

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

Montage im demographischen Wandel

Ziel des von der Bayerischen Forschungsförderung geförderten Forschungsverbundes Fit4Age ist die Entwicklung zukunftsorientierter Produkte und Dienstleistungen für die Bewältigung der demographischen Herausforderungen. Das iwb ist mit zwei Teilprojekten beteiligt, die sich mit der Entwicklung altersgerechter Montagesysteme sowie der Roboterassistenz an Montagearbeitsplätzen befassen.

Ausgangssituation

Die demographische Entwicklung stellt für die nächsten Jahrzehnte eine enorme He-

erausforderung für Gesellschaft, Staat und Unternehmen, aber auch für jeden Einzelnen dar. Die Veränderung der Bevölke-

rungsstruktur hin zu einem höheren Anteil älterer Menschen in Europa und insbesondere in Deutschland ist die Folge sinkender Geburtenraten und steigender Lebenserwartung.

Bereits heute sehen sich viele Unternehmen mit einem Altersdurchschnitt ihrer Be-

(Fortsetzung Seite 2)



EDITORIAL

Die derzeit stattfindende Inversion unserer Alterspyramide führt zu einem dramatischen aber unabwendbaren Wandel. Das Buch „Das Methusalem-Komplott“ von Frank Schirmacher zeigt es präzise und unbarmherzig: Die Menschheit altert in unvorstellbarem Ausmaß. Alleine in Deutschland wird – vorausgesetzt es passiert keine Katastrophe – bis zum Jahr 2050 die Bevölkerung um ca. 15 Mio. Menschen abnehmen und dabei altern. Mehr als die Hälfte der Deutschen wird dann über 51 Jahre alt sein. Diese Entwicklung ist global: Zwar erleben die Entwicklungsländer noch einen Jugendboom, doch dann wird – sollten sie ihre Populationspolitik nicht ändern – auch dort ein „age-quake“ einsetzen, wie es sich in Italien, Japan, Großbritannien, USA und Kanada schon abzeichnet.

Diesem Trend müssen geeignete Maßnahmen entgegengesetzt werden. Langfristig hilft nur eine Veränderung der Populationspolitik. Das dauert seine Zeit. Kurzfristig ist eine dramatische Änderung unserer Lebensgewohnheiten erforderlich. Um die skizzierte Entwicklung zu entschärfen, sind umfangreiche Reformen erforderlich, beispielsweise längere Lebensarbeitszeiten und restriktive Vorruhestandsregelungen – auch in der Produktion. In Zukunft werden Unternehmen also verstärkt mit alternden Belegschaften konfrontiert, deren Leistungsprofil anders als bei jungen Menschen ist. Dazu müssen in unseren Unternehmen gezielte Maßnahmen sowohl technischer als auch organisatorischer Art getroffen werden.

Einen Beitrag liefert der Bayerische Forschungsverbund „FitForAge – Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die demographische Herausforderung“ mit den Themenfeldern Fit4Life, Fit4Mobility und Fit4Work, der von der Bayerischen Forschungsförderung seit Januar 2008 gefördert wird. Mehr dazu, aber auch über Reibschweißen, Industriecluster oder Kompetenz Montage lesen Sie in diesem Newsletter. Viel Vergnügen!

INHALT

Seite 1–3:

- Montage im demographischen Wandel

Seite 3–5:

- Schweißradreißschweißen – Erhöhung der Fertigungsqualität

Seite 5–6:

- Produktionsforschung schafft Chancen für Montagearbeitsplätze in Deutschland

Seite 6–7:

- Analyse von Industrieclustern in der Automobilbranche

Seite 7:

- VDI-Preis 2007

Seite 8:

- münchener kolloquium: Produktionskongress – Innovationen für die Produktion
- Walter-Reis-Innovationspreis für Arbeiten des iwb zu intuitiver Roboterprogrammierung und automatischer Bahnoptimierung

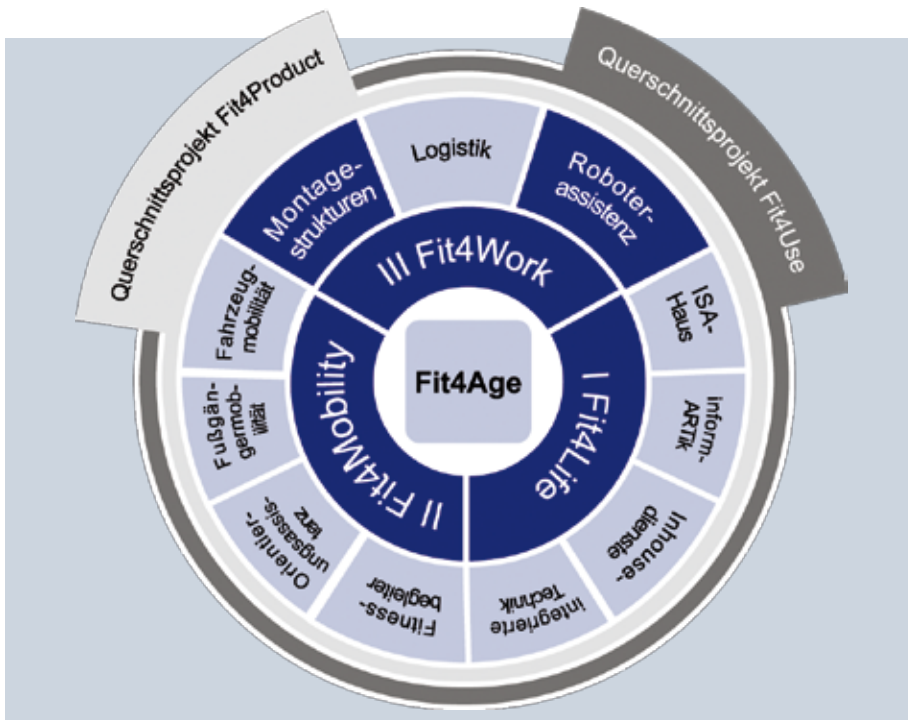


Abbildung 1: Fit4Age-Themenstruktur

legschaft von deutlich über 40 Jahren konfrontiert. Durch das Fehlen einer ausreichenden Anzahl junger Nachwuchskräfte und die Erhöhung des Renteneintrittsalters ist auch in den nächsten Jahren mit einem weiteren Anstieg des Durchschnittsalters zu rechnen. Da eine Abwendung dieser Entwicklung kurzfristig nicht erreichbar ist, müssen in den Unternehmen somit frühzeitig Vorbereitungen und geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die damit verbundenen Probleme mildern zu können.

Unternehmen stehen daher vor der Herausforderung, älteren und so genannten leistungsgewandelten Mitarbeitern geeignet gestaltete Arbeitsplätze in angemessener Zahl zur Verfügung zu stellen, um auch in Zukunft eine wettbewerbsfähige Produktion aufrecht zu erhalten und die heute oftmals unterschätzten Fähigkeiten und Erfahrungswerte älterer Mitarbeiter bestmöglich nutzen zu können. Von der geschilderten Problemstellung ist insbesondere der Bereich der Montage betroffen, da hier aufgrund komplexer Aufgabenstellungen oder hoher Flexibilitätsanforderungen oft ein großer Anteil an manuellen Tätigkeiten vorliegt. Eine ergonomisch günstige Gestaltung der Arbeitsplätze nach heutigen Kriterien wird in Zukunft nicht mehr ausreichen, um den Herausforderungen des demographischen Wandels adäquat begegnen zu können.

Fit4Age-Verbundstruktur

Der Anfang 2008 gestartete Forschungsverbund Fit4Age bündelt als wesentliche Handlungsfelder für die Problematik der demographischen Entwicklung drei The-

menbereiche aus dem Privat- und Berufsleben (Abbildung 1): Die Forschungs- und Industriepartner des Themenfeldes I „Fit4Life“ entwickeln Lösungsansätze, mit deren Hilfe Menschen länger unabhängig leben können, wohingegen die Mobilität älterer Menschen zentraler Bestandteil des Themenfeldes II „Fit4Mobility“ ist. Das Themenfeld III „Fit4Work“, dem die beiden Teilprojekte des *iwb* „Montagesysteme und -strukturen“ sowie „Roboterunterstützung an manuellen Montagearbeitsplätzen“ zugeordnet sind, behandelt die Problematik alternder Belegschaften in den Unternehmen. Die drei Themenfelder werden von zwei Querschnittsprojekten begleitet, die

durch Studien und Evaluationen die Altersgerechtigkeit und Akzeptanz der Entwicklungen sicherstellen.

Teilprojekt Montagesysteme

Für die Bewältigung der eingangs beschriebenen Herausforderungen einer alternden Belegschaft in den Unternehmen sind einerseits präventive und andererseits integrative Lösungen zu unterscheiden. Ziel eines jeden Unternehmens muss es sein, den Mitarbeitern ergonomisch optimal gestaltete Arbeitsplätze zur Verfügung zu stellen, um auch langfristig auftretende gesundheitliche Schäden zu vermeiden. Derartige präventive Lösungen allein können jedoch ein weiteres Steigen der Anzahl leistungsgewandelter Mitarbeiter in den Unternehmen nicht verhindern, da das Altern eine natürliche Abnahme der physischen Leistungsfähigkeit verursacht. Integrative Lösungen verfolgen daher den reaktiven Ansatz, durch die Schaffung geeigneter Strukturen und Arbeitsplätze ältere und speziell leistungsgewandelte Mitarbeiter bis zum Erreichen des gesetzlichen Renteneintrittsalters wirtschaftlich sinnvoll in die Wertschöpfungsprozesse zu integrieren. Die hierbei entwickelten Maßnahmen unterstützen zugleich auch den präventiven Ansatz, da beide Strategien auf einer ergonomisch günstigen Gestaltung der Arbeitsplätze basieren. Ziel dieses Teilprojektes ist daher die Entwicklung von Montagesystemen und -strukturen unter integrativen Gesichtspunkten, um eine konkurrenzfähige Produktion unter der Rahmenbedingung alternder Belegschaften zu ermöglichen. Im Gegensatz zu bestehenden und etablierten präventiven Ansätzen zur Gesundheitserhaltung am Arbeitsplatz sollen in diesem Teilprojekt gezielt integrative Lö-

BERICHTE

Weig, Sebastian

Konzept eines integrierten Risikomanagements für die Ablauf- und Strukturgestaltung in Fabrikplanungsprojekten

Mörtl, Mathias

Ressourcenplanung in der variantenreichen Fertigung

Papadakis, Loucas

Simulation of the Structural Effects of Welded Frame Assemblies in Manufacturing Process Chains

Petzold, Bernd

Entwicklung eines Operatorarbeitsplatzes für die teilerepräsentive Mikromontage

Oertli, Thomas

Strukturmechanische Berechnung und Regelsimulation von Werkzeugmaschinen mit elektromechanischen Vorschubantrieben

Wünsch, Georg

Methoden für die virtuelle Inbetriebnahme automatisierter Produktionssysteme

Ansorge, Dirk

Auftragsabwicklung in heterogenen Produktions-

strukturen mit spezifischen Planungsfreiräumen

Siedl, Daniel

Simulation des dynamischen Verhaltens von Werkzeugmaschinen während Verfahrbewegungen

Möller, Niklas

Bestimmung der Wirtschaftlichkeit wandlungsfähiger Produktionssysteme

Schlickenrieder, Klaus

Methodik zur Prozessoptimierung beim automatisierten elastischen Kleben großflächiger Bauteile

sungen sowohl für Mitarbeiter mit bereits vorhandenen körperlichen Einschränkungen als auch allgemein für ältere Mitarbeiter entwickelt werden. Hierfür sind nicht nur rein technisch orientierte Ansätze wie beispielsweise eine Anpassung der Arbeitsplätze und Produktionsstrukturen zu untersuchen, sondern auch die Organisation und die Zusammensetzung von Teams an Montagelinien zu berücksichtigen.

Als Basis für die Entwicklung geeigneter Montagesysteme und -strukturen werden zunächst arbeitsmedizinische und arbeitspsychologische Betrachtungen durchgeführt. Auf diesen Ergebnissen aufbauend erfolgen detaillierte Untersuchungen einer menschengerechten Arbeitsplatzgestaltung bis hin zur ganzheitlichen Auslegung von Montagesystemen unter Wirtschaftlichkeits- und Effizienzaspekten. Anschließend werden Maßnahmen zur betrieblichen Umsetzung der Ergebnisse entwickelt. Anhand unterschiedlicher Anwendungsszenarien und mit Hilfe eines im Teilprojekt aufzubauenden Demonstrators sollen die Lösungen exemplarisch umgesetzt und experimentell untersucht werden.

Teilprojekt Roboterassistenz

Das Interesse an der Montageassistenz durch Roboter resultiert aus einer Vielzahl an produktionstechnischen und ergonomischen Anwendungsgebieten. Neben der erwünschten Flexibilisierung der Montage und Arbeiterleichterung für den Mitarbeiter müssen dabei aber die Arbeitssicherheit des Montagemitarbeiters und die Akzeptanz der technischen Lösung durch

denselben gewährleistet sowie generelle Vorbehalte der Mitarbeiter gegenüber dem Robotereinsatz abgebaut werden.

Am Arbeitsplatz ist der Mitarbeiter zahlreichen Belastungen ausgesetzt. Unter den physischen sind es gerade die stets wiederkehrenden oder einseitigen Belastungen, die schnell zu Ermüdungs- und Abnutzungserscheinungen führen. Dies gilt im verstärkten Maße, wenn bei der Arbeitsausführung schwere Lasten zu bewegen oder ungünstige Körperhaltungen einzunehmen sind.

Durch den Einsatz eines Robotersystems mit geeigneten Assistenzfunktionen kann der Mitarbeiter besonders in diesem Anwendungsfall entlastet werden, was sowohl integrativ als auch präventiv wirkt. Dabei werden die Mitarbeiter nicht ersetzt, sondern die Vorzüge beider Partner in einer Mensch-Roboter-Kooperation kombiniert: Kann der Roboter mühelos schwere Lasten handhaben oder mit hoher Präzision stets gleiche Bewegungen ausführen, so verfügt der Mensch über hervorragende sensorische Fähigkeiten und Lösungskompetenz bei komplexen Problemen.

Hieraus ergeben sich gegenüber der rein manuellen Montage die Vorteile, dass der Mitarbeiter länger oder bei entsprechenden Leistungswandlungen überhaupt erst am Arbeitsplatz einsetzbar wird und sich überdies auf die anspruchsvolleren Aufgaben konzentrieren kann. Gegenüber der Vollautomation verfügt die Mensch-Roboter-Kooperation über eine höhere Flexibilität, da

der Mitarbeiter auf Störungen oder Änderung der Produktionsinhalte ohne Neuprogrammierung reagieren kann. Gegenüber üblichen Handhabungssystemen verfügt ein derartiges Assistenzsystem über eine größere Funktionsbreite. So können vom Mitarbeiter durch Handführen Zustell- und Fügebewegungen realisiert und darüber hinaus teilautonom vom Roboter Aufgaben wie Bereitstellen oder Sortieren erledigt werden.

Ziel der Forschungsarbeiten in diesem Teilprojekt ist, die Breite an Assistenzfunktionen mit Rücksicht auf die Erfordernisse leistungsgewandelter oder älterer Mitarbeiter zu erweitern und dem Mitarbeiter diese durch geeignete Schnittstellen kompetenzsteigernd zur Verfügung zu stellen.

Beteiligte in Fit4Age

Neben den beiden *iwb* Lehrstühlen und zahlreichen Industriepartnern sind folgende Forschungsinstitutionen im Verbund Fit4Age beteiligt:

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen
- Universität Erlangen-Nürnberg
- Technische Universität München
- Universität Regensburg
- Universität Würzburg

Der Verbund Fit4Age wird von 2008 bis 2010 durch die Bayerische Forschungsförderung gefördert.

*Christian Thiemann, Rüdiger Spillner,
Johannes Schiip*

*Für nähere Informationen siehe
www.fit4age.org*

Schwungradreißschweißen – Erhöhung der Fertigungsqualität

Die Forderung der Luftfahrtindustrie die Energieeffizienz in Flugtriebwerken stetig zu verbessern führt zu dem Trend, verschiedene Werkstoffe in einem Antriebsstrang miteinander zu kombinieren. Vor diesem Hintergrund gewinnt das Reibschweißen immer mehr an Bedeutung, da hier die Möglichkeit besteht, in weiten Grenzen unterschiedliche Werkstoffe miteinander stoffschlüssig zu verbinden. Um diese Fertigungstechnik hinsichtlich technologischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte zu optimieren, bedarf es eines besseren Prozessverständnisses sowie auf Anlagenseite einiger zusätzlicher prozessbeeinflussender Einstell- und Regelmöglichkeiten. Mit entsprechenden Maßnahmen soll es ermöglicht werden, die Nebenzeiten zu reduzieren, die Anzahl der Vorversuche zu verringern und insbesondere die Fertigungsgenauigkeit zu erhöhen.

Das *iwb* widmet sich seit Jahren dieser Herausforderung. Zur Erreichung dieser hoch gesteckten Ziele werden die Untersuchungen in einzelne Teilbereiche untergliedert. Es wird im Folgenden unterschieden zwischen Vermessung der Bauteillage, Bauteiljustierung sowie Prozessregelung. Für die

Prozessregelung bedarf es einer genauen Prozessbeschreibung sowie der Unterscheidung zwischen der Stauchwegregulierung und der Drehlagenregulierung. Im Rahmen eines von der bayerischen Forschungsförderung geförderten Projektes konnten in Zusammenarbeit mit MTU Aero Engines und

KUKA bereits einige Teilschritte umgesetzt werden.

Steigende Anforderungen an die Fertigungstechnik

Beim Fügen einzelner Triebwerksstufen war es bislang üblich, ein Fertigteil mit einem Rohteil zu verschweißen. Durch nachträgliche Bearbeitung des ursprünglichen Rohteils ist es möglich, die bestehenden Fertigungstoleranzen des Reibschweißprozesses auszugleichen.

Die Forderungen der Luftfahrtindustrie nach immer leistungsfähigeren und gleichzeitig gewichtsreduzierten Triebwerken führen zu dem Trend, hoch integrierte Leichtbauroto-

(Fortsetzung Seite 4)

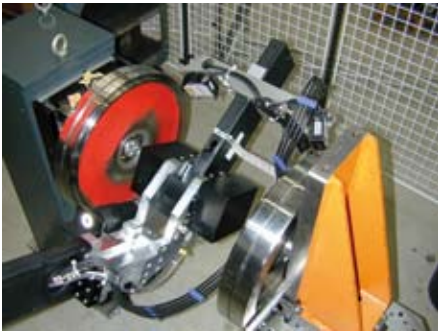


Abbildung 1: Sensorschwenkarm im Versuchsaufbau

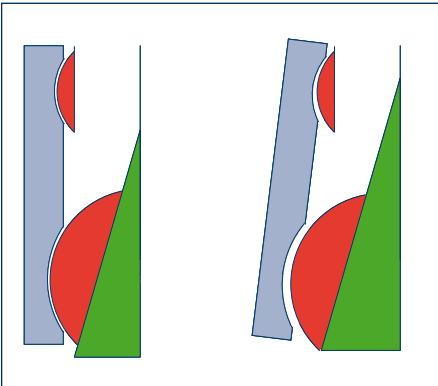


Abbildung 2: Prinzip der Justagevorrichtung

ren einzusetzen. Da an derart komplexen Strukturen keine Nachbearbeitung mehr möglich ist, müssen die aktuellen Fertigungsgenauigkeiten soweit gesteigert werden, dass zwei Fertigteile miteinander verschweißt werden können.

Eine Grundvoraussetzung für das Einhalten sehr enger Fertigungstoleranzen ist die exakte Justierung der Bauteile zueinander vor Prozessbeginn. Bislang erfolgte dieser Vorgang manuell. Die Position der eingespannten Bauteile wurde mit Hilfe von Messuhren überprüft. Gegebenenfalls müssen diese neu justiert werden. Um diesen Ausrichtvorgang grundlegend zu verbessern, wurde im Rahmen dieses Forschungsprojektes eine automatisierte Justageeinheit entwickelt. Diese besteht aus einer hoch genauen Messeinrichtung und einer präzisen Justiervorrichtung.

Entwicklung eines innovativen Messkonzeptes

Die zu entwickelnde Messeinrichtung soll den Rund- und Planlauf der Bauteile zueinander messen. Aus diesen Daten wird die relative Lage der Werkstücke zueinander bestimmt. Liegen Ausrichtfehler vor, wird die Lage der Bauteile mit einer Justagevorrichtung entsprechend korrigiert. Bei dieser Messapparatur kommen Lasertriangulationssensoren zum Einsatz. Für jedes Bauteil werden zwei Lasersensoren verwendet, die jeweils auf die Stirnseite und den Außendurchmesser der Schweißlippe ausgerichtet sind.

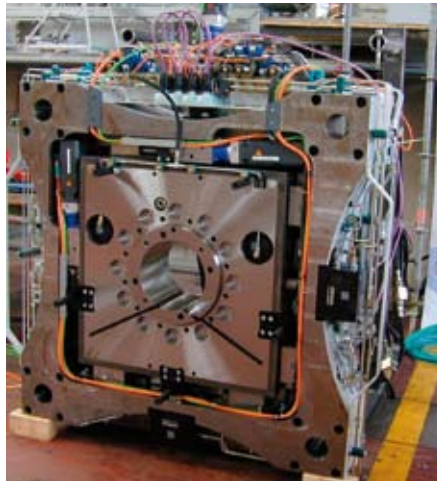


Abbildung 3: Montierte Fluchtjustage

In Zusammenarbeit mit der Firma KUKA Systems GmbH wurde am iwB eine automatisierte Vorrichtung konzipiert, die auf dieses Messprinzip abgestimmt ist. Erforderlich ist eine Kinematik, die die Messeinheit an den Einsatzort bringt, während des Messvorganges die Sensoren ausreichend genau auf ihrer Messbahn führt und anschließend wieder sicher innerhalb der Anlage verstaut. Zur Realisierung dieser Anforderungen dient als Grundelement ein Schlitten, der in Richtung der Spindelachse verfahrbar ist, um so die Sensorik zwischen den eingespannten Bauteilen positionieren zu können. Ein daran montierter Schwenkarm, an dessen Ende sich ein weiterer Dreharm befindet, wird so in den Arbeitsraum eingeschwenkt, dass sich die Drehachse des Armes in einer Flucht mit der Spindelachse der Maschine befindet. Auf dem Dreharm befinden sich die Sensoren, sodass durch eine Rotation die Bauteile auf einer Kreisbahn geführt werden. Um verschiedene Bauteildurchmesser erfassen zu können, sind die Sensoren auf einem Träger befestigt, der sich entsprechend des benötigten Bauteilradius auf dem Dreharm verschieben lässt.

Abbildung 1 zeigt den Sensorschwenkarm, der am iwB konzipiert, gefertigt, montiert und in Betrieb genommen wurde.

Auf Basis der von dieser Messeinrichtung aufgenommenen Daten werden die vorhandenen Ausrichtfehler durch die Fluchtjustage automatisch korrigiert.

Einsatz einer hochpräzisen Bauteiljustage

Die Fluchtjustageeinheit soll das auf der statischen Seite gespannte Bauteil zum Bauteil der rotierenden Seite ausrichten. In breit angelegten Grundlagenuntersuchungen wurden verschiedene Lösungen erarbeitet und miteinander verglichen. Eine Herausforderung war es, verschiedene zum Teil konkurrierende Anforderungen miteinander in

Einklang zu bringen. Insbesondere der Zielkonflikt zwischen der erforderlichen Steifigkeit, um trotz der extrem hohen Prozesskräfte noch die erforderlichen Genauigkeiten zu gewährleisten, und der maximal erlaubten Masse erforderten eingehende Untersuchungen.

Zum Einsatz kommt ein Konzept mit beweglicher Schale, wie es in Abbildung 2 schematisch dargestellt ist.

Hierbei wird durch ein Zusammenspiel zwischen Keilen und halbrunden Schalenelementen ein präzises Positionieren der Bauteile möglich. Die Keilelemente, die durch Stellmotoren verschoben werden, verursachen über die Schalenelemente ein Verdrehen der Grundplatte. Das Bauteil, das mit seiner Spannvorrichtung in dieser Platte verankert ist, kann so präzise justiert werden. Abbildung 3 zeigt die Fluchtjustage im montierten Zustand. Um die Inbetriebnahme an der realen Anlage deutlich zu verkürzen und Fehler zu reduzieren, erfolgte zunächst eine virtuelle Inbetriebnahme anhand eines Simulationsmodells.

Messungen zeigten, dass die im Pflichtenheft festgelegten Anforderungen an die Justiereinrichtung, die Rund- und Planlauf-toleranzen der Bauteile zueinander von kleiner

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 31a, 80336 München

Verlag: Herbert Utz Verlag Zieblandstraße 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 Umpapier.

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

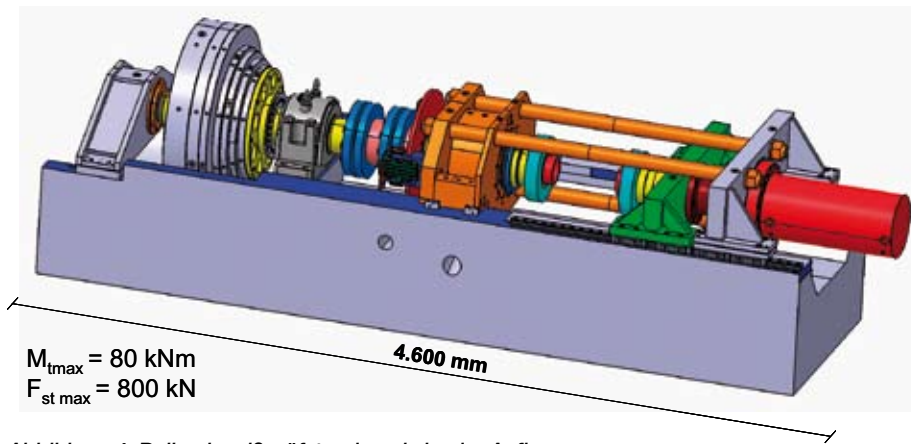


Abbildung 4: Reibschweißprüfstand am iwB – im Aufbau

0,01 mm einzuhalten, erfüllt und teilweise sogar übertroffen werden konnten.

Um darüber hinaus weiteres Optimierungspotenzial beim Schwungradreibschweißen zu erschließen, wurde am iwB in Kooperation mit der Firma MTU Aero Engines GmbH ein weiteres von der Bayerischen Forschungsförderung gefördertes Forschungsprojekt begonnen. Insbesondere durch eingehende Versuchsreihen an einem neuen Reibschweißprüfstand sollen neue Erkenntnisse gewonnen werden.

Aufbau eines Schwungradreibschweißprüfstandes

Um den Prozess genauer zu untersuchen und speziell die Möglichkeiten zur Regelung der Drehlage und der Bauteillänge infolge der Stauchwegbeeinflussung experimentell zu betrachten, wird aktuell in diesem Folgeprojekt am iwB ein Prüfstand aufgebaut. Bei ersten Schweißversuchen hat sich ge-

zeigt, dass die hohen Kosten sowie der große Zeitaufwand für die Instrumentierung der Bauteile eine feste Installation der Messtechnik erfordern. Zusätzlich kann die Regelung der Drehlage derzeit nur im Kleinen untersucht werden, da eine Dimensionierung dieser Einrichtung für eine Produktionsanlage noch nicht abgeschätzt werden kann.

Folglich wurde ein Prüfstand geplant, der den hohen messtechnischen Anforderungen gerecht wird und mit dem zugleich die Regeleinrichtungen getestet werden können (Abbildung 4). Um den Werkstoffeinfluss und die geometrischen Abhängigkeiten prüfen zu können, wurde die Anlage für Stahlbauteile mit einem Durchmesser von 70 bis 180 mm und für Inconelbauteile mit Durchmessern zwischen 50 und 120 mm ausgelegt.

Um die Messwerte möglichst exakt zu erfassen, wird das Dreh-/Reibmoment am ruhenden Bauteil mit einem eigens für die-

sen Zweck entwickelten Drehmomentmessflansch abgegriffen. In den Kraftfluss der Stauchachse wurde ein ähnlicher Flansch eingebaut, wobei die zugehörigen Dehnmessstreifen zur Erfassung der axialen Stauchkraft ausgerichtet sind. Häufig wird bei der Drehzahlmessung auf einen motoreigenen Drehgeber zurückgegriffen, was dazu führt, dass Messungenauigkeiten nicht zu vermeiden sind. Um diesem Problem zu begegnen, wurde an diesem Aufbau ein Drehgeber direkt auf der Spindelwelle befestigt, um möglichst nah am Prozess die Bewegung abzugreifen. Mit einem zusätzlichen Drehgeber am Ende des Schwungradstrangs kann die Torsion sowie die Rückfederung der Welle erfasst werden.

Um den Regelparameter durch eine Simulation möglichst exakt zu bestimmen, wurde neben einer Modalanalyse der gesamten Anlage auch ein Finite-Elemente-Modell erstellt. Auf dieser Basis soll die Struktur-Prozess-Wechselwirkung ermittelt werden und somit die Reglerauslegung für den Stauchweg und die Drehlage optimiert werden. Um diese Wechselwirkung genau zu bestimmen, wird mit den ermittelten Versuchsdaten ein Prozessmodell erstellt, welches die Simulation des Prozessverhaltens ermöglicht.

Diese Ergebnisse werden dazu beitragen, die Reibschweißprozesse optimal auszuliegen und so sowohl die Fertigungsgenauigkeiten als auch die Schweißqualitäten weiter zu verbessern.

Marc Lotz,
Axel Pöhler

Produktionsforschung schafft Chancen für Montagearbeitsplätze in Deutschland

Das Forum + Marktplace „Kompetenz Montage“ präsentiert am 4. Dezember 2008 in München Projektergebnisse aus sieben Forschungsvorhaben, die mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA) betreut wurden.

Stärken im internationalen Vergleich gilt es gezielt zu nutzen und auszubauen. Spitzentechnologien, gut ausgebildete, hochflexible Arbeitskräfte, historisch gewachsene Geschäftsbeziehungen, neueste Logistik- und Materialbereitstellungskonzepte und innovative Montagestrategien müssen ganzheitlich so weiterentwickelt werden, dass Montage am Standort Deutschland lohnend bleibt. Die Internationalisierung der Produktion ist auch für viele kleine und mittlere Unternehmen zur

Zeit ein Thema. Deshalb sollen durch eine grundlegend neue Sicht auf Montageprozesse Alternativen zu einer Verlagerung von Montagetätigkeiten ins Ausland aufgezeigt werden.

Diese Alternativen wurden von 45 Unternehmen und 15 Forschungsinstituten entwickelt. Sie arbeiteten drei Jahre in sieben Verbund-Forschungsprojekten an unterschiedlichen Lösungen, um die Kernkompetenzen des Montagestandortes



Deutschland zu stärken. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte diese Entwicklungen innerhalb seines Rahmenkonzepts „Forschung für die Produktion von morgen“ seit 2006 mit 12,5 Mio. Euro; mehr als doppelt soviel investierten die beteiligten Industrieunternehmen selbst in ihre zukunftsweisenden Entwicklungen. Damit wollten die beteiligten Unternehmen nicht nur ihre Firma für das erfolgreiche Agieren am Weltmarkt ertüchtigen, sondern darüber hinaus einen exemplarischen Beitrag zur Sicherung des Standor-

tes Deutschland leisten. Hierzu wurden offene Industriearbeitskreise für den Wissenstransfer und den Erfahrungsaustausch ins Leben gerufen.

Auf dem Forum + Marktplatz „Kompetenz Montage“ werden auf 400 qm Ausstellungsfläche Exponate, Demonstrationslösungen und best practices zu allen Problemerkisen rund um die Montage komplexer, variantenreicher Produkte gezeigt. Mit Vorträgen aus Wissenschaft und Praxis stellen die beteiligten Forschungsinstitute

und Industriepartner auch ihre Vorgehensweisen zur Diskussion.

Veranstaltungsort

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München

Kontakt

KoMo@iwb.tum.de
Tel.: +49 89 289-15509
Fax: +49 89 289-15555

Christoph Rimpau

Analyse von Industrieclustern in der Automobilbranche

In einer Kooperation zwischen dem Centre for International Manufacturing (CIM) an der University of Cambridge und dem *iwb* wurden Methoden zur Analyse von Industrieclustern erarbeitet. Das CIM beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Gestaltung von Produktions- und Lieferantennetzen vor dem Hintergrund der Globalisierung. Das *iwb* brachte Erkenntnisse aus dem Forschungsfeld Wertschöpfungsnetze und insbesondere aus dem von der DFG geförderten Projekt Interessensasymmetrien in Kooperationsbeziehungen produzierender Unternehmen ein.

Ausgangssituation

Aufgrund der Verschärfung des globalen Wettbewerbsumfeldes konzentrieren sich Unternehmen zunehmend auf Ihre Kernkompetenzen. Diese Fokussierung bedingt eine zunehmende Fragmentierung von Wertschöpfungsketten in der produzierenden Industrie. Des Weiteren vereinfachen eine leistungsfähige Logistik und moderne Kommunikationssysteme die globale Beschaffung und den Vertrieb von Gütern. Daher sind Unternehmen zunehmend in globalen Wertschöpfungsnetzen organisiert.

Im Gegensatz dazu steigt die Bedeutung und Anzahl regionaler Industriecluster. Diese Entwicklung ist vornehmlich getrieben durch die hohe Innovationskraft eines Clusters, das vergleichsweise höhere Wachstum von Unternehmen im Cluster und die besseren Absatzmöglichkeiten durch ein breites Spektrum an Leistungen, die ein Cluster anbieten kann. Cluster werden als geographische Konzentrationen miteinander verbundener Unternehmen, Dienstleistungsanbieter und Institutionen in einer bestimmten Branche beschrieben, die miteinander im Wettbewerb stehen aber auch kooperieren. Industriecluster sind auf der ganzen Welt vertreten, aber vornehmlich in entwickelten Industrienationen zu finden. Sie haben sich in den unterschiedlichsten Branchen gebildet und der Wohlstand ganzer Regionen kann von ihrer Wettbewerbsfähigkeit abhängen. Daher werden dem Clustermanagement Unterstützungsleistungen vom Staat und von regionalen Behörden zur Verfügung gestellt. Des Weiteren finanzieren sich Cluster aus den Mitgliedsbeiträgen beteiligter Unternehmen. Jedoch stellt sich die Frage, auf welche Wei-

se die Wettbewerbsfähigkeit eines Clusters bestimmt werden kann und wie und an welcher Stelle die Entwicklung eines Clusters am effizientesten unterstützt wird.

Problemstellung

Grundsätzlich gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, einen bestehenden Cluster weiter zu entwickeln. Diese reichen von der finanziellen Subvention einzelner Unternehmen bis hin zur Förderung des Know-how-Austausches auf breiter Basis. Einer gezielten Vorgehensweise hat eine genaue Analyse des Clusters voranzugehen. Die wissenschaftliche Literatur beschränkt sich auf die Erklärung von Rahmenbedingungen für die Entstehung von Clustern, die unterschiedlichen Ausprägungen und die Vorteile, die für die Unternehmen im und außerhalb des Clusters entstehen. Es fehlen jedoch Ansätze zur Bestimmung der Wettbewerbsfähigkeit oder Leistungsfähigkeit und zur Identifikation von Schwachstellen. Es fehlen somit Vorgehensweisen zur Analyse und gezielten Weiterentwicklung von Industrieclustern.

Vorgehen

Basis des Vorgehens bilden bestehende Ansätze zur Analyse von Zulieferketten, Wertschöpfungsketten und Produktionsnetzen. Zum einen fokussieren diese Instrumente nur den Bereich der Produktion und zum anderen ist der Detaillierungsgrad zur Analyse eines Industrieclusters zu hoch. Hierdurch würden hohe Datenmengen generiert, die nur eingeschränkt Aussagen über die gesamte Wertschöpfung im Cluster geben könnten. Jedoch wurden in der Literatur bei der Untersuchung von Wertschöpfungsnetzen drei Kernaspekte herausgearbeitet: das

Wettbewerbsumfeld, die *Konfiguration* des Netzes und die *Kompetenzen* der einzelnen Partner. Da mit diesen drei Gesichtspunkten ein Cluster ganzheitlich beschrieben werden kann, sollen diese Untersuchungsfelder als Basis für die Clusteranalyse dienen.

Eine Analyse des *Wettbewerbsumfeldes* umfasst Untersuchungen der Marktgröße, der Marktentwicklung und der Marktsegmentierung, der Nachfrage, der Kundenstruktur, der Allokation von Zuliefer- und Absatzmärkten, sowie der Personalverfügbarkeit, staatlicher Abgaben und Unterstützungen und regionaler Standortfaktoren. Im Bereich der Konfiguration ist die Struktur des Clusters zu untersuchen. Hierbei sind die Beziehungen zwischen

MITARBEITER

Neue Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Stefan Braunreuther
Dipl.-Ing. Imke Kellner
Dipl.-Ing. Stefan Krug
Dipl.-Ing. Michael Ott

Ausgeschiedene Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Florian Aull
Dr.-Ing. Tobias Hornfeck
Dipl.-Ing. Winfried Schüngel
Dipl.-Inf. Michael Spitzweg

TERMINE 2008

münchener kolloquium – Produktionskongress

09.10.2008 – Garching (bei München)

Forum & Marktplatz „Kompetenz Montage“

04.12.2008 – Garching (bei München)

CARV 2009 – 3rd International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production

5.–7. Oktober 2009 – München

Unternehmen und Institutionen innerhalb des Clusters zu analysieren. In einem globalen Marktumfeld ist jedoch auch die Gestaltung von Kooperationen zwischen Unternehmen innerhalb mit Unternehmen außerhalb des Clusters essentiell für die Wettbewerbsfähigkeit. Bezüglich der Ausprägung von Kooperationen sind die Richtung, die Intensität und der Gegenstand zu unterscheiden. Insbesondere ist auch ein tief greifendes Verständnis für den Aufbau der Wertschöpfungskette zu erarbeiten. Hierzu sind die einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette zu identifizieren und die Abhängigkeiten zu ermitteln. Es ist zu untersuchen, wie tief einzelne Wertschöpfungsschritte in der Region verankert sind und ob diese andere Stufen der Wertschöpfung an sich binden. Beispielsweise bedingt eine Just in Sequence (JIS) Belieferung häufig eine geographische Nähe zum Kunden. Auch die Höhe der Wertschöpfung in den einzelnen Stufen ist zu ermitteln. So ist in der Automobilindustrie häufig in der Montage ein besonders hoher Wertzuwachs zu beobachten. Darüber hinaus ist die geographische Verteilung von Unternehmen zu untersuchen und Rückschlüsse auf positiv wirkende Standortfaktoren zu ziehen. Schließlich ist der Aspekt der *Kompetenzverteilung* in einem Cluster zu untersuchen. Hierbei sind die Verteilung von spezifischem Entwicklungs- und Produktions-Know-how sowie das Vorhandensein von Service- oder Beratungsleistungen zu analysieren. Das Ausbildungsprofil, also zum Beispiel die Verteilung und Anzahl von Akademikern, gelernten und ungelernten Arbeitskräften auch in speziellen Ausbildungsrichtungen, ist in Zusammenhang mit den Bildungsangeboten in einer Region zu prüfen.

Eine besondere Herausforderung bei der Analyse ist es, die zu sammelnde Datenmenge so einzugrenzen, dass diese in ihrem Umfang beherrscht werden kann und ein zügiges und effizientes Vorankommen sichergestellt ist. Daher empfiehlt sich ein Vorgehen, welches eine zunehmende Fokussierung auf die Kernprobleme eines Clusters während der Projektlaufzeit erlaubt. In einem

ersten Schritt sind die sofort verfügbaren Daten zu sammeln. Oft vermitteln Clusterberichte und Interviews mit dem Management einen ersten guten Eindruck und die Probleme innerhalb des Clusters, wie zum Beispiel unvorteilhafte Standortbedingungen oder Schwachstellen im Supply Chain Management werden deutlich. Um die Probleme gezielt zu analysieren, sind Interviews oder Umfragen mit unterschiedlichen Unternehmen durchzuführen. Durch Interviews kann ein höherer Detaillierungsgrad und eine höhere Verlässlichkeit der Daten erreicht werden. Dahingegen kann durch einen Fragebogen eine möglichst große Menge an Unternehmen befragt werden. Mögliche Fragestellungen können beispielsweise die Ausprägung von Standortfaktoren, Kompetenzfeldern im Supply Chain Management, strategische Wettbewerbsvorteile, die Entwicklung der Lieferanten- und Kundenstruktur, die Einkaufsstrategie, die Verteilung des Einkaufs- und Absatzvolumens nach Regionen, die Qualität und Liefertreue der Zulieferer im Cluster, die Produktmodularisierungsstrategie oder die Bedeutung der lokalen Nähe einzelner Wertschöpfungsschritte fokussieren. Des Weiteren können Datenbanken, beispielsweise zur Bestimmung lokaler Standortfaktoren, genutzt werden.

Anwendungsfall und vorläufige Ergebnisse der Analyse

Die Aufteilung der Untersuchungsfelder und die Vorgehensweise werden momentan an einem Automotive Cluster im Nord Westens Englands validiert. Bis jetzt ist festzustellen, dass nur sehr wenige direkte Kunden-Lieferanten-Beziehungen im Cluster bestehen. Vier 1st Tier Zulieferer mit Vormontagen bedienen OEMs aus direkt an den Werken angesiedelten Supplier Parks nach dem JIS Prinzip. Die Produktion der meisten OEM-Zulieferer ist in Mittel- oder Osteuropa vertreten. Die 1st Tier Unternehmen in der Region haben zumeist Kunden in Zentraleuropa. Es ist somit besonders im letzten Jahrzehnt eine deutliche Internationalisierung der Wertschöpfungsketten zu verzeichnen. Negativ

wirken sich hierbei der hohe Transportaufwand über den Nordseekanal, Verkehrsinfrastrukturschwächen in England und die Volatilität bzw. Stärke des Pfund-Euro-Wechselkurses aus.

Die Unternehmen Jaguar, Bentley und Vauxhall sind Teil global operierender Automobilkonzerne. Durch einen zentral organisierten Einkauf auf Konzernebene können durch den Einkauf auf Gleichteilen bei ausgewählten Lieferanten Kosten eingespart werden. Durch einen Verlust der Einkaufsverantwortung der Unternehmen im Cluster wurden viele Lieferantenverträge in der Region nicht verlängert.

Jedoch steigt die Bedeutung von horizontalen Kooperationen, speziell zum Know-how-Austausch. Die Innovationsfähigkeit und der Wissensvorsprung entwickeln sich zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor einer Region. Zum Aufbau lokaler Kompetenzen kommt der Verzahnung von Unternehmen gleicher Wertschöpfungsstufen, aber unterschiedlicher Aufgabengebiete und Forschungseinrichtungen eine gewichtigere Rolle zu. Auch die Ausbildung von Fachkräften in modernen Bildungseinrichtungen ist in der Region stark zu forcieren.

Zusammenfassung und Rahmenbedingungen

Durch eine zunehmende Fokussierung im Laufe einer Clusteranalyse, eine geschickte Wahl von Untersuchungsobjekten und eine angemessene Methode der Datensammlung können mit der vorgestellten Vorgehensweise Cluster zielgerichtet analysiert und wertvolle Empfehlungen für die Weiterentwicklung geben werden.

Die Forschungs- und Industriearbeit wurde im Rahmen eines dreimonatigen Auslandsaufenthaltes als Visiting Researcher an der University of Cambridge durchgeführt. Mein Dank gilt den Professoren und Mitarbeitern des *iwb*, die mir diesen Aufenthalt ermöglicht haben.

Max von Bredow

VDI-Preis 2007

Einer langen Tradition folgend, zeichnen der VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern und der VDE Bezirksverein München alljährlich hervorragende Diplomarbeiten auf dem Gebiet der Ingenieurwissenschaften aus. So fand die letztjährige Preisverleihung am 15. November 2007 im Festsaal des Bayerischen Wirtschaftsministeriums statt.

Einer der Preisträger ist Matthias Baur, der seit dem 1. Juni 2007 als wissenschaftlicher Mit-



Matthias Baur
(VDI-Preis 2007)

arbeiter am *iwb* tätig ist und für seine Master's Thesis mit dem Titel „Rechnergestützte Konfigurationsoptimierung adaptiver Komponenten für Werkzeugmaschinen“ ausgezeichnet wurde. Matthias Baur hat sich in seiner Arbeit mit der simulationsbasierten Optimierung sowie der anschließenden Inbetriebnahme und experimentellen Validierung eines aktiven Schwingungsdämpfungssystems für eine Portalfräsmaschine beschäftigt.

Stephanie Holzer

Produktions-
kongress

Sechs Richtige!


münchener kolloquium

... Fachforen zu den Themen

Innovationen für
die Produktion

✗ Produktionsmanagement
✗ Werkzeugmaschinen
✗ Montagetechnik

✗ Laserfertigung
✗ Schneiden
✗ Gießen

9. Oktober 2008

Garching/München

- 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*) und des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen (*utg*), beide an der Technischen Universität München
- Ausstellerforum für Unternehmen zur Präsentation technologischer Highlights rund um die Produktionstechnik

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

TUM

iwb utg

Walter-Reis-Innovationspreis für Arbeiten des *iwb* zu intuitiver Roboterprogrammierung und automatischer Bahnoptimierung

Auf der AUTOMATICA in München wurden am 12. Juni 2008 die beiden Mitarbeiter des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Dipl.-Ing. Wolfgang Vogl und Dipl.-Ing. Ulrich Munzert, mit dem „Walter Reis - Innovation Award for Robotics“ ausgezeichnet. Der Förderpreis wurde nach 2006 zum zweiten Mal für Entwicklungen im Bereich der Robotertechnik ausgeschrieben. Die beiden *iwb* Mitarbeiter erhielten den ersten Preis im Themenfeld „Innovation der Kinematik, der Steuerung und der Antriebstechnik für Roboter“ für ihren Beitrag zur intuitiven Roboterprogrammierung und automatischen Bahnoptimierung von Roboteranwendungen.

Dem von Wolfgang Vogl und Ulrich Munzert vorgestellten Programmiersystem für Industrieroboter liegt die Idee zugrunde, eine Programmieraufgabe zunächst mittels eines interaktiven 3D-Projektionssystems zu beschreiben. Dieses visualisiert Schweißnähte unmittelbar auf dem realen Bauteil und erlaubt eine präzise Manipulation und Eingabe durch einen 3D-Stift. Der Benutzer kann hiermit eine Schweißaufgabe einfach und

effektiv beschreiben. Mittels einer speziell entwickelten Optimierungssoftware wird aus dieser Aufgabenbeschreibung eine optimale Roboterbewegung errechnet. Das mittlerweile in der industriellen Praxis eingesetzte System ermöglicht Programmierzeiteinsparungen von 50% und Taktzeiteinsparungen von 30% für das Laserstrahlschweißen in Remote-Technik.

Stephanie Holzer



Die Preisträger des Walter-Reis-Innovationspreises Dipl.-Ing. Ulrich Munzert und Dipl.-Ing. Wolfgang Vogl mit Walter Reis, Firmengründer und Inhaber der Reis Robotics GmbH & Co. KG Maschinenfabrik und Geschäftsführer Dr. Eberhard Kroth (v.l.n.r.)

GESTARTETE FORSCHUNGSPROJEKTE

Thermische Simulation von Werkzeugmaschinen

01.06.2008 – 31.05.2010; Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Entwicklung von technischen Anlagensicherheitskonzepten für Hochleistungslaser der neuesten Generation

01.07.2008 – 30.06.2010; Projektförderer: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)

Erarbeitung von Konzepten zur Bewertung der Eignung von Anlagen für das Friction Stir Welding sowie zur Übertragbarkeit von Schweißparametern

01.07.2008 – 30.06.2010; Projektförderer: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)