum.de

Simulationsmethoden für die Entwicklung und Optimierung Metall verarbeitender, generativer Technologien

Generative, Metall verarbeitende Fertigungsverfahren zeichnen sich durch hohes Potenzial in Bezug auf die Herstellung kundenindividueller und komplexer Produkte aus. Damit eignen sich derartige Technologien in besonderer Weise für die Realisierung von Mass Customization. Am iwb werden innovative Simulationsmethoden für eine durchgängige Verfahrensoptimierung entwickelt.

Die Fertigungs- und Montagetechnik am Standort Deutschland ist gekennzeichnet durch die Forderung nach innovativen Technologien für eine Herstellung kundenindividueller Produkte. Generative, Metall verarbeitende Fertigungsverfahren, wie

(Fortsetzung Seite 2)



EDITORIAL

Liebe Leser, es freut mich, Sie an dieser Stelle wieder als volles Mitglied des iwb und der TU München begrüßen zu können. Meine fünfjährige Beurlaubung und die Tätigkeit in der Industrie sind nun vorüber und seit Anfang des Jahres bin ich nicht mehr, wie in den fünf Jahren zuvor, nur „aushilfsweise“ in der Lehre aktiv, sondern auch in Forschung und Transfer, also in das gesamte Geschäft der iwb Institutsleitung eingebunden. Zum ersten Mal in der über 125-jährigen Geschichte des iwb sind damit zwei Professoren in Vollzeit für das Institut tätig – was ändert sich dadurch?

Eines gleich vorweg – der Charakter des Instituts bleibt auf jeden Fall erhalten. Professor Zäh und ich führen das Institut gemeinsam in kollegialer Leitung. Wir sehen es als Stärke des iwb, eine große Bandbreite produktions-technischer Fragestellungen ohne organisatorische Reibungsverluste übergreifend bearbeiten zu können. Aber natürlich teilen wir uns die Aufgaben sinnvoll auf. Professor Zäh wird vor allem Themen der Werkzeugmaschinen und der Fertigungstechnik betreuen, während ich mich um Betriebswissenschaften und die Montagetechnik kümmere.

Veränderungen bieten immer auch einen Anlass, inhaltliche Impulse zu setzen. Ich habe mir vorgenommen, mich in der nächsten Zeit mit „schlanken“ Produktionssystemen sowie mit der Robotik und der intelligenten Automation in der Montage stärker als bisher zu beschäftigen. Als neuen Fokus sehe ich in enger Verwandtschaft zur Montage zukünftig auch die Verpackungstechnik als Forschungsgebiet. Gerne diskutiere ich diese Themen mit Ihnen und freue mich auf Anregungen zur Zusammenarbeit. Näheres dazu erfahren Sie auch in künftigen Ausgaben des newsletter.

INHALT

Seite 1–3:

■ Simulationsmethoden für die Entwicklung und Optimierung Metall verarbeitender, generativer Technologien

Seite 3–4:

■ Fügezentrum zur Integration dreidimensionaler Naht- und Stoßgeometrien in Aluminium-Tragwerkstrukturen im SFB/Transregio 10

Seite 4–5:

■ Simulation des Fügens und der Fertigungsprozesskette von verstärkten Verbundprofilen im SFB/Transregio 10

Seite 6:

■ Seminar: RFID in der Produktion

Seite 6–7:

■ Rückblick Hannover Messe 2007

Seite 7–9:

■ Potenziale aktiver Schwingungsdämpfung an Werkzeugmaschinen

Seite 9:

■ Seminar: Rapid Manufacturing

Seite 10–11:

■ DFG-Forschungsprojekt: Simulation des Schleifhärrens

Seite 12:

■ Ausgezeichnet: iwb Anwerdenderzentrum Augsburg gewinnt „TALENTE-PREIS 2007“ im Bereich Technik

■ Seminar: Schlank im Mittelstand



Abb. 1: Generativ gefertigter Spritzgusswerkzeugformeinsetz

das Indirekte-Metall-Lasersintern (IMLS) oder das Elektronenstrahlsintern (EBS) sind aufgrund des schichtweisen Aufbaus von Bauteilen durch hohe Flexibilität und Kosteneffizienz gekennzeichnet. Bereits heute werden die Verfahren für die Realisierung von Kleinserienwerkzeugen eingesetzt (vgl. Abb. 1).

Prozessdefizite

Thermisch induzierte physikalische Vorgänge während der Fertigung bedingen jedoch ein instationäres plastisches Dehnungsverhalten, das die Form- und Maßgenauigkeit der hergestellten Bauteile negativ beeinflusst. Beispielhaft sind Schrumpfprozesse aufgrund partieller Versinterungen von Metallpartikeln zu nennen. Zur Kompensation der beschriebenen Effekte können bereits während des SLS-Prozesses geometrische Modifikationen der Bauteilgeometrie durch Skalierungsfaktoren durchgeführt werden. Existieren komplexe Geometriebestandteile, so unterliegen diese während der Wärmebehandlung einem transienten Temperaturfeld, das jedoch zu nichtlinearen Verzügen führt. Direkte Verfahren, wie beispielsweise das EBS, implizieren hohe Eigenspannungen in-



Abb. 2: Bauteilverzug infolge von hohen Temperaturgradienten

folge hoher Temperaturgradienten (Temperature-Gradient-Mechanism – TGM), die zu Rissbildung, Bauteilverzug oder Delamination einzelner Schichten führen können (vgl. Abb. 2).

Simulationsmethoden

Um maßgenaue, eigenspannungsreduzierte Bauteile mit Hilfe der innovativen, generativen Fertigung zu realisieren, werden am *iwb* anwendungsorientierte Simulationsansätze auf Basis der Finite-Elemente-Methode (FEM) entwickelt. Der Fokus liegt in diesem Zusammenhang sowohl auf der thermischen als auch auf der thermomechanischen Optimierung.

Optimierung der Maßgenauigkeit für das IMLS

Hinsichtlich des IMLS besteht die Zielsetzung darin, numerische Modelle zu implementieren, die für die Berechnung des Verzugsverhaltens während des Ofenprozesses eingesetzt werden können. Die Simulationsergebnisse sollen dazu genutzt werden, die berechneten Verzugswerte mit Hilfe einer implementierten Datenschnittstelle geometrieabhängig in einzelnen Koordinatenrichtungen vorzuhalten, sodass nach Beendigung des Fertigungsprozesses maßgenaue Werkzeuge vorliegen. Um nichtlineare physikalische Prozesse im Werkstoff während der Fertigung mit hoher Genauigkeit in den zu entwickelnden numerischen Modellen abbilden zu können, werden experimentell ermittelte, temperaturabhängige Kennwerte zugrunde gelegt. Beispielhaft werden dilatometrische Messungen (DIL), die das thermische Dehnungsverhalten des betrachteten Werkstoffs charakterisieren, zur Ermittlung repräsentativer Heizraten durchgeführt. Durch die Festlegung entsprechender Reaktionsschemata können unterschiedliche Transformationen, wie mehrdimensionale Diffusionen oder Phasengrenzreaktionen, mit Hilfe formal-kinetischer Materialmodelle temperaturabhängig abgebildet werden. Eine Datenschnittstelle zur Simulationssoftware ermöglicht anschließend das Einlesen der durch Transformation und Integration bzw. Differentiation generierten Materialmodelle. In Abhängigkeit der auftretenden, zeitlich variierenden Temperaturgradienten und -niveaus in einzelnen Strukturbereichen ist es durch die FEM möglich, spezifische Volumenzunahmen zu berechnen. Eine integrale mathematische Ermittlung der elastischen und plastischen Dehnungen in infinitesimal kleinen Bereichen charakterisiert in der Folge das vollständige, geometrieabhängige Verzugsverhalten des hergestellten Bauteils, das für die Vorskalerung genutzt werden kann (vgl. Abb. 3).

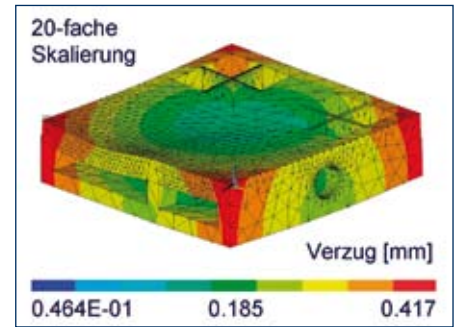


Abb. 3: Bauteilverzug infolge des instationären Sinterverhaltens

Entwicklung von Belichtungsstrategien für das EBS

Die wesentliche Herausforderung hinsichtlich der Verfahrensoptimierung bei direkt arbeitenden Verfahren besteht gegenüber dem IMLS in der Reduzierung der auftretenden Temperaturgradienten während der schichtweisen Belichtung. Für die prozesssichere Verfestigung von Metallpulver wird partiell sehr hohe Energie in das Pulverbett eingebracht, wodurch plastische Dehnungen hervorgerufen werden, die nach dem Abkühlen in Form von Eigenspannungen in der Struktur verbleiben. Ein Ansatz zur Optimierung der Energieeinkopplung ist die Selektion einer adäquaten Scanstrategie mit Hilfe der FEM. Für die numerische Berechnung des instationären Temperaturfelds wird ein Simulationsmodell eingesetzt, das die Translation eines konusförmigen mathematischen Wärmequellenmodells mit normalverteilter Intensität berücksichtigt. Innerhalb dieses Modells wurden Algorithmen hinterlegt, die eine Variation der maßgebenden Prozessparameter Strahlleistung, Scangeschwindigkeit und Hatch-Abstand gewährleisten. Der Fokus liegt auf der Vorhersage des Temperaturfelds in einzelnen Schichten infolge der Belichtung definierter quadratischer Bereiche mit variierenden Abmessungen. Ein wesentliches Kriterium ist in diesem Zusammenhang die Variation von Scanrichtungen (x-scanning, y-scanning), die das resultierende Temperaturfeld implizit beeinflussen. Weitere Bedeutung besitzt die sukzessive, partielle Anpassung temperaturabhängiger Materialkennwerte. Dies beinhaltet insbesondere ein Umschalten zwischen pulver- und festkörperbezogenen Daten bei Erreichen der Schmelztemperatur. Die erhöhte Wärmeleitfähigkeit einzelner Teilbereiche trägt in der Folge signifikant zu einem beschleunigten Wärmetransport bei. Abb. 4 zeigt das Temperaturfeld unmittelbar nach Beendigung der Belichtung in x-Richtung. Durch die gewählten Prozessparameter kann eine prozess-

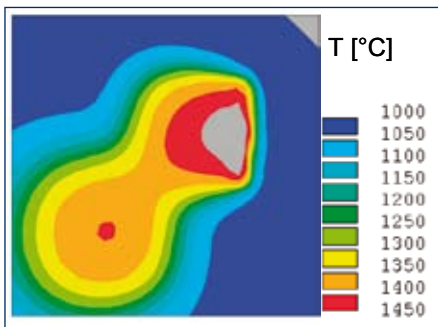


Abb. 4: Temperaturfeld nach der Belichtung in x-Richtung

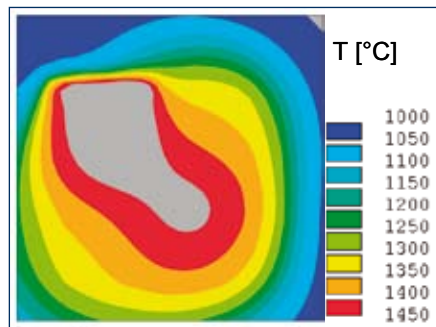


Abb. 5: Temperaturfeld nach der Belichtung in y-Richtung

chere, definierte Verfestigung einzelner Scanabschnitte gewährleistet werden.

Demgegenüber bedingen die vorgegebenen Prozessparameter für die Belichtung in y-Richtung einen kontinuierlichen Übergang der Schmelzbäder zweier benachbarter Belichtungsquadrate (vgl. Abb. 5).

Die Simulationsergebnisse belegen, dass eine Adaption der Prozessparameter essenziell ist, um auch unter diesen

Randbedingungen eine hohe Prozesssicherheit zu realisieren. Durch die Auswertung der Simulationsergebnisse werden wesentliche Zusammenhänge in Form von Skalierungsfaktoren zwischen den Parametern Strahlleistung, Ablengeschwindigkeit und Hatch-Abstand aufgezeigt. Die Korrelationen dienen in der Folge als wesentliche Eingangsgrößen für die prozessoptimierte Auslegung geometriespezifischer, realer Belichtungsstrategien.

Gregor Branner, Gerhard Straßer

MITARBEITER

Neue Mitarbeiter

M.Sc. Matthias Baur
Dipl.-Ing. Thomas Bonin
Beate Diaw
Dipl.-Päd. Univ. Eva Kern
Oliver Nowak
M.Sc. Marwan Radi
Dipl.-Wi.-Ing. Saskia Reinhardt
Dipl.-Ing. Wolfgang Rösel
Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Strasser
M.Sc. Mechatronics Sherif Zaidan
Dipl.-Ing. Tobias Zeilinger

Ausgeschiedene Mitarbeiter

Dr.-Ing. Stella Clarke-Griebisch
Dipl.-Oec. Hubert Gentner
Dr.-Ing. Mark Harfensteller
Dr.-Ing. Matthias Meindl
Dipl.-Ing. Stefan Müller
Dipl.-Ing. Martin Prasch
Dipl.-Kffr. Nicole Raab
Dr.-Ing. Sven Roeren
Dr.-Ing. Henning Rudolf
Dipl.-Ing. Klaus Schlickerrieder
Dipl.-Ing. Matthias Sigl

Fügezentrum zur Integration dreidimensionaler Naht- und Stoßgeometrien in Aluminium-Tragwerkstrukturen im SFB/Transregio 10

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Sonderforschungsbereichs Transregio 10 beschäftigt sich das *iwb* mit dem Fügen von leichten Tragwerkstrukturen aus Aluminium. In der seit Anfang 2007 laufenden, zweiten Förderphase wird das bisherige Teilprojekt A7 um weitere Fügeverfahren erweitert. Zusammen mit den in der ersten Projektphase erarbeiteten Grundlagen für das bifokale Hybridlaserschweißen (BHLS) bildet das Rührreibschweißen (FSW) einen zweiten Schwerpunkt im neuen Teilprojekt A11.

Transregio 10

Ziel des Sonderforschungsbereichs TR10 ist es, wissenschaftliche Grundlagen und Methoden zur Gestaltung von integrierten Prozessketten für die automatisierte und produktflexible Kleinserienfertigung leichter Tragwerkstrukturen bereitzustellen. Gemeinsam arbeiten sechs Institute und Lehrstühle, verteilt über die Standorte Dortmund, Karlsruhe und München, an der TR10-Prozesskette. Diese besteht aus den drei übergeordneten Bereichen Umformen, Trennen und Fügen. Das *iwb* beschäftigt sich dabei im Rahmen des Teilprojekts A11 mit der Integration verschiedener Fügeverfahren in die TR10-Prozesskette.

Die flexible Fertigung von leichten Tragwerkstrukturen in der Kleinserie erfordert Fügeverfahren, die den Anforderungen an Automatisierbarkeit, Präzision und Prozessstabilität genügen. Es sollen Geometrien unterschiedlichster Ausprägung gefertigt werden, zudem muss der Schweißverzug in einem vertretbaren Rahmen gehalten werden. Gleichzeitig bringt der Leichtbau immer neue Materialien und Materialkombinationen hervor. In diesem Spannungsfeld gilt es, den optimalen Schweißprozess für die jeweilige Fügeaufgabe auszuwählen. Nicht selten bedarf es dafür Ansätze, die weit über den Stand der Technik hinausgehen. Deshalb sind fortwährend Prozessweiterungen, aber auch Prozesskombinationen und -neuentwicklungen notwendig.

Das übergeordnete Ziel des Teilprojektes A11 bildet deshalb die Integration von traditionellen und innovativen Fügeverfahren in ein so genanntes „Fügezentrum“. In diesem Fügezentrum soll je nach fuge-technischer Aufgabenstellung, die sich am Produkt ergibt, das Schweißverfahren ausgewählt werden, welches am besten geeignet ist.

Bifokales Hybridlaserschweißen

Das BHLS ist eines der zu integrierenden Fügeverfahren in die TR10-Prozesskette und besteht aus der Überlagerung eines Nd:YAG-Lasers mit einem Hochleistungsdiodenlaser (HLDL). Die in den ersten vier Jahren der Förderphase untersuchten Prozesseigenschaften und die daraus gewonnenen Erkenntnisse dienen dabei als Integrationsgrundlage. Zu den systemtechnischen Weiterentwicklungen des BHLS zählen eine neu entwickelte Bearbeitungsoptik (BOK) und eine robuste

(Fortsetzung Seite 4)

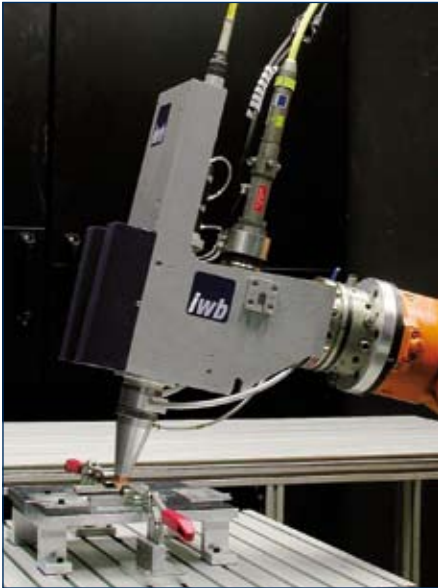


Abb. 1: Entwickelte Bearbeitungsoptik für das BHLS mit einem 6 kW-HL DL

Zuführung für Schweißzusatzwerkstoff (siehe Abb. 1).

Der Schweißprozess selbst zeichnet sich durch eine hohe Effizienz aus. Dies zeigt sich in einer erhöhten Schweißgeschwindigkeit sowie einer gesteigerten Einschweißtiefe gegenüber dem reinen ND:YAG-Laserstrahlschweißen. Bei der Untersuchung der erzeugten Schweißnähte fallen unmittelbar deren geringe Porosität und die gute Qualität der Schweißnahtoberflächen auf. Die zukünftigen Aufgaben bei der Integration des BHLS in das Fügezentrum des TR10 umfassen zunächst die Implementierung der entwickelten BOK

und eines innovativen 6 kW-HL DL. Das Ziel ist, die bereits bestehenden Synergien des Prozesses zu untermauern, um sie darauf aufbauend zu maximieren. Der beschriebene Aufbau soll durch ein zu entwickelndes optisches System ergänzt werden, welches qualitätsbeeinflussende Fehler beim Schweißen von Aluminium, wie z.B. Spritzer, vermeidet bzw. zuverlässig erkennt. Die Schwierigkeit der Auslegung des Systems begründet sich durch die optischen Effekte und Problematiken beim Aluminiumschweißen.

Rührreibschweißen - FSW

Für das Fügen von Aluminiumstrukturen im Allgemeinen eignet sich besonders das Rührreibschweißen (engl. Friction Stir Welding - FSW) (siehe Abb. 2). Es ermöglicht das Verschweißen von Bauteilen ohne ein Aufschmelzen der Werkstoffe. Es zeichnet sich durch vergleichsweise geringen Verzug aus und benötigt weder Schutzgas noch Zusatzwerkstoffe.

Den Schwerpunkt der Forschungsarbeiten bildet die Integration dieses Verfahrens in die Sammlung der TR10-Fügetechnologien unter Berücksichtigung der verfahrensspezifischen Besonderheiten und Herausforderungen. Dies umfasst die Untersuchung der 3D-Fähigkeit des Prozesses und die Erarbeitung von Designrichtlinien für Fügestellen und Spanntechnik unter Berücksichtigung der für dieses Verfahren typischen Prozesskräfte. Zusätzlich werden Grundlagenuntersuchungen zum Schweißen von Aluminiumstrangpressprofilen mit

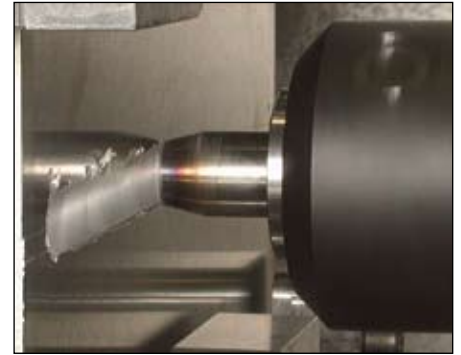


Abb. 2: Rührreibschweißen

Verstärkungselementen aus Stahldraht durchgeführt.

Expertensystem zur Auswahl von Fügetechnologien

Zur erfolgreichen Integration der Füge-technik in die TR10-Prozesskette gehört die Betrachtung sowohl system- und prozesstechnischer als auch wirtschaftlicher Randbedingungen. Zur Verfolgung dieses Ziels sollen sowohl die im Teilprojekt betrachteten Fügetechnologien FSW und BHLS als auch andere geeignete Fügetechnologien innerhalb und außerhalb des TR10 in den Technologiespeicher eines Expertensystems eingepflegt werden. Das Expertensystem ermöglicht eine Zuweisung geeigneter Werkzeugführungssysteme entsprechend der Fügeaufgabe und der dazu geeigneten Fügetechnologie unter den Randbedingungen und Anforderungen der jeweiligen Fügestelle.

Sonja Huber, Paul Gebhard

Simulation des Fügens und der Fertigungsprozesskette von verstärkten Verbundprofilen im SFB/Transregio 10

Im Rahmen der zweiten Förderphase des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Sonderforschungsbereichs Transregio 10 werden am iw b zwei Teilprojekte bearbeitet, die sich mit der Simulation einzelner Fügeprozesse sowie der gesamten Fertigungsprozesskette befassen. Die Themenstellung dieser zwei Teilprojekte basiert auf den Erkenntnissen und Untersuchungen der ersten Förderphase.

Fertigungsprozesse verursachen Änderungen der Struktureigenschaften bearbeiteter Werkstücke. Für die im SFB/Transregio 10 betrachteten Fügetechnologien und Fertigungsprozessketten werden Simulationsmethoden zur Unterstützung der Prozessauslegung untersucht.

Teilprojekt B4

Im Rahmen des Technologieprojekts A11, welches ebenfalls am iw b angesiedelt ist, werden die Fügetechnologien des hybriden, bifokalen Laserstrahlschweißens und des Rührreibschweißens (FSW) erforscht. Das Teilprojekt B4 dient dazu, diese Fügetech-

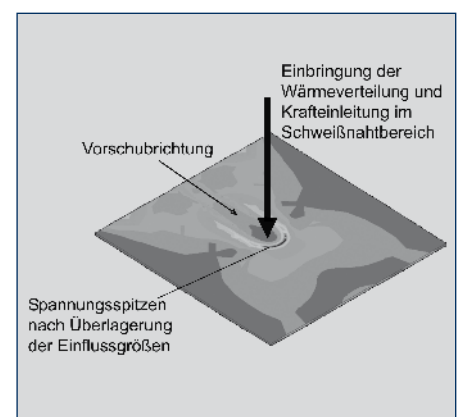


Abb. 1: Darstellung eines berechneten Spannungsfeldes beim Reibrührschweißen durch Überlagerung der thermischen und der mechanischen Belastung

nologien mit Hilfe von Simulationsmodellen zu unterstützen. Hierzu werden die in der ersten Projektphase gewonnenen Erkenntnisse zur Abbildung der

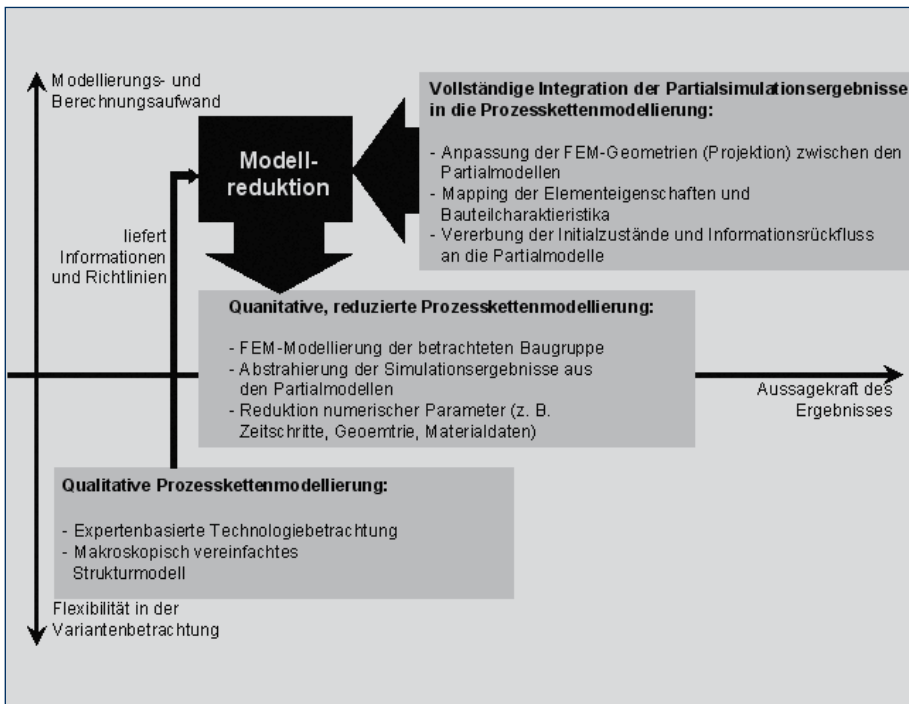


Abb. 2: Methodik zur Untersuchung der Strukturbeeinträchtigung während der Fertigungsprozesskette

Wärmeeffekte, die während des hybriden, bifokalen Laserstrahlschweißens resultieren, auf den komplexen Fall des thermischen Fügens verbundverstärkter Profile übertragen.

Das Teilprojekt B4 zielt auf die frühzeitige Beurteilung der Eignung von Füge-technologien für verstärkte und unverstärkte Leichtbauprofile auf der Basis von makroskopischen Auswirkungen der Wärmeeinbringung ab. Durch das Nachbilden der thermischen und mechanischen Effekte von Schweißprozessen in einem experimentierfähigen Modell soll die Entwicklung des Produkts bereits zu einem frühen Zeitpunkt unterstützt werden. In Abhängigkeit der geometrischen Eigenschaften einzelner Profile und der verwendeten Werkstoffe werden Methoden entwickelt, die eine Berechnung des Bauteilzustands während und unmittelbar nach der Bearbeitung ermöglichen.

Schwerpunkt der Untersuchungen in diesem Teilprojekt sind die Ermittlung von Belastungen beim thermischen Fügen und die Analyse von Beanspruchungen der Profilstruktur während der Fügeprozesse. Die maßgeblichen Veränderungen der Struktur durch die thermischen und mechanischen Belastungen sind der Bauteilverzug und die Entstehung von Eigenspannungen (Abb. 1)

Teilprojekt C7

Im Rahmen des neuen Integrationsprojektes C7 werden Fertigungseinflüsse in-

nerhalb der ganzheitlichen Prozesskette von Leichtbaurahmenstrukturen untersucht. Der Rückfluss der ermittelten Strukturbeanspruchungen aus den jeweiligen Prozessschritten soll der Optimierung der gesamten Fertigungskette dienen. Das Teilprojekt betrachtet somit die Zusammenführung von Einzelaspekten zur Ermittlung von Struktureigenschaften während der Fertigung. Die zentrale Aufgabenstellung ist dabei die ganzheitliche Betrachtung von Prozess-Struktur-Wirkungen in der Fertigungsphase und deren Übertragung auf eine modellierte Gesamtstruktur.

Auf der Basis von drei unterschiedlich detaillierten Vorgehensweisen sollen die Prozess-Struktur-Wirkungen ermittelt und dargestellt werden. Unterschiedliche Komplexitätsgrade ermöglichen hierbei die aufwandsminimierte Analyse diverser Einflussgrößenvariationen. Durch das Ineinandergreifen von Berechnungsmethoden steigender Komplexität kann der Detaillierungsgrad der Modellbetrachtung erhöht und somit die Aussagekraft der Ergebnisse verstärkt werden (Abb. 2).

Ziel des Teilprojektes C7 ist es, die Beschreibungen einzelner Produktionstechnologien in einem Gesamtmodell zu integrieren, um die Belastung einer Struktur während und unmittelbar nach der Bearbeitung darstellen zu können.

Lucas Papadakis

TERMINE 2007

■ iwb Seminare

Rapid Manufacturing – durch Innovation zur erfolgreichen Produktion

05.07.2007 – iwb Anwenderzentrum Augsburg

Schlank im Mittelstand - Kundenorientierung durch Produktionssysteme

05.07.2007 – iwb Garching

RFID in der Produktion – Wertschöpfung effizient gestalten

20.09.2007 – iwb Garching

Innovative Schweißverfahren in der Produktion – Verfahrensgerechte Produkt- und Prozessgestaltung

17./18.10.2007 – Neu-Ulm

Mechatronik – Vorsprung durch Simulation

18.10.2007 – iwb Garching

■ Kongresse und Konferenzen

CARV 2007: 2nd International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production

22.–24. 07. 2007, Toronto, Kanada

BERICHTE

■ iwb Seminarberichte

Gunther Reinhart, Michael Zäh (Hrsg.)

3D-Erfahrungsforschung
Innovation im Werkzeug- und Formenbau

■ iwb Forschungsberichte

Roeren, Sven

Komplexitätsvariable Einflussgrößen für die bauteilbezogene Struktursimulation thermischer Fertigungsprozesse

Rudolf, Henning

Wissensbasierte Montageplanung in der Digitalen Fabrik am Beispiel der Automobilindustrie

Clarke-Gribsch, Stella

Overcoming the Network Problem in Telepresence Systems with Prediction and Inertia

Seminar: RFID in der Produktion –

Wertschöpfung effizient gestalten

Seit mehreren Jahren beschäftigt sich das *iwb* mit dem Themengebiet Radio Frequency Identification (RFID) und hierbei insbesondere mit der Entwicklung von Einführungsstrategien und innovativen Einsatzpotentialen in Produktionsumgebungen. Die immer größer werdende Bedeutung und das daraus resultierende Interesse an der RFID-Technologie (Radio Frequency Identification) möchten wir dieses Jahr in unserem Seminar aufgreifen und das Thema in drei Schwerpunktbereichen näher betrachten.

Innovative Prozesse und eine hohe Prozesseffizienz nehmen in Industriebetrieben eine immer größere Bedeutung ein, da sich dies sowohl auf den Grad der unternehmerischen Wettbewerbsfähigkeit als auch auf den technischen Fortschritt von Produkten und Anlagen auswirkt. Der Einsatz automatischer Identifikationssysteme und hier insbesondere die RFID-Technologie bieten diesbezüglich ein großes Optimierungspotenzial. Dabei ist es essentiell, unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Prozessabläufe einzubeziehen und passende *Einführungsstrategien* zu entwickeln, welche die technischen und wirtschaftlichen Faktoren berücksichtigen. Über die reine Identifikation von Objekten hinaus, besteht die Möglichkeit, durch die RFID-Technologie aktuelle Zustände in Echtzeit zu erfassen und folglich Prozessabläufe flexibel und effizient zu gestalten. Durch den entsprechenden *Einsatz in Pro-*

duktionsumgebungen können über die gesamte Wertschöpfungskette und den gesamten Produktlebenszyklus (z.B. Produktion, Montage, Logistik, Instandhaltung) Vorteile erzielt werden. Weitere *Trends und Visionen* für den Einsatz von RFID sind mögliche Kombinationen mit anderen Zukunftstechnologien (z. B. Augmented Reality, Sensornetzwerke).

Im Rahmen des Seminars ergibt sich die Möglichkeit, in persönlichen Gesprächen mit den Referenten und Teilnehmern auf individuelle Fragestellungen konkret einzugehen, diese gemeinsam zu diskutieren und somit neue Impulse für das eigene Unternehmen zu gewinnen. Des Weiteren wird im Verlauf des Seminartages bei moderierten Diskussionen an einem Runden Tisch die Gelegenheit zum Austausch über aktuelle RFID-Themen geboten.

Termin:

20.09.2007, 09:00 – 17:00 Uhr

Ort:

iwb, Boltzmannstr. 15, 85748 Garching

Anmeldung/Informationen:

Martin Ostgathe

Tel.: +49 (0)89 / 289 - 15554

Fax: +49 (0)89 / 289 - 15555

Email: martin.ostgathe@iwb.tum.de

Rückblick Hannover Messe 2007

Auf der diesjährigen Hannover Messe war das *iwb* im Rahmen der Sonderschau „Parcour Mensch & Mechatronik“ vertreten. Gezeigt wurden aktuelle Forschungsarbeiten aus den Bereichen „Virtuelle Inbetriebnahme“ und „Intuitive Roboterprogrammierung“.

Grenzen überwinden – zwischen Mechanik, Elektronik und Software. Gemäß dieser Philosophie wollte die Sonderschau „Mensch & Mechatronik“, die sich erstmals auf der diesjährigen Hannover Messe präsentierte, Industriebranchen miteinander verbinden und Offenheit für unterschiedliche Themenbereiche demonstrieren.

Auf einem 800 m² großen Gemeinschaftsstand verdeutlichten die Aussteller Möglichkeiten und Chancen der Mechatronik sowie deren Tragweite für das unmittel-

bare Entwicklungs- und Produktionsumfeld. Ziel dieser Veranstaltung war die Sensibilisierung der Messebesucher für das Thema Mechatronik. Es wurde aufgezeigt, wie aus dem Zusammenwachsen der unterschiedlichen Ingenieursdisziplinen Verbesserungspotenziale generiert werden können.

Im Rahmen dieser Sonderausstellung war das *iwb* mit insgesamt zwei Demonstrationen zu den Themen „Virtuelle Inbetriebnahme“ und „Intuitive Roboterprogrammierung“ vertreten.

IMPRESSUM

Der *iwb* newsletter erscheint vierteljährlich und wird herausgegeben vom **Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)** Technische Universität München Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching Tel.: 089/289-155 00, Fax: 089/289-155 55 ISSN 1434-324X Redaktion: Dipl.-Ing. Nils Müller (verantw.) Tel.: 089/289-155 46 E-Mail: nils.mueller@iwb.tum.de Web: www.iwb.tum.de

Herstellung:

dm druckmedien gmbh Paul-Heyse-Straße 31a, 80336 München

Verlag:

Herbert Utz Verlag Zieblandstr. 7, 80799 München Tel.: 089/27 77 91-00, Fax: 089/27 77 91-01 E-Mail: info@utzverlag.com Web: www.utzverlag.com Natürlich gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Umweltpapier.

Adressverteiler:

Möchten Sie in den Verteiler aufgenommen werden oder hat sich Ihre Adresse geändert? Dann schicken Sie bitte eine E-Mail an info@iwb.tum.de



Das *iwb* auf der Hannover Messe

Die „Virtuelle Inbetriebnahme“ ist eine Methode, mit welcher die Steuerungssoftware mechatronischer Produktionssysteme durch Nutzung virtueller Maschinenmodelle frühzeitig im Entwicklungsprozess auf Korrektheit überprüft werden kann. Hierzu wird die reale Steuerung an einen Simulationsrechner gekoppelt. Das Vorgehen zur Erstellung der Simulationsmodelle ist momentan noch sehr zeitintensiv und fehleranfällig. Das *iwb* zeigte hierzu auf der Hannover Messe eine neue Methode, mit der diese Modelle teilautomatisiert generiert werden können.

Aus dem Bereich Robotik wurde vom *iwb* ein neues Verfahren vorgestellt, welches eine intuitive und effiziente Programmierung



Das iwB auf der Hannover Messe

von Industrierobotern ermöglicht und damit den wirtschaftlichen Robotereinsatz bei der Fertigung kleiner Losgrößen unterstützt. Die vom Roboter anzufahrenden Punkte werden mittels eines 3D-Eingabestifts definiert. Die entstehenden Bahnkurven werden zeitgleich durch einen Laserprojektor auf der realen Umgebung, z. B. direkt auf der zu bearbeitenden Bauteiloberfläche, visualisiert.

Insgesamt konnte sich das iwB über hohe Besucherzahlen, zahlreiche neue Kontakte und das rege Interesse an den beiden Demonstrationen erfreuen.

Alexander Lindworsky



Das iwB auf der Hannover Messe

Potenziale aktiver Schwingungsdämpfung an Werkzeugmaschinen

Der wachsende Wettbewerb auf dem internationalen Markt erfordert verstärkte Bemühungen der Werkzeugmaschinenhersteller, die Fertigungsgenauigkeit und die Bearbeitungsgeschwindigkeit weiter zu erhöhen. Mit aktiven Komponenten können diese Ziele erreicht werden. Allerdings erfordert die Inbetriebnahme adaptiver Strukturen hohe Investitionen und ingenieurwissenschaftliches Know-how. Bislang fehlt eine Systematik, um die Technologie der aktiven Schwingungsdämpfung effizient in den Entwicklungsprozess von Werkzeugmaschinen zu integrieren.

Die Adaptronik repräsentiert ein Teilgebiet der Mechatronik und ist eine junge, interdisziplinäre, technische Wissenschaft, die sich mit dem Aufbau selbstanpassender Systeme befasst. Diese adaptiven Systeme können sich mit Hilfe von Sensoren, Aktuatoren und einer integrierten Regelung selbsttätig an äußere Störeinflüsse anpassen und die resultierenden Abweichungen kompensieren. Im Werkzeugmaschinenbereich wird die Adaptronik realisiert, indem Sensoren den aktuellen Schwingungszustand der Maschine erfassen und ein geeignetes Regelungssystem die Stellsignale für die Aktuatoren generiert, welche der Schwingung entgegenwirken. Die somit erreichte aktive Schwingungsdämpfung vergrößert den stabilen Bearbeitungsbereich, erhöht die Fertigungsgenauigkeit und führt zu verbesserter Wirtschaftlichkeit.

Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens, das im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1156: „Adaptronik für Werkzeugmaschinen“ durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert wird, ist die Entwicklung eines rechnergestützten Verfahrens zur optimalen Platzierung und zum automatisierten Entwurf der Reglerstruktur aktiver Komponenten. Diese Methodik soll vor allem dazu beitragen die Technologie der aktiven Schwingungsdämpfung an Werkzeugmaschinen effizienter realisieren zu können.

Vorgehensweise

Ein Finite-Elemente-(FE)-Modell oder ein modales Strukturmodell einer Werkzeugmaschine repräsentiert den Eingang in das entwickelte Rechnerwerkzeug (Abb. 1). Die

einzelnen Funktionspakete dieses Tools beschreiben dabei die Vorgehensweise der zugrunde liegenden Methodik, deren Anwendung zu einem adaptiven Gesamtsystem mit optimiertem dynamischen Verhalten führen soll.

Hierzu wird eine dynamische Schwachstellenanalyse durchgeführt, die unter anderem die kinematische Reduktion umfasst [1]. Dieses Verfahren ermöglicht die Identifikation der für eine kritische Eigenschwingungsform verantwortlichen Strukturkomponente. Dabei wird die Maschine durch mehrere im Kraftfluss liegende so genannte Referenzflächen unterteilt. Deren Einzelverlagerungen geben Aufschluss über die Deformationen zwischenliegender Bauteile. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine Reduktion der dynamischen Strukturbewegungen auf translatorische und rotatorische Bewegungsgrößen der Referenzflächen. Damit konnten die Verbindungskomponenten zwischen x- und y-Schlitten der in Abb. 2 gezeigten Portalfräsmaschine simulativ als Schwachstelle identifiziert werden. Im Anschluss an die Konzeptdefinition zur Ankoppelung des Aktuators ist eine optimale Konfiguration bezüglich Bauart und Hebelverhältnis zu berechnen. Aufgrund der Forderung nach einer minimalen Beeinträchtigung

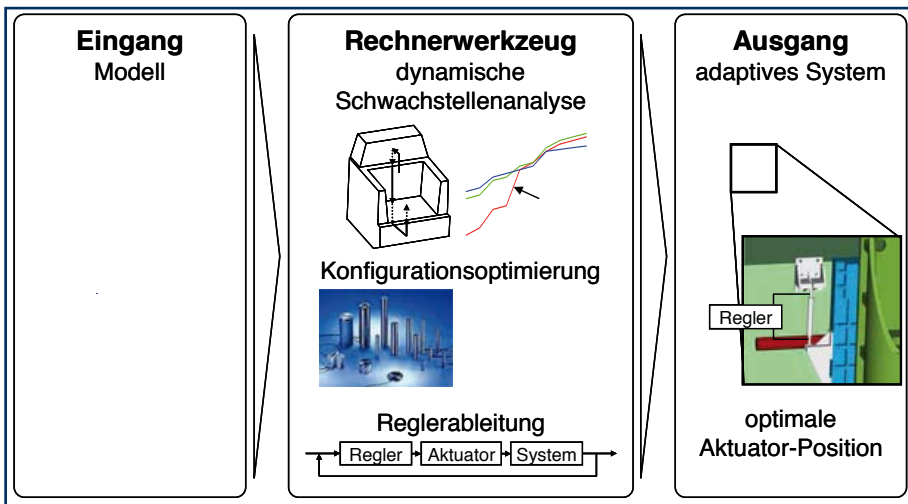


Abb. 1: Übersicht des entwickelten Verfahrens

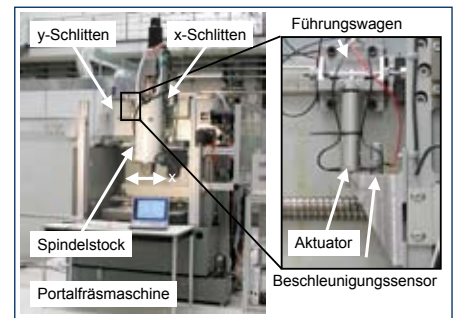


Abb. 2: Portalfräsmaschine mit Aktuator-System

des Arbeitsraums wurde die in Abb. 2 gezeigte Konfiguration umgesetzt.

Als Regelung (vgl. Abb. 3) des adaptiven Systems wurde eine Beschleunigungsrückführung (Acceleration Feedback) gewählt [2,3]. Zur Erreichung einer viskosen Dämpfung wird das Signal mit einem Filter 2. Ordnung in eine Geschwindigkeit überführt. Dabei wird der Phasenabfall um 90° bei der Eckfrequenz des Filters genutzt. Dieser ist daher auf die zu dämpfende Frequenz zu setzen. Um das Übertragungsverhalten der Aktorik zu optimieren, wurde mit Hilfe der Software Matlab aus den gemessenen Frequenzgangdaten eine Übertragungsfunktion des Leistungsverstärkers approximiert und deren Inverse als Vorsteuerung implementiert [4]. Zur anschließenden experimentellen Verifikation wurde ein zweiter Beschleunigungssensor an der Spindel Nase angebracht. Das Ziel der aktiven Schwingungsreduktion ist die Minimierung der Relativverlagerung zwischen Werkzeug und Werkstück. Da die Relativverlagerung an der Wirkstelle messtechnisch schwer zu erfassen ist, wurde die Nachgiebigkeit an der Spindel Nase als Referenzgröße herangezogen. Es ist davon auszugehen, dass die Nachgiebigkeit des Spindelstocks für den überwiegenden Anteil der Relativverlagerung an der Zerspanstelle verantwortlich ist, so dass diese Wahl zulässig ist.

Um die Funktionsfähigkeit des an der Portalfräsmaschine installierten Adaptronik-Systems zu verifizieren, muss das Übertragungsverhalten der Maschinenstruktur im geregelten und im ungeregelten Zustand bestimmt werden. Primäres Ziel der aktiven Dämpfung war die Reduzierung der dominanten Eigenschwingungsform bei 94 Hz, die maßgeblich durch eine Pendelbewegung des Spindelstocks verursacht wird.

Das gewählte Regelungskonzept liefert als Stellgröße die erforderliche Dämpfungskraft, d.h. der Stapeltranslator müsste kraftgeregelt betrieben werden. Da der

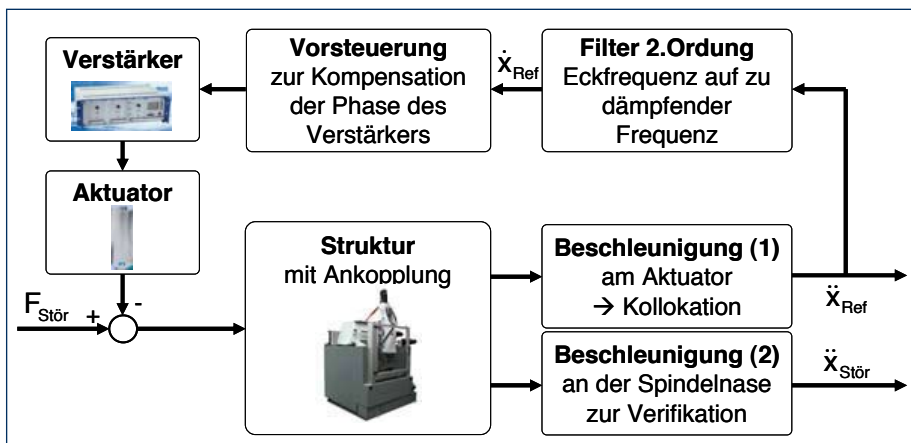


Abb. 3: Signalfussplan der gesamten Anordnung

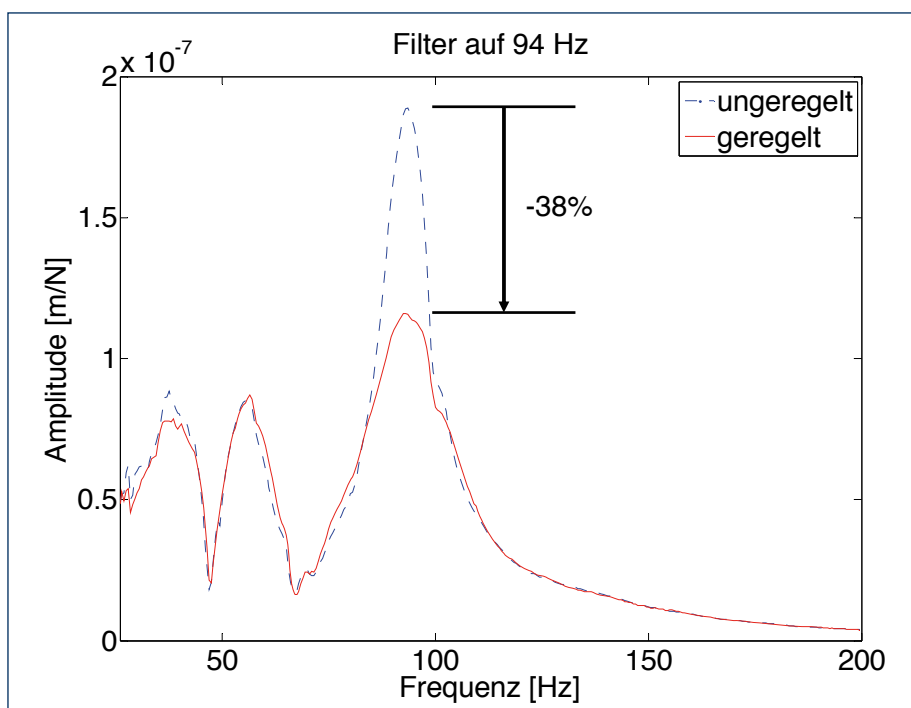


Abb. 4: Absolute-Nachgiebigkeitsfrequenzgänge der untersuchten Portalfräsmaschine an der Spindel Nase

vorhandene Aktuator kein Kraftmesssystem besitzt und der Ansatz einer sensorlosen, modellbasierten Kraftregelung untauglich ist, wird das Ausgangssignal des Reglers direkt als Steuerspannung am Piezoverstärker eingespeist. Zur Kompensation der Verstärkerdynamik dient die zuvor erläuterte Vorsteuerung mit der Streckeninversen. Zur Einstellung des Verstärkungsfaktors wurde die Regelkreisverstärkung schrittweise bis zur Stabilitätsgrenze erhöht und schließlich ein etwas niedrigerer Wert gewählt. Der instabile Bereich des Regelkreises ist durch eine stationäre Schwingung von ca. 800 Hz zu erkennen. Der in Matlab modellierte Reglerbaustein wird mit Hilfe des Real-Time Windows Targets in Echtzeit mit einer Abtastrate von 10 kS/s auf einem handelsüblichen PC ausgeführt. Die Ermittlung des Übertragungsverhaltens der Versuchsmaschine kann einfach und schnell durch eine experimentelle Modalanalyse erfolgen. Dazu wird die Maschine z.B. mit dem Impulshammer zu Schwingungen angeregt und ihre Reaktion auf die Anregung gemessen. Das Übertragungsverhalten ergibt sich dann durch das Verhältnis von Systemantwort und Anregung.

Abb. 4 zeigt die mittels Impulsanregung gemessenen Nachgiebigkeitsfrequenzgänge an der Spindelnase mit und ohne Regelung. Eine Amplitudenreduktion der dominanten Eigenschwingungsform von 38 % wurde erzielt.

Die an der Portalfräsmaschine durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass die aktive Schwingungsdämpfung an Werkzeugmaschinen mit Hilfe von Piezo-Aktuatoren möglich ist. Im Gegensatz zu vielen vorangegangenen Forschungsarbeiten, bei denen die Installation aktiver Dämpfungssysteme an stark vereinfachten Demonstratoren durchgeführt wurde, ist es in diesem Projekt gelungen, eine adaptiv-erhöhte strukturelle Dämpfung an einer Werkzeugmaschine zu realisieren. Durch den Einsatz einer steiferen Ankoppelkonfiguration sowie die Verwendung eines leistungsstärkeren Aktuator-Systems könnten die Möglichkeiten des Aufbaus weiter ausgeschöpft werden.

Zusammenfassung

Das entwickelte, allgemeingültige Verfahren wurde in Form eines Rechnerwerkzeugs

umgesetzt und anschließend an einer Portalfräsmaschine verifiziert. Mit der implementierten Methode wird durch den hohen Automatisierungsgrad eine einfache und schnelle Umsetzbarkeit adaptiver Gesamtsysteme ermöglicht. Dadurch konnte die anfänglich definierte Zielsetzung erreicht werden.

Literatur

- [1] Alibert, F.: *Dynamikgerechter Entwurf von Werkzeugmaschinen-Gestellstrukturen*, Dissertation Technische Universität München, Berlin: Springer 1995. (iwb Forschungsberichte 93)
- [2] Gawronski, W. K.: *Advanced Structural Dynamics and Active Control of Structures*, New York: Springer 2004.
- [3] Preumont, A.: *Vibration Control of Active Structures – An Introduction*, 2. Aufl. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 2002.
- [4] Zeitz, M.: *Vorsteuerung – Nichts ist so praktisch wie eine gute Theorie*, Technischer Bericht, Universität Stuttgart, 2006.

Matthias Waibel

Seminar: Rapid Manufacturing

Erfolgreich produzieren durch innovative Fertigung

Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften beschäftigt sich am iwb Anwenderzentrum Augsburg unter anderem mit der Weiterentwicklung generativer Fertigungsverfahren und deren industrieller Anwendung. Vor diesem Hintergrund findet dort am 05.07.2007 das diesjährige Rapid-Manufacturing-Seminar statt.

Gemessen an den aktuellen Marktentwicklungen wird es für produzierende Unternehmen immer schwieriger, die Diskrepanz zwischen einer effizienten Fertigung und dem Wunsch des Kunden nach individualisierten Produkten zu überwinden. Einen potenziellen Ausweg bieten an dieser Stelle Rapid-Technologien, deren Einsatzgebiet in den letzten Jahren durch neue Entwicklungen im Bereich Rapid Manufacturing (RM) auf die Herstellung einsetzbarer Serienbauteile ausgedehnt werden konnte.

Das am iwb Anwenderzentrum Augsburg erarbeitete umfangreiche Wissen und das umfassende Netzwerk mit Herstellern und Anwendern im Umfeld des Rapid Manufacturing soll durch das Seminar einer breiten Zuhörerschaft zugänglich gemacht werden. Erfahrene Referenten aus der Industrie zeigen durch praxisnahe Beispiele Lösungsmöglichkeiten zum industriellen Einsatz von Rapid-Technologien auf. So wird in diesem Jahr unter anderem ein Vertreter des Unter-

nehmens Hettich GmbH und Co. KG über den erfolgreichen Einsatz des RM bei der Herstellung von am Markt erhältlichen Zentrifugen berichtet und Ansätze zum Ausbau der Wettbewerbsposition mit Hilfe generativer Fertigungsverfahren aufzeigen.

Zudem werden neueste Technologien wie das EDGE-Verfahren der FIT GmbH und das Selective-Mask-Sintering des schwedischen Unternehmens Speed Part AB vorgestellt. Ausblicke auf zukünftige Anwendungsfelder und richtungsweisende Innovationen aus den Ergebnissen aktueller Forschungsarbeiten werden durch das iwb Anwenderzentrum Augsburg gegeben.

Das Rapid-Manufacturing-Seminar schafft nicht nur einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik, sondern bildet auch eine ideale Plattform, um im gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu neuen Lösungsmöglichkeiten zu gelangen. Im Rahmen des begleitenden Ausstellerforums



Rapid-Manufacturing-Seminar am iwb Anwenderzentrum Augsburg

wird dem Besucher zudem die Möglichkeit gegeben, sich direkt mit den Möglichkeiten der generativen Fertigung auseinanderzusetzen und konkrete Problemstellungen mit Lösungsanbietern zu diskutieren.

Termin:

05.07.2007, 09:00 – 17:00 Uhr

Ort:

iwb Anwenderzentrum Augsburg
Beim Glaspalast 5, 86153 Augsburg

Anmeldung/Informationen:

Gerhard Straßer
Tel.: +49 (0)821 / 56883 - 32
Fax: +49 (0)821 / 56883 - 50
Email: gerhard.strasser@iwb.tum.de

DFG-Forschungsprojekt: Simulation des Schleifhärtens

Beim Fertigungsverfahren Schleifhärten wird die beim Schleifen in das Werkstück eingebrachte Prozesswärme zur Realisierung einer definierten Randschichthärtung genutzt. Der Einsatz des Verfahrens ist bisher lediglich für einfache Bauteile möglich und erfordert zur Kalibrierung der zahlreichen, sich wechselseitig beeinflussenden Prozessparameter umfangreiche experimentelle Untersuchungen. Im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Forschungsprojekts „Simulation des Schleifhärtens“ wird eine auf die Finite-Elemente-Methode (FEM) gestützte Simulationsmethode entwickelt, die eine numerische Prozessbetrachtung ermöglicht. Die intensive Zusammenarbeit der beteiligten Institute *iwb* und IWT Bremen sowie deren umfangreiche Erfahrungen auf den Gebieten des Schleifhärtens und der thermischen Finite-Elemente-(FE)-Simulation schaffen eine fundierte Basis zur erfolgreichen Durchführung des Forschungsprojekts.

Beim Fertigungsverfahren Schleifhärten bewegen sich die das Schleifen charakterisierenden Parameter innerhalb eines Prozessfensters, das es ermöglicht, die bei der Spanbildung mit geometrisch unbestimmter Schneide entstehende Wärme gezielt in das Bauteil einzubringen und dort zu nutzen (Abb. 1). Die hohe Wärmeentstehung an der Bauteiloberfläche in Kombination mit Selbstabschreckungsvorgängen im Bauteil ermöglicht die gezielte Durchführung einer Randschichthärtung.

Entwickelt wurde das Verfahren Schleifhärten vor wenigen Jahren am Institut für Werkstofftechnik (IWT) in Bremen. Es ermöglicht durch die Kombination der Prozesse Schleifen und Randschichthärten eine Reduzierung von Fertigungskosten und Durchlaufzeiten. Begründet ist dieser Effekt durch die Einsparung von sequenziellen Verfahrensschritten und der damit verbundenen Transportwege. Nachteilig äußert sich die Tatsache, dass das Fertigungsverfahren Schleifhärten bisher lediglich an einfachen Bauteilen qualifiziert

werden konnte. Die Gründe hierfür lassen sich an der Komplexität und Vielzahl der Prozessparameter sowie deren wechselseitigen Abhängigkeiten festmachen. Hinzu kommt der umfangreiche experimentelle und werkstofftechnische Aufwand zur Bestimmung des optimalen Prozessfensters abhängig von den relevanten Parametern.

Zielsetzung

Das Forschungsprojekt „Simulation des Schleifhärtens“ umfasst die Konzeption, Umsetzung und Validierung einer FE-basierten Simulationsmethode, die eine numerisch berechnete Vorhersage der Gefügeänderungen sowie der Härte und der Dicke der im Prozess entstehenden Werkstückrandschicht ermöglicht. Zudem soll die Simulationsmethode dazu dienen, die durch die Gefügeumwandlungen und thermischen Lasten induzierten Eigenspannungen und die daraus resultierenden Bauteilverzüge virtuell abzubilden.

Die Berechnung des Prozessverlaufs und des Prozessergebnisses soll die Anzahl



Abb. 2: Experimentelle Untersuchung zum Verfahren Schleifhärten

der bislang zur Prozessauslegung erforderlichen Versuche reduzieren und eine schnelle virtuelle Parameterauslegung ermöglichen. Damit soll die numerische Prozessabbildung den Einsatz des Fertigungsverfahrens Schleifhärten für komplexe Bauteile wirtschaftlich und prozesssicher zu gestalten erlauben.

Die Validierung der entwickelten numerischen Methodik erfolgt durch einen iterativen Abgleich der Simulationsergebnisse mit den am IWT Bremen ermittelten Resultaten aus experimentellen Untersuchungen (Abb. 2). Diese sind an die Anforderungen, die sich aus der Entwicklung und Umsetzung einer neuen Simulationsmethode ergeben, angepasst.

Lösungsansatz

Für die Methodenentwicklung zur numerischen Betrachtung des Schleifhärtens wird ein Plan-Umfangs-Querschleifprozess im Gegenlaufverfahren betrachtet. Dabei wird das aus dem weichgeglühten Werkstoff 100 Cr 6 bestehende Werkstück von einer keramisch gebundenen Korundschleifscheibe bearbeitet. Der Umsetzung der Simulationsmethode liegt das in Abb. 3 dargestellte iterative Vorgehen zu Grunde.

Aufbauend auf der experimentellen Bestimmung der Prozessparameter sowie der Werkstoffkennwerte erfolgt deren Implementierung in ein FE-basiertes 3D-Simulationsmodell zur numerischen Abbildung der Auswirkungen der thermischen Lasten auf die Gefüge- und Eigenspannungsverteilung im Werkstück. Zur Beherrschung der Modellkomplexität werden zunächst verschiedene Teilmodelle entwickelt und validiert, bevor diese zum Gesamtmodell gekoppelt werden. Relevante Teilaspekte sind beispielsweise Wärmequellen-, Werkstoff-, Gefügeumwandlungs- und Quellspannungsmodelle.

Die Arbeiten werden vor allem durch die langjährigen und umfangreichen Erfahrungen der beiden am Projekt beteiligten

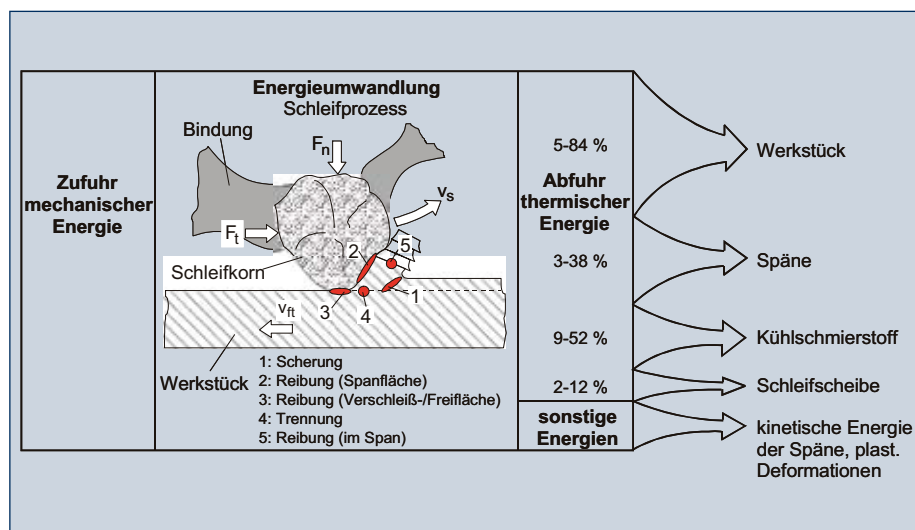


Abb. 1: Energetischer Haushalt bei Schleifprozessen [1]

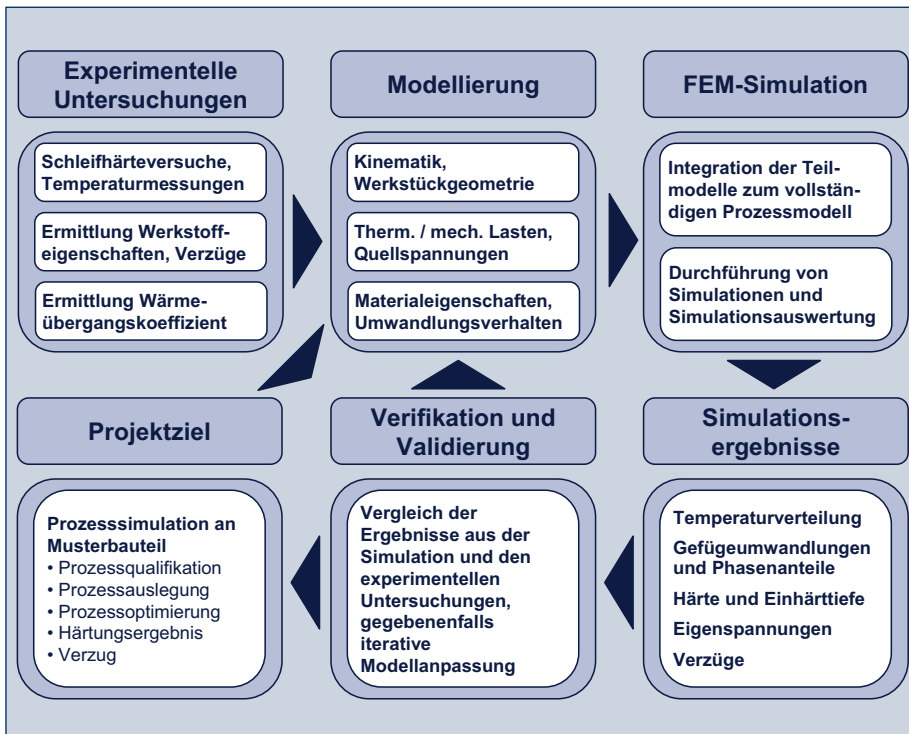


Abb. 3: Projektablauf und Inhalte

Institute auf dem Gebiet der experimentellen und numerischen Untersuchung von Fertigungsprozessen unterstützt. Aus dem am iw b entwickelten Vorgehen zur Schweißverzugsimulation (Abb. 4) lassen sich grundlegende Schritte und Erkenntnisse auf die Simulation des Schleifhärtens übertragen und somit gezielt nutzen.

Bei der Modellbildung thermischer Fertigungsprozesse ist die Abbildung und Validierung der betrachteten Wärmequelle von entscheidender Bedeutung. Die Ab-

sicherung dieser modellierten physikalischen Zusammenhänge zur Wärmebringung in das vernetzte Bauteil erfolgt über den Abgleich mit experimentellen Ergebnissen.

Mit Hilfe der thermometallurgischen Berechnung im Zeitbereich lassen sich die sich im Prozessverlauf ändernden Gefügezusammensetzungen und die sich damit einstellenden Härteänderungen numerisch abbilden. Erforderlich sind hierzu die Berechnung der sich im Werkstück einstellenden Temperaturfelder sowie die

angepassten Umwandlungs- und Werkstoffmodelle der betrachteten Bauteilmaterialien.

Durch die zusätzliche Berücksichtigung von Einspannbedingungen sowie sonstiger mechanischer Lasten lassen sich in der folgenden thermomechanischen Simulation die Eigenspannungen und der Verzug berechnen. Die Eingangsgrößen sind dabei die im Vorfeld im Zeitbereich berechneten Temperaturfelder und Gefügeumwandlungen.

Am IWT Bremen durchgeführte Grundlagenuntersuchungen zur Simulation der Temperaturverteilung beim Schleifhärten weisen für die gewählten Prozessparameter eine gute Übereinstimmung von experimentellen und numerischen Ergebnissen auf und bestätigen das Potential der Simulationsmethode [2].

Ausblick

Der vollständige Aufbau des Gesamtmodells erfordert die Entwicklung verschiedener Teilmodelle und vertiefende Analysen der Auswirkung von Parameter- und Modellvariationen auf das Simulationsergebnis. Dies betrifft beispielsweise die Umsetzung und Auswahl von Wärmequellen- und Umwandlungsmodellen sowie die Variation der Vernetzungsdichte des betrachteten Werkstücks.

Im Hinblick auf den Einsatz der Simulationsmethode zur Unterstützung der industriellen Qualifikation des Fertigungsverfahrens Schleifhärten muss innerhalb dieses Projekts hinsichtlich der konträren Ziele Ergebnisqualität und Berechnungszeit ein Optimum gefunden werden. Das iterative Vorgehen, die intensive Zusammenarbeit der beiden beteiligten Institute und die laufende Absicherung der Simulationsmodelle anhand experimenteller Untersuchungen bilden die Grundlage zur erfolgreichen Durchführung des Forschungsprojekts.

Literatur

- [1] Brockhoff, T.: Schleifprozesse zur martensitischen Randschichthärtung von Stählen. Dissertation Universität Bremen, Forschungsberichte aus der Stiftung Institut für Werkstofftechnik Bremen, Band 1, Aachen: Shaker, 1999.
- [2] Brinksmeier, E.; Heinzl, C.; Böhm, C.; Wilke, T.: Simulation of the Temperature Distribution and Metallurgical Transformations in Grinding by Using Finite-Element-Method. Annals of the WGP 10 (2003) 1, S. 9-14.

Tobias Föckerer

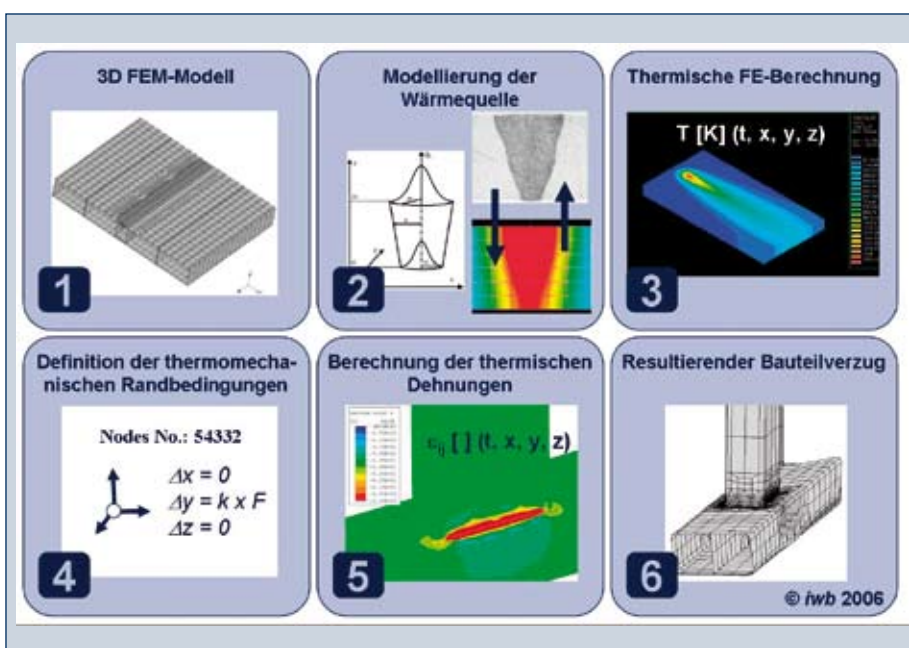


Abb. 4: Methodische Vorgehensweise zur Schweißverzugsimulation

Ausgezeichnet: *iwb* Anwenderzentrum Augsburg gewinnt „TALENTE-PREIS 2007“ im Bereich Technik

Auch dieses Jahr fand wieder der Wettbewerb für Newcomer in Gestaltung und Technik „TALENTE“ als Sonderschau der Internationalen Handwerksmesse München statt. Den „TALENTE-Preis“ für Technik errang dabei das Team vom *iwb*



Abb. 1: Das am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg entwickelte formflexible Werkzeug für den wirtschaftlichen Einsatz im Spritzguss

Anwenderzentrum Augsburg, bestehend aus Dipl.-Ing. Florian Hagemann und den Auszubildenden Benjamin Ferstl und Jannik Weis für die Entwicklung eines formflexiblen Spritzgusswerkzeugs.

Laut Jury ist „dieses Werkzeug das Ergebnis einer engen Verknüpfung von wissenschaftlicher und handwerklicher Kreativität. Neue pneumatische und mechatronische Technologien sind auf innovative Weise eingesetzt und kombiniert worden. Mit der Ausrichtung auf kleine Stückzahlen eröffnet dieses Werkzeug den Spritzguss auch für Handwerksbetriebe“.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts im Verbund ForWerkzeug, der durch die Bayerische Forschungstiftung gefördert wird, wurden am *iwb* innovative Lösungen für formflexible, wieder verwendbare Spritzgusswerkzeuge entwickelt (siehe Bild). Diese Werkzeuge formen mit Hilfe eines Nadelkissens verschiedene Geometrien ab. Die vielen im Querschnitt quadratischen Nadeln des Kissens lassen sich gegeneinander verschieben. Ausgangspunkt ist die gewünschte Ge-

ometrie als 3D-CAD-Datei. Über eine speziell entwickelte Steuersoftware verschiebt ein Positionierkopf die Nadeln in die gewünschte Position, in der diese pneumatisch gesichert werden. Im Anschluss daran erfolgt der Spritzguss in die Nadelkissenkontur. Bei Bauteilen mit Hinterschneidungen werden gefräste Einlege-teile integriert und verspannt. Nach jedem Spritzvorgang lässt sich eine neue Form automatisiert einstellen.

Der Wettbewerb wird im Auftrag des Vereins zur Förderung des Handwerks e.V. von der Handwerksammer für München und Oberbayern ausgerichtet, um die Exzellenz in der Handwerksjugend weltweit zu fördern und so in die Zukunft zu investieren. Dieses Jahr nahmen 95 Teilnehmer aus 27 Ländern daran teil.

Für ihre herausragende Arbeit erhielten die Lehrlinge Benjamin Ferstl und Jannik Weis zudem den Förderpreis für Auszubildende 2007 der TU München, der ihnen feierlich am 18. April von Herrn Vizepräsident Prof. Dr. Arndt Bode überreicht wurde.

Eva Kern

Seminar: Schlank im Mittelstand

Kundenorientierung durch Produktionssysteme

Das aktuelle Seminar der Themengruppe Produktionsmanagement und Logistik greift die anerkannte Bedeutung und das daraus resultierende Interesse an der Themenstellung der schlanken Produktion der schlanken Produktion (Lean Production) auf und beleuchtet dabei den genannten Schwerpunkt in drei Bereichen des Unternehmens. Im Fokus steht dabei das Einsatzpotenzial der schlanken Produktion in der mittelständischen Industrie.

Hohe Verfügbarkeit der Leistungen und ständige Bereitstellung angemessener Kapazitäten setzen flexible Produktionssysteme voraus und bedingen *Kundennutzen durch schlanke Prozesse*. Beitrag dazu leisten standardisierte und sichere Prozesse, welche helfen, die Kapazitäten, Bestände und Abläufe in einem Produktionssystem so zu organisieren, dass auch bei schwankendem Bedarf auf der Kun-

denseite ein gleichmäßiger Materialfluss und eine termingerechte Erfüllung der Aufträge möglich sind. Nachhaltige Kundenzufriedenheit wird durch schlanke Produktionsprozesse und die *Optimierung indirekter und unterstützender Bereiche* durch Lean Methoden erreicht. Die Prozesse der Leistungserstellung werden hierbei durch verschwendungsfreie und effiziente Prozesse in der Administration unterstützt. *Stabile Führungs- und Verbesserungsprozesse* zu entwickeln und diese nachhaltig zu installieren ist eine Kernaufgabe des Lean Managements. Wesentlichen Anteil daran hat die erfolgreiche Sensibilisierung aller am Prozess beteiligten Mitarbeiter für die auftretenden Probleme und deren systematischer Lösung.

Im Rahmen des Seminars ergibt sich die Möglichkeit, in persönlichen Gesprächen mit den Referenten und Teilnehmern auf individuelle Fragestellungen konkret ein-

zugehen, diese gemeinsam zu diskutieren und somit neue Impulse für das eigene Unternehmen zu gewinnen. Im Verlauf des Seminartages bietet sich bei moderierten Diskussionen am Runden Tisch die Gelegenheit zum kritischen Meinungsaustausch aktueller Lean-Themen und zur Erörterung von individuellen Fragestellungen.

Termin:

05.07.2007, 09:00 – 17:00 Uhr

Ort:

iwb, Boltzmannstr. 15, 85748 Garching

Anmeldung/Informationen:

Mathey Wiesbeck

Tel.: +49 (0)89 / 289 - 15550

Fax: +49 (0)89 / 289 - 15555

Email: mathey.wiesbeck@iwb.tum.de