

iwb newsletter

2

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften

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

Forschungsprojekt zum Rührreibschweißen von Aluminium-Druckguss gestartet

Im Februar 2010 wurde das von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) geförderte Forschungsprojekt „Qualifizierung des Rührreibschweißens für das Fügen von Aluminium-Druckgusskomponenten“ mit einem Kickoff-Treffen in Braunschweig gestartet.

Rührreibschweißen ist als ein Verfahren bekannt, mit dem insbesondere Aluminiumwerkstoffe mit hoher Qualität verbunden werden können. Auch bei Gusswerkstoffen bietet es große Potenziale, da eventuell vorhandene Fehlstellen im Gefüge durch den Schweißprozess eliminiert werden können. Dennoch sind viele Einflüsse auf die Qualität der Schweiß-

naht im industriellen Einsatz noch ungeklärt, da Gusswerkstoffe häufig nur unter Laborbedingungen geschweißt wurden. Gerade gegossene Werkstücke weisen neben den auf den Oberflächen verbleibenden Trennstoffresten häufig große Verzüge und Toleranzen auf, die das Prozesssichere Schweißen der Komponenten erschweren.

(Fortsetzung Seite 2)



EDITORIAL

Das bis ins Jahr 2013 gültige siebte EU-Forschungsrahmenprogramm ist das weltweit größte Förderprogramm für Forschungsprojekte. Es unterstützt in seinem ersten spezifischen Bereich „Kooperation“ die grenzüberschreitende Zusammenarbeit in Wissenschaft und Forschung. Daneben findet auf Bundesebene die so genannte Verbundforschung statt, die ein wesentliches Element der deutschen Forschungsförderung ausmacht. Hochschule und Industrie werden dadurch zu erfolgreichen Projektpartnern, die gemeinsam anwendungsorientierte Forschung betreiben und einen unschätzbaren Nutzen für die deutsche Wirtschaft generieren. Die Basis dieser erfolgreichen Kooperationen ist die finanzielle Förderung der deutschen Hochschulen durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Besonders kleine und mittelständische Unternehmen profitieren durch das zur Verfügung gestellte „BMBF-subventionierte“ wissenschaftliche Know-how, indem sie hohe Kosten für Forschung und Entwicklung einsparen können. Dies stellt einen immensen Wettbewerbsvorteil des Standortes Deutschland dar, der keinesfalls in seiner Wirksamkeit und Leistungsfähigkeit geschwächt werden darf. Er ist nicht nur als Alleinstellungsmerkmal, sondern vielmehr als Motor von Innovationen zu würdigen. Insbesondere in wirtschaftlich schwierigen Zeiten muss die jetzige Form der Verteilung der Fördersummen auf Bundesebene beibehalten werden, um diesen Motor am Laufen zu halten. Eine hypothetische Umwandlung der öffentlichen Fördersummen in eine steuerliche Entlastung deutscher Unternehmen ließe diesen unabdingbaren Innovationsfaktor einem Steuermodell zum Opfer fallen. Bleibt zu hoffen, dass dies im Sinne von Wirtschaft und Wissenschaft nicht Realität wird.

Herzlichst Ihr

INHALT

Seite 1–2:

- Forschungsprojekt zum Rührreibschweißen von Aluminium-Druckguss gestartet

Seite 3–4:

- RoboLaSS – Robotergeführter Laser zum Schweißen und Schneiden

Seite 5:

- Innovatives Messverfahren zur Überprüfung optischer Oberflächen im Nanometerbereich

Seite 5–6:

- Werkzeugmaschine hoch-innovativ – wzmⁱ

Seite 6–7:

- Simulation von Dämpfungseffekten in Werkzeugmaschinen

Seite 8:

- münchener kolloquium

Seite 8:

- CoTeSys Industrieworkshop: Kognition in der Fabrik – Industrielle Anwendungen und Visionen für Kognitive Technische Systeme

Die Bauteilvorbereitung (Waschen, Spannen) für das anschließende Schweißen bedeutet zudem zusätzliche Prozessschritte, die zu höheren Produktionskosten führen.

Zusammenarbeit mit dem ifs

Das nun gestartete Projekt wird in intensiver Zusammenarbeit mit dem Institut für Füge- und Schweißtechnik (ifs) der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt, da sich hier die Kompetenzen im Hinblick auf Druckgusswerkstoffe mit denen des iwB hinsichtlich des Rührreißschweißens optimal ergänzen. Zu Beginn des Forschungsvorhabens werden Aluminium-Druckgussplatten verschiedener Legierungen bis zu einer Dicke von ca. 6 mm hergestellt und am iwB unter Nutzung zweier verschiedener Schweißanlagen gefügt. Durch eine metallkundliche Charakterisierung der Verbindungen werden Referenzwerte für die anschließenden Variationen der Randbedingungen beim Rührreißschweißen geschaffen.

Rührreißschweißen unter nicht optimalen Bedingungen

Die Variationen erstrecken sich dabei gussseitig in der Art und Menge des Trennmittels, welches nach dem Gießen als Gusshaut auf den Bauteilen verbleibt, und in der gezielten Einbringung von Gussfehlern. Auf Seiten des Schweißprozesses werden die Werkstücke auch mit Spalten und Kantenversatz verschweißt, um die Robustheit des Schweißprozesses gegen Bauteilabweichungen aus dem Gießprozess bestimmen zu können. Auch die Prozessreihenfolge bei der Verwendung aushärtbarer Legierungen soll näher betrachtet werden.

Vergleich mit anderen Verfahren

Um die hergestellten Rührreißschweißnähte auch qualitativ bewerten zu können,



Abb. 1: Querschnitt durch eine typische Rührreißschweißnaht

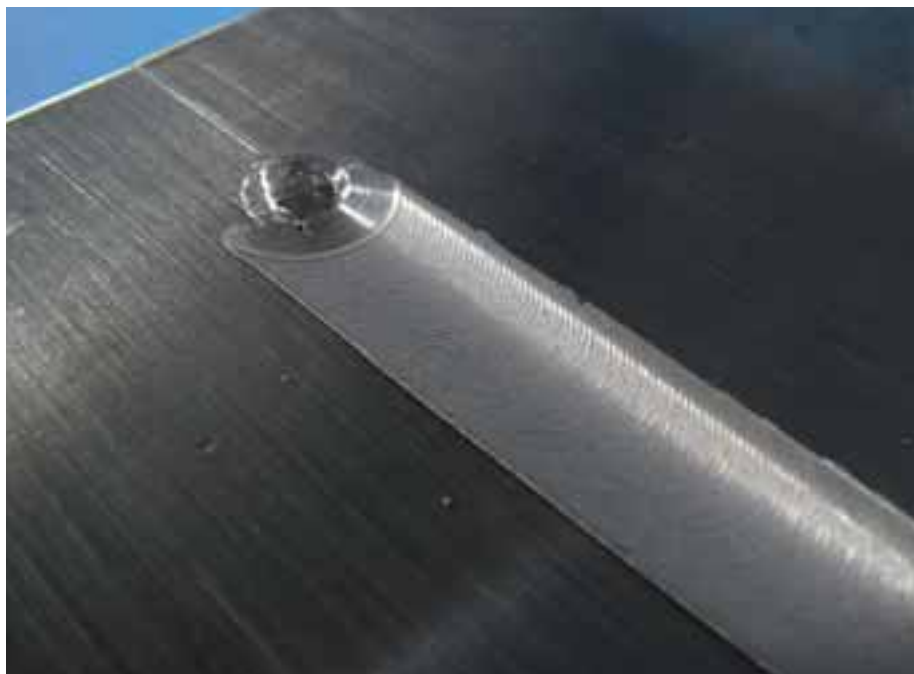


Abb. 2: Durch Rührreißschweißen werden auch bei Gusswerkstoffen gleichförmige, ebene Nahtoberflächen erzeugt.

werden diese mit anderen, in der Fertigung üblicherweise eingesetzten Schmelzschweißverfahren verglichen. Zu diesen Alternativenverfahren gehören das MIG- sowie das Elektronenstrahlschweißen. Die hierfür erforderlichen Informationen stehen dabei dem ifs aus bereits abgeschlossenen Forschungsvorhaben zur Verfügung.

Anwendung in der Industrie

Damit die gewonnenen Ergebnisse möglichst gut industriell umgesetzt werden können, werden in einem abschließenden Arbeitspaket ausgesuchte Realbauteile, die von den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses zur Verfügung gestellt werden, durch Rührreißschweißen gefügt. Bei der Umsetzung der Ergebnisse sollen gleichzeitig Richtlinien zur fügegerechten Konstruktion der Bauteile abgeleitet werden. Dadurch können letztendlich zusammenfassend Kriterien festgelegt werden, anhand derer die Schweißbarkeit von Gussbauteilen mittels Rührreißschweißen bewertet werden kann.

Vision

Langfristiges Ziel des gestarteten Forschungsvorhabens ist das prozesssichere Fügen von Aluminiumgusswerkstoffen durch Rührreißschweißen und die Integra-

tion des Verfahrens in bereits bestehende Fertigungsketten. Durch die erhoffte hohe Nahtqualität können selbst kleine Gießereien in die Lage versetzt werden, größere Bauteile aus kleinen Teilen herzustellen, wodurch deren Wettbewerbsfähigkeit ansteigen wird. Zudem hat die Fertigung kleiner Bauteile den Vorteil, dass diese einfacher hergestellt werden können und dass die Gießwerkzeuge dabei eine längere Standzeit besitzen, was wiederum einen positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens hat. Nicht zuletzt kann das Rührreißschweißen das Herstellen von Bauteilen aus einer schwer oder nicht schmelzschweißbaren Legierung erlauben, deren geometrische Eigenschaften den Guss aus einem Teil nicht erlauben würden.

Förderer

Das Forschungsprojekt wird von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) mit der Unterstützung der Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS und des Bundesverbandes der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG) gefördert.

Georg Völlner
Andreas Roth

MITARBEITER

Neue Mitarbeiter

Dipl.-Wi.-Ing. Philipp Engelhardt
Dipl.-Ing. Matthias Glonegger
Dipl.-Phys. Harald Krauss
Dipl.-Ing. Jan-Fabian Meis
Dipl.-Wi.-Ing. Jörg Pause
Dipl.-Ing. Tobias Philipp
Dipl.-Ing. Andreas Roth
Dipl.-Ing. Stefan Schwarz

Ausgeschiedene Mitarbeiter

Dr.-Ing. Florian Hagemann
Dipl.-Ing. Marcus Hennauer
Dipl.-Wi.-Ing. Christian Lau
Dipl.-Ing. Christoph Rimpau
Dipl.-Ing. Florian Schwarz
Dipl.-Wi.-Ing. Mathey Wiesbeck

RoboLaSS – Robotergeführter Laser zum Schweißen und Schneiden

Am 1. Mai 2010 fiel der Startschuss für das Projekt „RoboLaSS“ – Robotergeführter Laser zum Schweißen und Schneiden. RoboLaSS wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderinitiative MaBriLas – Materialbearbeitung mit brillanten Laserstrahlquellen gefördert. Während der dreijährigen Projektlaufzeit werden die Prozesse und die Handhabungskinematiken des Remote-Laserstrahlschweißens und -schneidens mit Faserlasern untersucht.

Die Dynamisierung von Produktlebenszyklen und die Individualisierung der Märkte ist einer der Megatrends für die Produktion 2020. Das bedeutet für die industrielle Fertigung eine Steigerung der Flexibilität der Produkte und der Produktionsanlagen durch innovative Prozesse und Automatisierungskonzepte. Das Projekt RoboLaSS greift diese Forderung auf, indem Lasermaterialbearbeitungsprozesse optimiert und neue Verfahren entwickelt werden. Das Vorhaben ist dabei auf die Makro-Materialbearbeitung mit Remote-Technologie fokussiert und knüpft an die Ergebnisse des Vorgängerprojektes RoFaLas an (siehe Newsletter 2/2009).

Zielsetzung von RoboLaSS

Das Ziel des Projektes ist die Steigerung der Wirtschaftlichkeit und der Flexibilität des Remote-Laserstrahlschweißens und -schneidens im industriellen Einsatz. Zur Erreichung dieses Gesamtziels ist das Projekt in mehrere Teilziele gegliedert: Auf der Prozessebene wird für das Remote-Laserstrahlschweißen (engl. Remote Laser Welding, RLW) und das Remote-Laserstrahlschneiden (engl. Remote Laser Cutting, RLC) eine Steigerung der Bearbeitungsqualität bzw. eine Qualifizierung für den industriellen Einsatz angestrebt. Im Bereich der Systemtechnik ist das Ziel, prozessangepasste Optiken zu konzipieren und umzusetzen, die jeweils auf die verfahrensspezifischen Charakteristika des RLW und RLC angepasst und optimiert sind. Darüber hinaus wird zur Steigerung der Anlagenflexibilität eine Kombinationsoptik aufgebaut, welche das RLW und das RLC in einem Optiksistem ermöglicht. Flexible Handhabungskinematiken und neue Strahlführungsstrategien erweitern die Einsatzmöglichkeiten von Remote-Bearbeitungseinheiten, bringen allerdings einen erhöhten Programmieraufwand mit sich. Ein weiteres Teilziel des Projektes ist daher die Entwicklung einer automatisierten Bahnplanung für die Kopplung von Scanneroptiken und Führungskinematiken. Die im Projekt RoboLaSS erarbeiteten Ergebnisse werden in Demonstratoren aus unterschiedlichen Produktionsbereichen umgesetzt. Um das Gesamtziel mit seinen Teil-

zielen zu erreichen, hat sich ein Konsortium aus innovativen und erfahrenen Partnern zusammengefunden, welches das Know-how besitzt, die mit den Zielen verbundenen Arbeiten durchzuführen.

Projektkonsortium

Das Konsortium des Projektes RoboLaSS unter der Führung des *iwb* setzt sich aus zwei Forschungsinstituten, fünf Systemtechnikherstellern und vier Anwendern aus dem Bereich der Lasertechnik zusammen. Forschungsseitig werden das IWS (Fraunhofer Institut für Werkzeug- und Strahltechnik, Dresden) und das *iwb* die Entwicklung und Optimierung der Prozesse Remote-Laserstrahlschweißen und -schneiden vorantreiben. Hinsichtlich der dazu benötigten Systemtechnik beschäftigen sich die Firmen IPG Laser GmbH, Precitec KG, Precitec Optronic GmbH und Arges GmbH mit Fragestellungen aus den Bereichen Strahlerzeugung, Strahlformung und -führung sowie mit der Sensorik zur Qualitätssicherung. Darüber hinaus sind die Partner *iwb*, Reis GmbH & Co. KG Maschinenfabrik und

Blackbird Robotersysteme GmbH (Ausgründung des *iwb*) für das Optik-Handling sowie für die Bahnplanung und offline Programmierung verantwortlich. Die Umsetzung der erarbeiteten Projektergebnisse in fertigungsnahen Demonstratoren wird mit der Unterstützung der Firmen Mars Lasertechnik GmbH, Benteler Automobiltechnik GmbH, ReinZ-Dichtungs-GmbH und EADS GmbH realisiert.

Arbeitsinhalte des *iwb*

Die Arbeiten am *iwb* sind aufgeteilt in Prozessuntersuchungen zum RLC und RLW sowie in die Entwicklung von Bahnplanungs- und -optimierungsalgorithmen für die robotergestützte Remote-Bearbeitung.

In den Prozessuntersuchungen werden zu Beginn des Projektes das RLC und das RLW separat betrachtet, um die Haupteinflussgrößen und Prozessgrenzen für unterschiedliche Werkstoffe zu ermitteln. Im Zuge dieser Untersuchungen wird sich das *iwb* auch mit den Grundlagen des RLC beschäftigen, da die Prozessmechanismen bislang noch nicht umfassend verstanden sind. Aus den gewonnenen Informationen lassen sich Anforderungen an die Bearbeitungsoptiken ableiten, die gemeinsam mit Arges umgesetzt und anhand von Qualitätskriterien für Schnittkanten und Schweißnähte qualifiziert werden. Der De-



Abb. 1: Materialtrieb beim Remote-Laserstrahl-Abtragsschneiden mit Single-Mode-Laserstrahlung

(Fortsetzung Seite 4)

GESTARTETE FORSCHUNGSPROJEKTE

Optimierung Kunststoff-basierter Schichtbauverfahren durch den Einsatz eines wissensbasierten Systems (OptiWiss)

01.11.2009 – 31.10.2011

Projektförderer: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Entwicklung von generativen low-cost-Spritzgießformensätzen

01.10.2009 – 31.10.2011

Projektförderer: Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) der AiF

Dynamische Abläufe in der Produktionssteuerung

01.01.2010 – 31.12.2010

Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Qualifizierung des Rührreißschweißens für das Fügen von Aluminium-Druckgusskomponenten

01.01.2010 – 31.12.2011

Projektförderer: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), Forschungsvereinigung Schweißen und verwandte Verfahren e.V. des DVS, Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie (BDG)

RAN – RFID based Automotive Network

01.01.2010 – 31.01.2012

Projektförderer: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Dämpfungseffekte in Werkzeugmaschinen

01.01.2010 – 31.12.2012

Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Prozessoptimierung des Laserstrahlschmelzens zur Herstellung von Turbinenbauteilen

01.02.2010 – 31.07.2012

Projektförderer: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

TRAMES – Transportprozesse in der Mechatronik-Simulation

01.05.2010 – 30.04.2012

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Green4SCM – Nachhaltige Optimierung des Ressourcen-/Energieeinsatzes in Wertschöpfungsnetzwerken mittels einer zentralen, serviceorientierten und webbasierten SCM-Planungsplattform

01.05.2010 – 30.04.2012

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Rührreißschweißen von Aluminiumstrangpressprofilen mit Kunststoff

01.05.2010 – 31.12.2012

Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Robotergeführter Laser zum Schneiden und Schweißen

01.05.2010 – 31.04.2013

Projektförderer: VDI Technologiezentrum Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

OPTASENS – Entwicklung eines Messmoduls zur Vermessung großer optischer Flächen

01.06.2010 – 31.05.2012

Projektförderer: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)

Untersuchungen zur numerischen Simulation des Schleifhärteprozesses zur Berechnung von Temperaturverteilung, Gefügeumwandlung und Bauteilverzug

01.07.2010 – 30.06.2012

Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

monstrator, der die Integration der gewonnenen Erkenntnisse der Verbundpartner in eine flexible Bearbeitungszelle aufzeigt, wird am *iwb* aufgebaut und betreut.

Neben den umfangreichen Prozessuntersuchungen wird das *iwb* eine Strategie für die automatisierte Bahnplanung für Scanner-Roboter-Bewegungen entwickeln und umsetzen. Diese hochredundanten Kinematiken sind mit manuellen Techniken nicht mehr programmierbar. Sie bieten jedoch durch die Redundanz der bewegungsausführenden Achsen ein hohes Optimierungspotenzial hinsichtlich der Taktzeit. Die Datenbasis für die Bewegungsplanung und -optimierung bilden dabei die Erkenntnisse aus den Prozessuntersuchungen hinsichtlich valider Einstrahlwinkel, Prozessgeschwindigkeiten und Verfahrenstoleranzen. Der Automatisierungsgedanke, Ergebnisse aus den Prozessuntersuchungen als Eingangsparameter für die Bahnplanung zu verwenden, soll vor allem den Programmieraufwand bei Kleinserien minimieren und dadurch die Remote-Technologie für KMU interessant machen.

*Jan Musiol
Jens Hatwig*

IMPRESSUM

Der *iwb* newsletter erscheint vierteljährlich und wird herausgegeben vom **Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)** Technische Universität München Boltzmannstraße 15, 85748 Garching Tel.: 089/289-15500, Fax: 089/289-15555 ISSN 1434-324X (Druck-Ausgabe) ISSN 1614-3442 (Online-Ausgabe) Redaktion: Stephanie Holzer (verantw.) Tel.: 089/289-15537 E-Mail: stephanie.holzer@iwb.tum.de Web: www.iwb.tum.de

Herstellung:

dm druckmedien gmbh Paul-Heyse-Straße 28, 80336 München

Verlag:

Herbert Utz Verlag GmbH Adalbertstraße 57 · 80799 München Tel. 089-277791-00 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

ABGESCHLOSSENE FORSCHUNGSPROJEKTE

InnoBay – Methoden, Werkstoffe und Technologien zur Sicherung des Innovationsstandortes Bayern

01.10.2005 – 31.12.2009

Projektförderer: Bayerische Forschungsstiftung (BayFor)

Zerstörungsfreie Prüfung von Klebverbindungen

01.04.2007 – 31.03.2010

Projektförderer: Bayerische Forschungsstiftung (BayFor)

Simulationsgestützte bauteilbezogene Analyse industriell relevanter Einspannsituationen beim Schweißen

01.07.2007 – 30.04.2010

Projektförderer: Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren“ (DVS) Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF)

Innovatives Messverfahren zur Überprüfung optischer Oberflächen im Nanometerbereich

Im Rahmen des von der EU geförderten Projekts OPTASENS soll die Messgenauigkeit zur Überprüfung optischer Oberflächen signifikant gesteigert werden. Die Methode sieht die Entwicklung eines hochpräzisen Sensorkopfs sowie die Implementierung neuartiger Algorithmen zur Erfassung großflächiger Teleskopspiegel vor.

Hersteller optischer Komponenten stehen sich einer steigenden Nachfrage nach Produkten mit sowohl ebenen als auch sphärischen Oberflächen mit immer größerem Durchmesser in höchstmöglicher Qualität, wie sie z.B. in Teleskopen verwendet werden, gegenüber. Mit diesem Trend geht einher, dass auch die Messtechnik, die zur Überprüfung der Maßhaltigkeit derartiger Oberflächen eingesetzt wird, vor wachsende Herausforderungen gestellt wird. Für Standardgrößen bis zu wenigen Zentimetern Spiegeldurchmesser ist eine entsprechende Messtechnik am Markt verfügbar, wenngleich es sich hierbei um sehr kostenintensive Messmaschinen handelt. Hingegen existieren für die, inzwischen immer häufiger benötigten, großflächigeren

Komponenten keine käuflichen Lösungen, die den Genauigkeitsanforderungen gerecht werden.

Aus diesem Grund wurde das EU-Forschungsprojekt OPTASENS mit dem Ziel initiiert, ein Messverfahren zu entwickeln, welches optische Oberflächen bis zu einem Durchmesser von 800 mm in einem Genauigkeitsbereich von 40 nm vermessen kann. Die beteiligten Forschungseinrichtungen an diesem Verbundprojekt mit der Dauer von zwei Jahren sind die Fachhochschule Deggendorf, das Institut FORWISS der Universität Passau, die Budapest University of Technology and Economics sowie das *iwb*.

Der erarbeitete Lösungsansatz sieht vor, die Oberfläche in Segmente zu unterteilen und diese mit einer optischen Sensoreinheit separat zu erfassen. Anschließend soll mit Hilfe geeigneter Algorithmen das Gesamtprofil berechnet werden. Der Schwerpunkt des *iwb* liegt hierbei auf der simulationsgestützten Entwicklung des Moduls zur Führung der Sensorik. Diese Trägereinheit ist so auszulegen, dass strukturbedingte Fehlereinflüsse innerhalb der vorgegebenen Toleranzen bleiben. Die Projektergebnisse sollen insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen behilflich sein, kostengünstige und zugleich hochgenaue Messtechnik auch für große optische Oberflächen einsetzen zu können.

Thomas Bonin
Marc Lotz
Oliver Rösch

Werkzeugmaschine hoch-innovativ – wzmⁱ

Seitens der Industrie wird verstärkt der Bedarf nach Studienabsolventen mit mehr Erfahrung in der Konstruktion und Auslegung mechanischer Strukturen artikuliert, vor allem im Bereich der Produktionstechnik. Um diesem Wunsch nachzukommen, hat das *iwb* u. a. das Projekt wzmⁱ ins Leben gerufen.

Neben der Industrie wünschen sich auch die Studierenden ein mehr praxisorientiertes Lehrangebot. Überarbeitete Praktika wie das Werkzeugmaschinenpraktikum sind eine erste Antwort. Hierbei wird das praktische Handwerkszeug eines modernen Ingenieurs vermittelt, das für die Auslegung und Simulation von Werkzeugmaschinen notwendig ist. Dazu gehören Mehrkörpersimulation, experimentelle Modalanalyse und Reglerauslegung mit Matlab / Simulink.

Motivation

Um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, ihr Wissen anzuwenden und den Forderungen aus der Industrie gerecht zu werden, wurde das Projekt „wzmⁱ“ (Werkzeugmaschine hoch-innovativ) ins Leben gerufen: Studierende entwickeln in Eigenverantwortung eine hochinnovative Werkzeugmaschine, an der als mobiler Versuchsträger die neuesten Technologien der Werkzeugmaschinenbranche demonstriert werden (Abb. 1).

Vorgehen

Das Team, bestehend aus sechs Studierenden, startete mit der Arbeit zu Beginn des Sommersemesters '09. In einem ersten Schritt wurde im Rahmen einer Team-Semesterarbeit das Konzept dieser Anlage erarbeitet. Ausgehend von einem medienwirksamen Produkt, welches durch das Team definiert und ausgestaltet wurde, gelangte man auf Basis wissenschaftlicher Entwicklungsmethoden zu einem entsprechenden Maschinenkonzept. Bei dem



Abb. 2: Vier-gewinnt-Spiel

auf der Maschine zu fertigenden Produkt handelt es sich um ein Vier-gewinnt-Spiel (Abb. 2), welches aus Aluminium und mittels unterschiedlicher Fertigungsverfahren hergestellt werden soll.

Das Maschinenkonzept sieht einen Arbeitsraum von 500 x 500 x 500 mm sowie ein Vier-Achs-System mit Rundtisch in Portalbauweise vor (Abb. 3). Besonders originelle Elemente sind hierbei die Kombination von spanenden und fügenden Fer-



Abb. 1: Abstrakte Idee



Abb. 3: CAD-Zeichnung der wzm¹

tigungsprozessen auf nur einer Maschine, die Werkstückbewegung auf einer Achterbahn-ähnlichen Rollwagenführung sowie die Bearbeitung von Werkstückkomponenten, die anschließend automatisiert zu einer Baugruppe zusammengeführt und gefügt werden.

Mit dem Ziel, eine optimale Strukturdynamik zu erreichen, wurde die Entwicklung

durch den Einsatz numerischer Simulationsmethoden wie FEM und MKS begleitet. Das Ergebnis der ersten Team-Semesterarbeit umfasst ein vollständiges 3D-CAD-Modell, Stücklisten und Auslegungsrechnungen der Gesamtstruktur.

Die Umsetzung der in Phase I erarbeiteten Ergebnisse geschieht im weiteren Projektverlauf im Rahmen von Studien- und HiWi-Arbeiten. Letztere wurden zum Teil auch an die Studierenden aus der ersten Phase vergeben, weil sie an der vollständigen Umsetzung der bisherigen Arbeiten mitwirken möchten.

Projektziele

Die zu entwickelnde „wzm“ soll als Demonstrationsobjekt in Vorlesungen und bei den Praktika zum Einsatz kommen. An ihr kann theoretisches Wissen anschaulich dargestellt werden. Außerdem soll sie durch die Studierenden auf Messen vorgestellt werden, um Industriekontakte für weiteres Sponsoring zu gewinnen. Langfristig soll der Versuchsträger durch Studienarbeiten ständig weiterentwickelt und verbessert werden.

Kompetenzerwerb

Fachlich werden die Studierenden durch die Detailkonstruktion und die Realisierung der Werkzeugmaschine, ein mechatronisches komplexes Gesamtsystem aus Aktorik, Sensorik und Regelung, gefordert. Mit den Aufgaben, geeignete Hersteller für Komponenten zu finden, Sponsoren zu akquirieren und Zwischenberichte zu präsentieren, werden auch die sozialen Kompetenzen der Studierenden angesprochen und ausgebaut. In Team-Semesterarbeiten lernen die Studierenden, sich in einer Gruppe einzubringen und Verantwortung zu übernehmen. Unter Anleitung erfahrener Entwickler koordinieren und bearbeiten sie eigenständig Projekte. Durch den Kosten- und Zeitdruck üben sie, mit Stresssituationen umzugehen. Auf diese Weise wird angehenden Ingenieuren das nötige Handwerkszeug für einen erfolgreichen Berufseinstieg in die Produktionstechnik gegeben.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt dem *iwb* e.V. für die finanzielle Unterstützung des Projekts.

Mirko Langhorst

Simulation von Dämpfungseffekten in Werkzeugmaschinen

Dämpfungseffekte tragen einen entscheidenden Anteil zum dynamischen Verhalten von Werkzeugmaschinen bei. Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft und Technik ist die simulative Abbildung und Prognose der Dämpfung für das Gesamtsystem Werkzeugmaschine jedoch nur punktuell möglich. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert daher seit Januar 2010 für eine Dauer von drei Jahren die Forschergruppe „Dämpfungseffekte in Werkzeugmaschinen“, die eine Trendwende im Bereich der Simulation der Dämpfung von Werkzeugmaschinen einleiten soll.

Ausgangssituation

Der wachsende Wettbewerb auf dem internationalen Markt zwingt mittlerweile auch die Werkzeugmaschinenhersteller, Entwicklungszeiten zu reduzieren, um auf die stetig steigenden Kundenanforderungen flexibler reagieren zu können. Durch

den Einsatz entwicklungsbegleitender Simulation kann der Entwicklungsprozess maßgeblich verkürzt werden. Der Aufbau von teuren Prototypen wird eingespart und aufwendige dynamische Vermessungen werden vermieden. Um die Maschinendynamik von Werkzeugmaschinen korrekt simulieren zu können, ist neben der Einbeziehung der Steifigkeits- und Massenverhältnisse auch eine Berücksichtigung der im Gesamtsystem vorhandenen Dämpfungseffekte notwendig. Während die Methoden zur Bestimmung der Steifigkeiten und Massen bereits lange erprobt sind, stellt die Abbildung der Dämpfung eine Herausforderung dar.

Handlungsbedarf

Die Einflussfaktoren auf die Dämpfung sind vielfältig und noch unzureichend bekannt. Zudem fehlt eine methodische Qualifizierung der Messtechnik für die

Dämpfungsmessung an komplexen Systemen. Eine Übertragung bestehender Dämpfungsansätze auf ganze Werkzeugmaschinen ist derzeit nicht möglich.

Zielstellung

Die Forschergruppe hat zum Ziel, Dämpfungseffekte in Werkzeugmaschinen zu simulieren. Dazu werden moderne Messmethoden zur Identifikation der Dämpfung erprobt. Weiterhin werden neue Berechnungsverfahren entwickelt, um unter Vorgabe lokaler Dämpfung das globale Dämpfungsverhalten des Gesamtsystems vorhersagen zu können. Auf diese Weise sollen die systematischen Grundlagen geschaffen werden, die das dynamische Verhalten von Werkzeugmaschinen wesentlich genauer und gesicherter vorherbestimmen können, als nach dem Stand der Technik heute möglich ist. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer allgemeingültigen aber einfachen Modellierung. So sollen parametrierbare Teilmodelle für Fugen, Linearführungen, Kugelgewindespindeln und Bearbeitungsspindeln erstellt werden, welche mit Vertrauensintervallen für die Parameter hinterlegt sind. Unabhängig vom konkreten Maschinenaufbau können diese Teilmodelle in ein Gesamtmodell integriert werden. So wird der Dämpfungseinfluss der jeweili-

TERMINE – *iwb* e.V.

Exkursion
23.7.2010

Dialogforum
29.10.2010

Mitgliederversammlung
26.11.2010

Aktuelle Termine bzw. Terminänderungen entnehmen Sie bitte der Homepage.

gen Komponente in der Gesamtmaschine abgebildet.

Forschungspartner

Neben dem *iwb* sind an der Forschergruppe das Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik (IWM) der Technischen Universität Dresden unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Knut Großmann und das Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher beteiligt.

Vorgehensweise

Das Forschungsprojekt teilt sich in drei Teilprojekte auf. Im Teilprojekt 1, welches vom IWM bearbeitet wird, sollen Modellierungs- und Parametrierungstechnologien zur Beschreibung von Dämpfungseffekten untersucht werden. Aufbauend auf diesen Technologien wird vom WZL im Teilprojekt 2 eine Messmethodik entwickelt, die Parameter der Dämpfungsmodelle für Werkzeugmaschinenkomponenten mit reproduzierbarer Genauigkeit ermittelt. Das *iwb* befasst sich mit der gesamten mechanischen Werkzeugmaschinenstruktur. Forschungsschwerpunkt ist die Integration der verifizierten Modelle aus den Teilprojekten in ein Gesamtsimulationsmodell. Um den Komplexitätsgrad nach und nach zu steigern, wird die zu untersuchende Struktur sequentiell aufgebaut. Parallel erstellte Simulationsmodelle werden dabei anhand von Messungen mit dem Aufbau abgeglichen. Je nach Bedarf erfolgt eine Anpassung bzw. Erweiterung der Teilmodelle (vgl. Abb. 1).

Versuchsträger

Um die Ergebnisse dieses Projektes auf möglichst viele der in der Industrie verbreiteten Werkzeugmaschinen übertragen zu können, wird als Versuchsträger ein Standard-Drei-Achs-Bearbeitungszentrum untersucht. Der Versuchsträger besteht aus den Strukturkomponenten Bett, Ständer und Achs-Schlitten sowie den entsprechenden Führungsschienen und Kugelgewindtrieben der Achsen. Abdeckungen, elektrische Antriebe und Kuppelungen werden im Projekt nicht betrachtet und sind daher nicht Bestandteil des Versuchsträgers.

Sequentieller Maschinenaufbau

Die Dämpfung des Versuchsträgers soll den lokalen Einflussfaktoren Material, Fügstellen bzw. Linearantriebe zugeordnet werden. Um den Dämpfungseinfluss der Materialien zu bestimmen, werden alle Strukturkomponenten vorerst einzeln untersucht. Anschließend wird der Versuchsträger schrittweise bis zur Gesamtmaschine montiert. Mit jeder hinzugekommenen

Fügestelle gilt es, das Systemverhalten hinsichtlich Dämpfung erneut zu untersuchen. Durch diese Vorgehensweise wird der Zuwachs an Dämpfung im System beobachtbar. So wird eine lokale Zuordnung der Einflussfaktoren zu einzelnen Fügestellen und Linearantrieben möglich.

Messung

Aufgrund der komplexen Strukturen bei Werkzeugmaschinen stellt die Messung der Dämpfung eine Herausforderung dar. Hierzu sind geeignete Messmethoden im Zeit- und Frequenzbereich zu identifizieren, welche reproduzierbare, quantitative Dämpfungswerte liefern. Dämpfung, die aus dem Messaufbau resultiert, ist zu minimieren. So werden die Strukturkomponenten hängend vermessen, um Einflüsse von zusätzlichen Fugen aus der Aufstellung zu vermeiden. Für einen späteren Simulationsabgleich werden mittels experimenteller Modalanalysen zusätzlich die Eigenformen und Eigenfrequenzen der Einzelkomponenten sowie der einzelnen Stadien beim Aufbau bestimmt.

Simulation

Die Simulation soll das dynamische Verhalten des Versuchsträgers abbilden. Die Einzelkomponenten werden mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) modelliert. Anschließend werden die Teilmodelle zusammengefügt. Durch einen Abgleich mit den Ergebnissen aus den experimentellen Modalanalysen wird das Modell verifiziert. Der Fokus liegt dabei auf der Anpassung der Massen und Steifigkeiten. Ziel ist es, eine ausreichend hohe Modellgüte der Teilmodelle und des Gesamtmodells hinsichtlich der Eigenfrequenzen und Eigenformen zu erreichen. Darauf aufbauend werden die Dämpfungsansätze der Teilprojekte im Simulationsmodell implementiert und auf ihre Eignung hin untersucht. Die Dämpfungs-

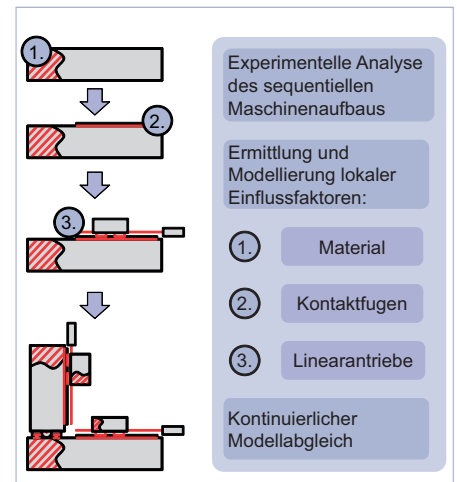


Abb. 1: Vorgehensweise zur Modellierung der Dämpfung in einer Werkzeugmaschine

modelle werden als geeignet betrachtet, wenn eine Übereinstimmung der dynamischen Antworten aus Messung und Simulation bei lokal modellierter Dämpfung erreicht wird.

Ausblick

Ende 2010 wird mit dem sequentiellen Aufbau des Versuchsträgers begonnen. Gleichzeitig ist ein abgegrenzter Messbereich in der *iwb*-Halle für das Forschungsprojekt in Planung.

Klemens Niehues
Stefan Schwarz

LEP Lernfabrik für Energieproduktivität

Schulungstermine unter www.iwb.tum.de/Veranstaltungen

iwb BERICHTE

Decker, Franz

Unternehmensspezifische Strukturierung der Produktion als permanente Aufgabe

Müller, Nils

Modell für die Beherrschung und Reduktion von Nachfrageschwankungen

Völlner, Georg

Rührreißschweißen mit Schwerlast-Industrierobotern

Munzert, Ulrich

Bahnplanungsalgorithmen für das robotergestützte Remote-Laserstrahlschweißen

iwb

SEMINARBERICHTE

Gunther Reinhart, Michael Zäh (Hrsg.)

Risikobewertung bei Entscheidungen im Produktionsumfeld

Gunther Reinhart, Michael Zäh (Hrsg.)

Zuführtechnik

Gunther Reinhart, Michael Zäh (Hrsg.)

iwb Seminarreihe 2009
Themengruppe Werkzeugmaschinen

Produktions-
kongress

Sechs Richtige!

... Fachforen zu den Themen



münchener kolloquium

Innovationen für
die Produktion

6. Oktober 2010

Garching/München

- ✗ Automation und Montagetechnik
- ✗ Fügetechnik
- ✗ Gießen
- ✗ Produktionsmanagement
- ✗ Umformen
- ✗ Werkzeugmaschinen

Impulsredner: Herr Dr.-Ing. Norbert Reithofer
Vorsitzender des Vorstands der BMW AG

- Eintägiger Produktionskongress mit Fachvorträgen aus Forschung und Industrie
- Individuelle Zusammenstellung von Vorträgen durch flexiblen Wechsel zwischen den parallelen Fachforen möglich
- Vorstellung der neuesten Forschungsergebnisse des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) sowie des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen (*utg*) der Technischen Universität München

Weitere Informationen und Anmeldung unter: www.muenchener-kolloquium.de



Wir danken unseren Sponsoren für die freundliche Unterstützung der Kommunikations- und Informationsplattform münchener kolloquium.

Medienpartner:

BMW Group



BLECH InForm
www.blechinform.com



MONTAGETechnik
www.montagetechnik-online.de

WB Werkstatt + Betrieb
www.werkstatt-betrieb.de

CoTeSys Industrieworkshop: Kognition in der Fabrik – Industrielle Anwendungen und Visionen für Kognitive Technische Systeme

Bereits zum zweiten Mal veranstaltet das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) im Rahmen des Exzellenzclusters CoTeSys (Cognition for Technical Systems) einen Industrieworkshop. Hierbei werden Themen über aktuelle sowie bereits industriell angewandte Forschung aus dem Bereich der Kognitiven Technischen Systeme, die ein neues Paradigma der Produktionstechnik bilden, einem interessierten Publikum vorgestellt und diskutiert.

Kognitive Technische Systeme besitzen durch den Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz, im Gegensatz zu konventionellen Produktionssystemen, kognitive Fähigkeiten (u. a. Wahrnehmung, Erinnerung, Schlussfolgerung, Planen, Lernen) sowie Kontrollmechanismen. Gerade die

Kontrollmechanismen zeichnen sich durch eine Kombination von situationsabhängigen Verhaltensformen und langfristigen Absichten aus. Dies ermöglicht die Anpassung und kontinuierliche Optimierung der Produktionsumgebung an geänderte Randbedingungen sowie die Interaktion mit der Umgebung. Die

Implementierung und Anwendung kognitiver Fähigkeiten finden hierbei auf der Systemebene, der Maschinen- und Anlagenebene sowie der Sensorebene statt.

Aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung und Erfahrungsberichte von sachkundigen Referenten aus renommierten Unternehmen werden zu diesem aktuellen Thema am **30. September 2010 von 13:00 – 18:00 Uhr** präsentiert.

Weitere Informationen sowie Anmeldung unter www.iwb.tum.de/veranstaltungen.