

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

Innovative Produkte effizient entwickeln

Das neue Forschungsprojekt MEPROMA (Mechatronisches Engineering zur effizienten Produktentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau) des *iwb*s untersucht in Zusammenarbeit mit einem internationalen Forschungs- und Industrieverbund mechatronische Entwicklungsmethoden und -werkzeuge. Ziel des Projektes ist es, die Effizienz im Produktentwicklungsprozess des Maschinen- und Anlagenbaus nachhaltig zu steigern.

Ausgangssituation

Mechatronische Produkte sind im Maschinen- und Anlagenbau aufgrund der Integration mechanischer, elektrischer und steuerungstechnischer Systeme sowohl durch eine hohe Produktfunktionalität als auch -komplexität gekennzeichnet. Die Entwick-

lung dieser Systeme erfolgt dabei arbeitsteilig durch Experten unterschiedlicher Fachdisziplinen. Heute existieren im Entwicklungsprozess für die einzelnen Fachbereiche jeweils spezialisierte Methoden und Werkzeuge. Diese isolierte Betrachtung der Disziplinen reicht jedoch nicht mehr aus, um

innovative Produkte zeit- und kostengerecht am Markt zu positionieren. Wie eine Umfrage des Projektes BESTVOR (Betriebliche Einführungsstrategie für ein anwendungsorientiertes Vorgehensmodell für die

(Fortsetzung Seite 2)



EDITORIAL

Der Entwicklungsprozess ist ein Kernprozess arbeitsteiligen Handelns in Industrieunternehmen. Die eingesetzten Methoden unterscheiden sich nur unwesentlich zwischen den verschiedenen Branchen. Etwa zu Beginn der 1970er Jahre wandte sich die Forschung an den Universitäten diesem Thema zu. Die Protagonisten, die wir als Gründerväter der modernen Konstruktionsmethodik bezeichnen können, waren Wolf G. Rodenacker, ordentlicher Professor am Lehrstuhl für Methodisches Konstruieren an der Technischen Universität München, und Wolfgang Beitz, Professor für Maschinenkonstruktion an der Technischen Universität Berlin. Sie begannen mit der wissenschaftlichen Durchdringung der Methoden und Werkzeuge und schufen damit die Grundlage für nachhaltig erfolgreiches Unternehmertum im Bereich der mittelständisch geprägten Maschinenbauindustrie.

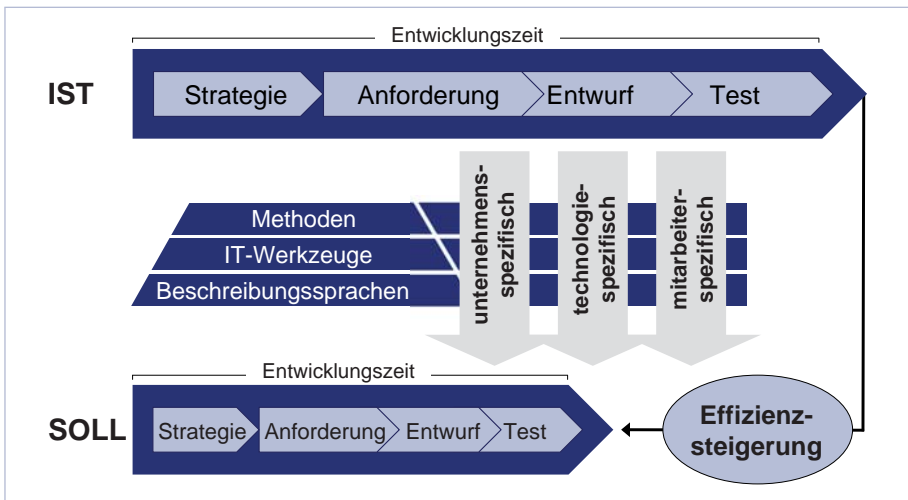
Mit dem Einzug der Elektronikkomponenten wandelte sich das bis dahin reine Maschinenbauprodukt in eine mechatronische Anlage. Die zu jener Zeit noch häufig rein mechanisch realisierten Funktionen wurden mehr und mehr substituiert, indem

das synergetische Zusammenwirken von Mechanik, Elektronik und Software zur Realisierung hoch flexibler Funktionsbausteine genutzt wurde. Im Zuge dessen ist ein sogenannter mechatronischer Entwicklungsprozess gefordert, der Mitwirkende aus allen drei technischen Fachdisziplinen zusammenführt. Er beginnt mit der gemeinsamen Spezifikation der Maschine, führt über eine Konzept- und Entwurfsphase und reicht bis hin zur fachbereichsübergreifenden Qualitätssicherung und Inbetriebnahme.

Zur Verkürzung von Entwicklungszeiten und zur frühzeitigen digitalen Absicherung des Entwicklungsergebnisses wurde vor einigen Jahren die Inbetriebnahme auf Basis digitaler Modelle vorgeschlagen. Angesichts der noch beschränkten Rechnerleistungen blieb diese jedoch häufig auf einfache Simulationen beschränkt, ohne das physikalische Verhalten der Systeme zu berücksichtigen. Mit neueren Ansätzen wird versucht, dieses physikalische Verhalten echtzeitfähig abzubilden. Die Bedeutung der physikalischen Simulation im Hinblick auf einen zielgerichteten Entwicklungsprozess in den Unternehmen wurde von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des *iwb* frühzeitig erkannt. Sie befassen sich schon seit mehreren Jahren mit der simulationsbasierten Optimierung von Produktionsmaschinen und -abläufen. Auf Seite 3 berichten wir über die neuesten Forschungsergebnisse zu diesem Thema.

Ihr

Gunther Reinhart und Michael Zäh



Effizienzsteigerung im mechatronischen Entwicklungsprozess durch die kontextspezifische Auswahl von Methoden, IT-Werkzeugen und Beschreibungssprachen.

Entwicklung zuverlässiger mechatronischer Systeme im Maschinen- und Anlagenbau) bei nahezu 100 führenden Herstellern des Maschinen- und Anlagenbaus zeigt, stellt die Beherrschung des mechatronischen Entwicklungsprozesses nach wie vor eine Herausforderung dar. Als großes Hindernis bei der Einführung erweist sich, dass bestehende Methoden und Werkzeuge aus Sicht der Anwender zu wenig praxisnah sind und keine klaren Schulungskonzepte bzw. Einführungsstrategien existieren.

Zielsetzung

Um den mechatronischen Entwicklungsprozess nachhaltig zu verbessern, adressiert MEPROMA folgende Ziele:

- Konzeption von Lösungen zu Prozessverbesserungen im bestehenden mechatronischen Engineering.
- Kontextspezifische Auswahl von Methoden, IT-Werkzeugen und Beschrei-

bungssprachen bei Entwicklungsprozessen.

- Transfer und Normierung der Ergebnisse durch die Erstellung von Schulungskonzepten sowie nationalen und internationalen Leitfäden.

Vorgehensweise

Der Ansatz des Forschungsprojektes ist, ausgehend von einem Benchmark bestehender Methoden und Werkzeuge, anhand projektbegleitender Anwendungsszenarien die vorhandenen Schwachstellen und Hemmnisse im Produktentwicklungsprozess systematisch zu identifizieren. Basierend auf den ermittelten unternehmens-, technologie- und mitarbeiter-spezifischen Faktoren erfolgt die zielgerichtete und kontextspezifische Auswahl von durchgängigen Methoden und Werkzeugen, die für den betrachteten Entwicklungsprozess geeignet sind und eine

nachhaltige Effizienzsteigerung versprechen (siehe Abbildung).

Zur Gewährleistung und Umsetzung dieser Ziele arbeitet in diesem Forschungsprojekt ein branchenübergreifendes und international vernetztes Anwenderkonsortium zusammen.

Projektkonsortium

Eine praxistaugliche Gestaltung und Validierung der Forschungsinhalte von MEPROMA wird durch die Anwendungspartner ITQ, Trumpf, Somic Verpackungsmaschinen, KAPP Gruppe und Optima Group sichergestellt. Weiterhin ermöglicht der Kreis aus assoziierten Partnern von Industrieverbänden und weiteren produzierenden Unternehmen den internationalen Transfer der Projektergebnisse.

Dank

Das Forschungsprojekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und betreut durch den Projektträger Karlsruhe (PTKA).

Autoren



M.Sc. Benny Drescher

Themengruppe Automation



Dipl.-Ing. Patrick Haberstroh

Themengruppe Automation



Dipl.-Ing. Thorsten Klein

Themengruppe Automation



Dipl.-Ing. Peter Stich

Fraunhofer-Projektgruppe Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungs-maschinen

ABGESCHLOSSENE FORSCHUNGSPROJEKTE

DeLIZ – Demonstrationszentrum für Lithium-Ionen-Zellen

01.05.2010 – 30.06.2011

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Optimierung kunststoffbasierter Schichtbauverfahren durch den Einsatz eines wissensbasierten Systems

01.11.2009 – 31.10.2011

Projektförderer: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Entwicklung von generativen low-cost-Spritzgießwerkzeugformeinsätzen

01.11.2009 – 31.10.2011

Projektförderer: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

Qualifizierung des Friction-Stir-Welding für das Fügen von Aluminium-Druckguss-Komponenten

01.01.2010 – 31.12.2011

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

Nachhaltige Optimierung des Ressourcen-/ Energieeinsatzes in Wertschöpfungsnetzwerken mittels einer zentralen, service-orientierten und web-basierten SCM-Planungsplattform (green-4SCM)

01.05.2010 – 30.04.2012

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Neue Systemarchitektur zur Simulation produktionstechnischer Anlagen der Automobilindustrie

In Kürze startet das DFG-Transferprojekt AutoPhys (Auslegung automatisierter Produktionsanlagen im Automobilbau mit Hilfe der physikbasierten mechatronischen Simulation), mit welchem aktuelle Forschungsergebnisse des iwbs in die industrielle Anwendung gebracht werden. Am Beispiel automatisierter Produktionsanlagen im Automobilbau werden während der zweijährigen Projektlaufzeit neuartige Lösungskonzepte zur physikbasierten mechatronischen Simulation erarbeitet und anhand realer Produktionsszenarien evaluiert.

Hauptziel des Forschungsvorhabens ist es, die physikbasierte mechatronische Simulation in die Anwendung des Automobilbaus zu bringen und so Entwicklungsprozesse der Produktionstechnik effizient zu gestalten. Im Bereich der „Digitalen Fabrik“ nimmt die Automobilindustrie damit eine Vorreiterrolle ein und kann so zu einer Etablierung innovativer Simulationsmethoden innerhalb der Produktionstechnik beitragen.

Ausgangssituation

Der Anteil an Steuerungs- und Softwarekomponenten in Maschinen und Anlagen nimmt immer mehr zu. Die Anlagen der Zukunft zeichnen sich demnach durch mechatronische Systemelemente aus. Sie bestehen aus mechanischen Modulen zur Aufnahme von Kräften und Momenten, werden elektrisch angetrieben, elektronisch geregelt und durch komplexe Software synchronisiert. Dieser Trend stellt neue Herausforderungen an den Entwicklungsprozess und erfordert neuartige Vorgehensweisen zur Beherrschung der Komplexität innerhalb der Steuerungsentwicklung.

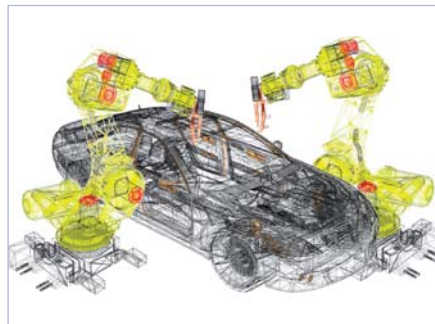
Zielsetzung

Ein Lösungsansatz ist die Integration von Physikmodellen in die mechatronische Simulation. Dadurch ist es möglich, das Anlagenverhalten aufwandsarm auf Basis vorhandener Entwicklungsdaten abzubilden. Kernelement ist dabei eine sogenannte Physik-Engine, die das physikalische Verhalten des betrachteten Systems bereitstellt.

In Kooperation mit der Produktionsplanung von Mercedes-Benz sollen die Methoden der physikbasierten virtuellen Inbetriebnahme auf den gesamten Entwicklungsprozess ausgeweitet werden, um so Potenziale in der Produkt- und Prozessentwicklung effizient nutzen zu können.

Die vorhandenen Ansätze einer physikbasierten Simulation automatisierter Produktionsanlagen werden im Verlauf des

Projektes hin zur industriellen Einsetzbarkeit erweitert und anhand realer Entwicklungs- und Inbetriebnahme-Projekte des Automobilbaus qualifiziert. Neben der Validierung mechatronischer Simulationsansätze liegt der Fokus des Forschungsvorhabens auf der Absicherung produktionstechnischer Automatisierungssysteme.



Effiziente Simulation in der Automobilindustrie.

Vorgehen

Der angestrebte Lösungsweg orientiert sich an der systematischen Vorgehensweise zur Entwicklung großer Softwaresysteme. In einem ersten Schritt werden hierzu in einer Analyse des bestehenden Engineering-Workflows des Automobilbaus Anforderungen an eine physikbasierte mechatronische Simulation identifiziert, klassifiziert und bewertet. Die Formalisierung und Abstraktion der daraus resultierenden problemspezifischen Handlungsfelder bildet die Basis zur Weiterentwicklung der Physiksimulation.

Innerhalb des Projektes wird dazu eine systemorientierte Methode für einen kontinuierlichen Einsatz der Physiksimulation in der Konzeptionierung, Planung, Entwicklung und Inbetriebnahme von automatisierten Produktionsanlagen in der Automobilindustrie erarbeitet. Die variierenden Rahmenbedingungen der Entwicklungsprozesse und die neuen Erkenntnisse aus der Forschung erfordern eine kontinuierliche Adaption der System-

und Prozesslandschaft in den Unternehmen. Im Projektverlauf wird dazu eine Systemarchitektur entworfen, die das Zusammenspiel der an einer physikbasierten mechatronischen Simulation beteiligten IT-Werkzeuge sowie deren technische und organisatorische Integration in die Produkt- und Prozessentwicklung definiert. Betrachtet werden dabei entwicklungsübergreifende Phasen der Konzeptabsicherung zu Beginn der Entwicklungsprozesse bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme. Zudem umfasst die Methode Vorgehensweisen, mit denen ein mechatronisches Simulationsmodell auf der Basis von Physikmodellen für die Synchronisation einzelner Entwicklungsergebnisse und die disziplinübergreifende Kommunikation genutzt werden kann.

Die Forschungsarbeiten erfolgen vor dem Hintergrund, den Erkenntnistransfer unternehmensintern, aber auch unternehmensübergreifend, wie beispielsweise in Zulieferketten, zu verbessern und die Entwicklungsprozesse der Produktionstechnik effizienter zu gestalten. Die Forschungsergebnisse tragen dazu bei, die Physiksimulation zur Absicherung mechatronischer Entwicklungsprozesse weiter zu etablieren und in die Automobilindustrie – eine Schlüsselbranche der Produktionstechnik in Deutschland – zu übertragen.

Dank

Das iwB dankt der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung des Projektes AutoPhysS.



Autor

Dipl.-Ing. Peter Stich

Fraunhofer-Projektgruppe
Ressourceneffiziente mechatronische
Verarbeitungsmaschinen

„Energieeffizienz und Leichtbau in der Werkzeugmaschine“

Bei gleichzeitiger Steigerung der Prozessstabilität und der Produktivität verfolgt das neu gegründete Forschungsfeld der Themengruppe Werkzeugmaschinen als Energiekompetenzzentrum das Ziel, die Energieeffizienz und -flexibilität von Maschinen und Anlagen entscheidend zu verbessern.

Angesichts steigender Energiepreise wird die Energieeffizienz immer mehr zum Wettbewerbsfaktor im Werkzeugmaschinenbau. Darüber hinaus entstehen durch den beschlossenen Atomausstieg in Deutschland Herausforderungen in der Energiebereitstellung und damit an die Energieflexibilität von Maschinen und Anlagen. Ein vielversprechender Lösungsansatz ist hier der Einsatz geeigneter Werkstoffe. Die energiebezogenen Aspekte stehen, gerade in Bezug auf eine weitere Steigerung der Prozessstabilität und Produktivität, in vielfältigen Wechselwirkungen zu anderen Maschineneigenschaften, wie dem statischen, dynamischen und thermoelastischen Verhalten. Deshalb sollen in einem Energiekompetenzzentrum die Wechselwirkungen der einzelnen Themenstellungen analysiert und erforscht werden (siehe Abbildung 1).

Energieflexibilität

Der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien führt zu einer steigenden Volatilität im Energieangebot und erfordert daher eine flexible Anpassung des Bedarfs in der Produktion. Hierfür ist einerseits die nöti-

ge Transparenz bezüglich des Energieverbrauches herzustellen, andererseits sind die notwendigen Flexibilitäten für Maschinen und Anlagen zu entwickeln sowie die Wechselwirkungen mit der Prozessstabilität zu untersuchen. Abb. 2 zeigt, dass beispielsweise die thermisch bedingten Verlagerungen ein Hemmnis für den flexiblen Betrieb einer Werkzeugmaschine darstellen können. Hier sind, in Verbindung mit geeigneten Werkstoffen, die Voraussetzungen für energieflexible Maschinen zu schaffen. Dies bedeutet unter anderem, dass nach Ruhezuständen nur kurze Einlaufzeiten benötigt werden.

Energieeffizienz

Die Energieeffizienz ist definiert als das Verhältnis von Nutzen zum Energieeinsatz. Für den Werkzeugmaschinenbau ergibt sich daraus die Zielstellung, die Mengenleistung zu erhöhen und den Energieverbrauch zu reduzieren. Eine erhöhte Ausbringung lässt sich in Werkzeugmaschinen insbesondere durch erhöhte Zeitspanvolumina und Zerspanleistungen bei hoher Prozessstabilität sowie schnelle Verfahrensbewegungen erreichen. Dafür müssen die statische und dynamische

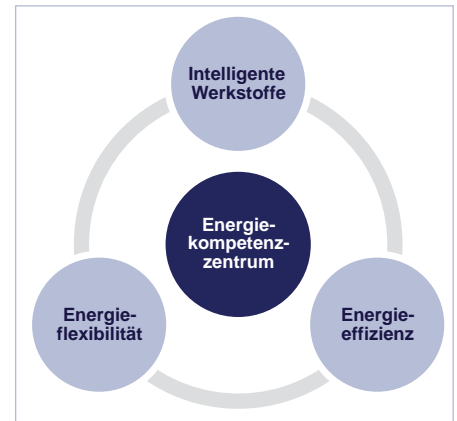


Abb. 1: Die Zusammenhänge von intelligenten Werkstoffen, Energieeffizienz und -flexibilität im neu geschaffenen Energiekompetenzzentrum.

Steifigkeit erhöht und die bewegten Massen reduziert werden. Dies lässt sich mit metallischen Werkstoffen nur noch bedingt erreichen, da das Optimierungspotenzial dieser Werkstoffe größtenteils ausgeschöpft ist.

Intelligente Werkstoffe

Maßgeschneiderte Werkstoffe bieten deutlich höhere Entwicklungsmöglichkeiten. Für die Konstruktion von Werkzeugmaschinen können insbesondere Faserverbundkunststoffe (FVK) eine geeignete Alternative bieten. Diese zeichnen sich durch ihre besonders hohe spezifische Festigkeit und Dämpfung sowie ihre geringe Dichte aus. Hinzu kommt, dass ausgewählte FVK-Materialien keiner oder nur einer geringen thermischen Ausdehnung unterliegen. Damit bieten sie die Basis für energieproduktivere und -flexiblere Maschinen.

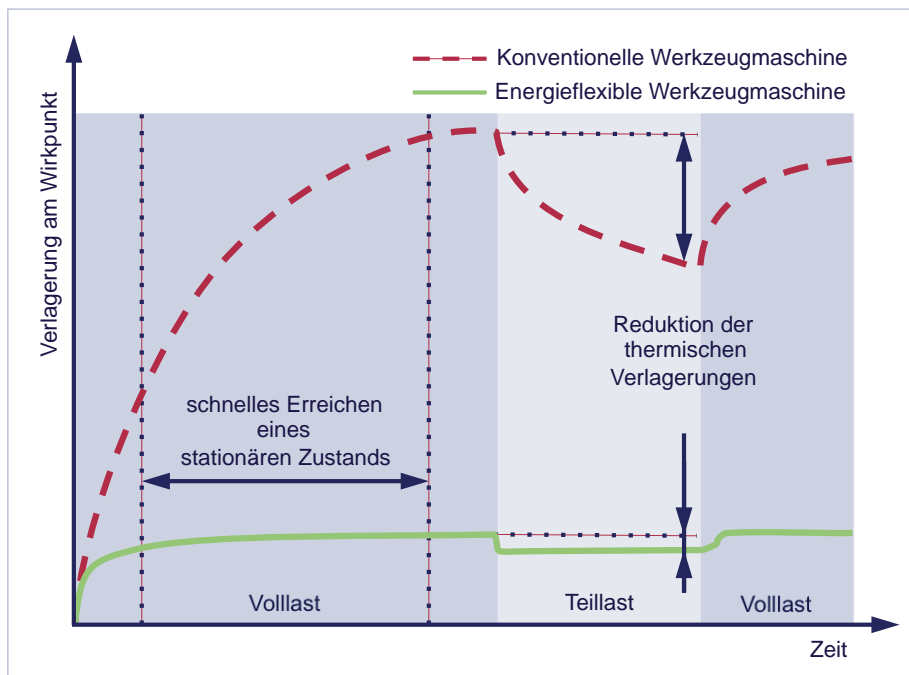


Abb. 2: Am Beispiel der thermisch bedingten Verlagerungen ist zu erkennen, dass der flexible Maschinenbetrieb auch Anforderungen an die eingesetzten Werkstoffe stellt.



Autoren

Dipl.-Wirt.-Ing. Conrad Fischbach

Themengruppe
Werkzeugmaschinen

Dipl.-Ing. Tobias Maier

Themengruppe
Werkzeugmaschinen

Neugestaltung des Labors für additive Fertigung

Am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg werden Verfahren zur additiven Fertigung erforscht. Durch eine Neugestaltung und Erweiterung des Labors „AMLab“, in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer IWU Projektgruppe RMV, bieten sich auf über 150 m² nun optimale Bedingungen für eine Weiterentwicklung der Verfahren.

Mit Hilfe der additiven Fertigung können kundenindividuelle Bauteile wirtschaftlich und in kurzer Zeit hergestellt werden. Ursprünglich für die Fertigung von reinen Prototypen verwendet, findet die Technologie mittlerweile auch Einzug in anspruchsvolle Branchen wie den Fahrzeugbau, die Luft- und Raumfahrt sowie die Medizintechnik. Die Bauteile entstehen dabei schichtweise durch die selektive Verfestigung von Kunststoff- oder Metallpulver, beispielsweise durch einen Laserstrahl.

Ausstattung des AMLab

Das neu gestaltete AMLab bündelt die Kompetenzen des *iwb* Anwenderzentrums Augsburg und der Fraunhofer IWU Projektgruppe RMV auf diesem Gebiet. Über zwei Stockwerke verteilt findet sich ein ca. 150 m² großer, umfangreicher Maschinenpark zur anwendungsnahen Erforschung und Weiterentwicklung der Verfahren Lasersintern, Strahlschmelzen, 3D-Drucken und Elektronenstrahlschmelzen. Es besteht somit ein umfangreicher Zugriff auf die für eine industrielle Nutzung der Technologie relevanten Verfahren. Neben der reinen Anlagentechnik finden sich im AMLab auch die zur Abdeckung der gesamten Prozesskette erforderlichen Ressourcen, welche vor bzw. nach dem eigentlichen Herstellprozess Verwendung finden. So wird die Verarbeitung aller gängigen CAD-Dateiformate und die Aufbereitung von Bauprozessen durch eine umfangreiche Softwareausstattung ermöglicht. Zudem kann durch vielseitige Mess- und Analyseverfahren eine detaillierte Qualitätssicherung der additiv gefertigten

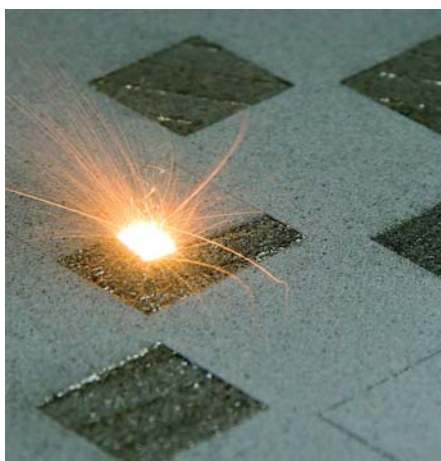


Abb. 1: Selektive Schichtverfestigung



Abb. 2: Integration von Temperierkanälen bei Zahnrädern

Bauteile, beispielsweise durch werkstofftechnische Untersuchungen, durchgeführt werden. Der Maschinenpark ermöglicht die Verarbeitung einer Vielzahl an industrierelevanten Werkstoffen.

Themenschwerpunkte

Die im AMLab behandelten Themen umfassen sowohl Grundlagenversuche zur additiven Fertigung als auch Maßnahmen zur industriellen Nutzung der Verfahren. Die gemeinsame Grundlage aller Themenschwerpunkte sind die aktuellen Trends in der Produktionstechnik.

Hohe Prozessfähigkeit sicherstellen:

Durch die Identifikation von optimierten, maschinenspezifischen Parametersätzen sowie durch die Verwendung einer Online-Prozessüberwachung sollen die Bauteile für Anwendungen mit höchsten Anforderungen qualifiziert werden. Zudem kann Ausschuss vermieden werden, indem durch eine gekoppelte thermische und thermomechanische Simulation bereits vor dem Herstellprozess bauteilspezifische Prozessstrategien abgeleitet werden.

Erhöhung der Ressourceneffizienz durch funktionsintegrierten Leichtbau:

Zur Nutzung der konstruktiven Freiheitsgrade der additiven Fertigung ist ein Umdenken bei der Gestaltung von Bauteilen erforderlich. Durch die Verwendung bionischer Strukturen und durch die Integration von Komponenten in ein Bauteil kann eine deutliche Steigerung der Effizienz erzielt werden.

Wirtschaftlichkeitsbestimmung: Trotz der Vielzahl an technologischen Vorteilen gelten ähnliche Anforderungen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit wie bei konventionel-

len Verfahren. Durch die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Bauteils ist eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit der additiven Fertigung möglich.

Erweiterung des Anwendungsspektrums:

Eine systematische Qualifizierung branchenspezifischer Werkstoffe ermöglicht die Nutzung der additiven Fertigung auch in Bereichen, welche bei konventioneller Fertigung an ihre Grenzen stoßen. Durch die Verarbeitung mehrerer Materialien in einem Prozess können verschleißresistente Bauteile hergestellt werden.

Durch die umfangreiche Ausstattung des AMLab und den Zugriff auf unterschiedlichste Technologien ist es möglich bei der Auswahl eines geeigneten Fertigungsprozesses praxisnah zu unterstützen. Weiterhin ist eine individuelle Bewertung der prinzipiellen Eignung der additiven Fertigung für das Produktspektrum möglich. Kunden, welche die Technologie bereits nutzen, können durch eine anwendungsspezifische Optimierung ihrer Fertigung unterstützt werden.

Autoren



M.Sc. (TUM), Dipl.-Ing. (FH) Christian Eschey

Geschäftsfeld Fertigungstechnik
am Anwenderzentrum Augsburg

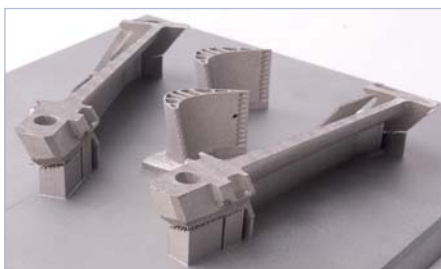
Dr.-Ing. Johannes Schilp

Geschäftsführer Anwenderzentrum Augsburg

Triebwerksbauteile additiv fertigen

Mit additiven Fertigungsverfahren können individuelle und komplexe Bauteile schnell und in geringen Losgrößen hergestellt werden. Durch die Möglichkeit der Verarbeitung von Hochtemperaturlegierungen werden diese Verfahren zukünftig vermehrt Einsatz in seriennahen Luftfahrtanwendungen finden. Dafür werden Prozessoptimierungen und eine lückenlose Qualitätssicherung der schichtweise hergestellten Bauteile in einem Forschungsprojekt am Anwenderzentrum Augsburg bearbeitet.

Additive Fertigungsverfahren stammen ursprünglich aus dem Bereich des Prototypenbaus. In den letzten Jahrzehnten wurden diese jedoch wesentlich weiterentwickelt, um neue Materialien erweitert und stehen heute für seriennahe Anwendungen zur Verfügung. Durch das schichtweise, selektive Verfestigen des formlosen Ausgangsmaterials können geometrisch komplexe, funktionale und masseoptimierte Bauteile hergestellt werden. Die Verarbeitbarkeit von Titanwerkstoffen und Nickelbasis-Superlegierungen ebnet den Weg zum Einsatz des sogenannten Selective-Laser Melting-Verfahrens (SLM) nicht nur bei Komponenten für Triebwerksprüfstände, sondern zukünftig auch für einsatzfähige Triebwerksteile.



Bauteile auf Substratplatte (Prozessabbruch auf Grund eines Prozessfehlers)

Prozessoptimierung

Die hohen Aufschmelzraten und schnellen Abkühlgeschwindigkeiten bei einem selektiven Energieeintrag durch den Laser führen zu einem Materialgefüge, welches von klassischen Fertigungsverfahren her nicht bekannt ist. Für anspruchsvolle Anwendungen müssen daher sämtliche Zulassungsverfahren neu durchlaufen werden. Im Rahmen von Forschungsaktivitäten am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg werden Prozessuntersuchungen zur Bestimmung der Prozessgrenzen, zur Reproduzierbarkeit und zur Charakterisierung von Materialeigenschaften für den Hochtemperaturwerkstoff Inconel 718 durchgeführt. Mit dem Ziel eines qualitätsoptimierten Prozesses werden Einflussgrößen systematisch erfasst und Prozessparameter verbessert.

Qualitätssicherung

Neben einem reproduzierbaren Prozessergebnis ist für den Triebwerksbau die lückenlose Qualitätsüberwachung und Nachverfolgbarkeit von ausschlaggebendem Interesse. Durch den schrittweisen Aufbau bei generativen Verfahren ist die Möglichkeit einer schichtweisen Überwachung der Bauteilqualität während des Prozesses gegeben. Grundlagen hierfür werden am *iwb* durch die Bestimmung des Wärmehaushaltes von

Schicht zu Schicht mittels thermographischer Verfahren erarbeitet.

Dank

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für die Förderung dieser Arbeiten in Kooperation mit der MTU Aero Engines GmbH.

Autor



Dipl.-Phys. Harald Krauss

Geschäftsfeld Fertigungstechnik am Anwenderzentrum Augsburg

iwb FORSCHUNGSBERICHTE

Sherif Zaidan

A Work-Piece Based Approach for Programming Cooperating Industrial Robots (Herbert Utz Verlag, Bd. 259)

Thomas Hensel

Modellbasierter Entwicklungsprozess für Automatisierungslösungen (Herbert Utz Verlag, Bd. 258)

Frédéric-Felix Lacour

Modellbildung für die physikbasierte Virtuelle Inbetriebnahme materialflussintensiver Produktionsanlagen (Herbert Utz Verlag, Bd. 257)

Gerhard Straßer

Greiftechnologie für die automatisierte Handhabung von technischen Textilien in der Faserverbundfertigung (Herbert Utz Verlag, Bd. 256)

Pascal Krebs

Bewertung vernetzter Produktionsstandorte unter Berücksichtigung multidimensionaler Unsicherheiten (Herbert Utz Verlag, Bd. 255)

iwb SEMINARBERICHTE

Gunther Reinhart, Michael Zäh (Hrsg.)

Wissensmanagement in produzierenden Unternehmen (Herbert Utz Verlag, Bd. 102)

Gunther Reinhart, Michael Zäh (Hrsg.)

Mechatronische Simulation in der industriellen Anwendung (Herbert Utz Verlag, Bd. 101)

MITARBEITER

Neue Mitarbeiter

Garching:

Dipl.-Ing. Florian Ammer
Dipl.-Ing. Alexander Belitzki
Dipl.-Ing. Mareile Dörge
M.Sc. Benny Drescher
Dipl.-Wirt.-Ing. Conrad Fischbach
Dipl.-Ing. Alexander Fuchs
Dipl.-Ing. Josef Greitemann
Dipl.-Ing. Patrick Haberstroh
Beatrix Kain
Dipl.-Ing. Thorsten Klein
Dipl.-Ing. Thomas Knoche
Pascal Ortolf
Dipl.-Ing. Johannes Schmalz
Dipl.-Ing. Georgios Theodossiadis
M.Sc. Dipl.-Ing.(FH) Marco Ulrich

Augsburg:

Dipl.-Ing. Peter Giliard
Fabio Manieri
Dipl.-Ing. Christian Seidel

Ausgeschiedene Mitarbeiter

Garching:

Dipl.-Tech. Math. Univ. Julian Cerezo
Sabine Lazarski
Dipl.-Ing. Fabian Meling
Dipl.-Ing. Martin Ostgathe
Dipl.-Ing. Andreas Putzer
M.Sc. Marwan Radi
Dipl.-Ing. Wolfgang Rösel
Dipl.-Ing. Daniel Schmid
Dipl.-Ing. Markus Wiedemann
Dr.-Ing. Sherif Zaidan
Dipl.-Ing. Tobias Zeilinger

Augsburg:

Dipl.-Ing. Alexander Götzfried
Dipl.-Ing. Imke Nora Kellner
Dr.-Ing. Gerhard Straßer

Das EU-Projekt CustomPacker auf der Automatica 2012

Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) war Ende Mai dieses Jahres bereits zum vierten Mal mit einem Stand auf der Automatica vertreten. Neben anderen Demonstratoren wurde auch das EU-Projekt CustomPacker mit seiner Forschungsplattform präsentiert.

Die Verpackung von mittleren bis großen elektronischen Konsumgütern soll mit dieser Plattform am Beispiel eines Fernsehers untersucht werden (Abbildung 1). Bei dieser Art von Produkten liegt aufgrund der länderspezifischen Zubehörteile, wie z.B. Kabel oder Bedienungsanleitung, eine hohe Variantenvielfalt vor, die sich vor allem beim Verpackungsprozess zeigt. Durch die ebenfalls steigende Größe und damit auch Masse der zu handhabenden Geräte ist ein Verpacken durch einen Werker allein nicht möglich. Ziel der Kooperation zwischen Mensch und Roboter ist es, den Werker von den schweren Arbeiten zu entlasten. Ein weiteres Ziel ist es, die Prozesszeit zu minimieren. Das soll einerseits durch die Parallelisierung von Arbeitsvorgängen erreicht werden, andererseits soll durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen ein Freigeben des Arbeitsraumes des Roboters durch Hardwareknöpfe umgangen werden.

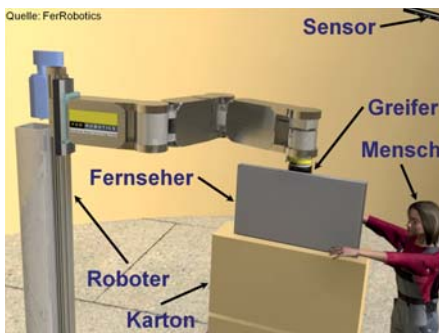


Abb. 1: CustomPacker-Szenario

Prozessablauf

Der Fernseher wird von der Objekterkennung erfasst und die daraus resultierende Greifposition dem Roboter mitgeteilt. Der Roboter holt sich anschließend den Fernseher an der gegebenen Position ab und fährt diesen zum Karton, in den er verpackt werden soll. Der Mensch kann nun mit Hilfe seiner sensorischen Fähigkeiten den Fernseher genau im Karton platzieren. Die Zeit zum Einsetzen des Fernsehers verringert sich durch den gemeinsam genutzten Arbeitsraum deutlich, da der Mensch parallel zum Roboter bereits den Karton vorbereiten und die landesspezifischen Kabel und Bedienungsanleitungen in den Karton einlegen kann. Auf der Automatica (Abbildung 2) wurde ein vereinfachter Prozessablauf gezeigt.

Nachgiebiges Robotersystem

Der im Projekt verwendete Roboter von der Firma FerRobotics GmbH ist nachgiebig

ausgeführt. Das heißt, der Mensch kann ihn auch während des Betriebes „frei“ im Raum bewegen. Der Roboter erkennt eigenständig die Position, die er erreichen soll, und fährt nach der Auslenkung weiter auf der geplanten Bahn. Diese Funktion gewährleistet die Sicherheit des Menschen. Des Weiteren wird ein neuartiger, sogenannter „aktiver Kontaktflansch“ eingesetzt, der einen kurzen Hub besitzt und an die starre Hubachse gekoppelt wird. Der Flansch ermöglicht zum einen ein sanftes Aufsetzen der Last und zum anderen wird gleichzeitig die Last „schwebend“ gehalten.

Objekterkennung

Die Objekterkennung geschieht mittels eines sogenannten Kinect-Sensors der Firma Microsoft. Zuerst wird ein Referenzbild des zu verpackenden Fernsehers aufgenommen und mit dem hinterlegten CAD-Modell abgeglichen. Anschließend kann aus dem Referenzbild die Position und Verdrehung jedes Fernsehers festgestellt und die genaue Position an den Roboter weitergegeben werden. So ist gewährleistet, dass auch ein verdreht positionierter Fernseher gegriffen werden kann.

Unterstützung des Werkers

Der Werker wird über einen weiteren Kinect-Sensor überwacht. Die Bahnverfolgung dient als Möglichkeit, die Geschwindigkeit des Roboters je nach Entfernung des Werkers zu regeln. Des Weiteren können dem Werker die zu erledigenden Arbeitsschritte mit Augmented Reality, einem Bildschirm oder einem Projektor angezeigt werden.

Zur Sicherheit des Werkers befindet sich ein sensibler Boden in dessen Arbeitsbereich. Dieser wird auch zur Überwachung der Geschwindigkeit und zur Vorhersage seiner Bewegungen verwendet. Um Mensch-Roboter-Arbeitsplätze sicher zu gestalten, muss



Abb. 2: Layout auf der Messe

die Sensorik redundant, d.h. in doppelter Ausführung aufgebaut werden.

Weitere Forschungsarbeiten

Die nächsten Schritte bis zur Fertigstellung des Demonstrators sind die Erweiterung der Sensorik um einen Sicherheits-Laser-Scanner und die Erweiterung der Kommunikationsschnittstelle zwischen den einzelnen Modulen. Außerdem wird das Zellenlayout an das reale Szenario angepasst und eine übergeordnete Steuerung für die Kontrolle des Arbeitsablaufes eingeführt.

Ausblick

Sobald die Mensch-Roboter-Kollaboration am Beispiel des sicheren Verpackens von Fernsehern validiert und verifiziert werden konnte, ist es vorgesehen, dies auf die Verpackung von mittleren bis großen elektronischen Konsumgütern auszudehnen.

Dank

Wir danken der Europäischen Union für die Förderung im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms und für die Zusammenarbeit mit FerRobotics, PROFACTOR, VTT, Techniker, MRK und Loewe sowie dem Institut für Mensch-Maschine-Kommunikation.



Autor

Dipl.-Ing. Carola Zwicker

Themengruppe Montagetechnik und Robotik

TERMINE

Schulung in der Lernfabrik für Energieproduktivität (LEP)

18.09.2012, Garching

Seminar „Leichter schwer zerspanen! Herausforderungen und Lösungen für die Zerspanung von Hochleistungswerkstoffen“

23.10.2012, Garching

Tag der offenen Tür

27.10.2012, Garching

Schulung in der Lernfabrik für Energieproduktivität (LEP)

27.11.2012, Garching

Die vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0: Potenziale für die Produktionstechnik

Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 ist spätestens seit der letzten Hannover Messe in den Medien vertreten. Als Kernelement dieser sogenannten vierten industriellen Revolution gelten Cyber Physische Systeme (CPS) oder – im Kontext der Produktion treffender – Cyber Physische Produktionssysteme (CPPS), welche verschiedenste Potenziale bergen.

Cyber-Physische Systeme (CPS) sind als eine Weiterentwicklung eingebetteter Systeme zu verstehen, die neben einer erhöhten Rechenleistung über eine sogenannte Ad-hoc-Vernetzungsfähigkeit verfügen. Das bedeutet, dass diese Systeme, die direkt die physische und die digitale Welt verbinden, untereinander kommunizieren sowie auf vorhandene Netze wie z.B. ein Intranet oder das Internet zugreifen können. Das alles geschieht, ohne dass eine vorherige explizite Konfiguration notwendig ist. Darüber hinaus zeichnen sich CPS durch vielfältige Erfassungs- und Interaktionsmöglichkeiten mit ihrer Umwelt aus, die in Form klassischer Sensoren und Aktoren oder intelligenter Benutzerschnittstellen gestaltet sein können. (Quelle: „acatech diskutiert: Cyber-Physical Systems“)

In der Anwendung ermöglichen Cyber-Physische Systeme damit einen hohen Grad an Funktionsintegration, der mit Eigenschaften wie Adaptivität an verschiedenste Um-

gebungszustände sowie autonomer Reaktionsfähigkeit gekoppelt ist. Im Umfeld von Produktion und Logistik können intelligente Produkte und intelligente Betriebsmittel als Cyber-Physische Systeme ausgeprägt sein. Diese werden dann als Cyber-Physische Produktionssysteme (CPPS) bezeichnet, wobei der Mensch als wichtiger Akteur nicht ersetzt, sondern in den Mittelpunkt gestellt wird. Durch ihre Vernetzungseigenschaften bilden CPPS eine Grundlage für neuartige dezentrale und kontextadaptive Produktions- und Logistiksteuerungen. Durch das damit verbundene dezentrale Informationsmanagement sowie dezentrale Regelkreise können prinzipielle Antworten auf Trends wie die steigende Individualisierung von Produkten oder die Verkürzung von Produktlebenszyklen gefunden werden. Gleichzeitig wird auf diese Weise die steigende Komplexität in Produktion und Logistik, die sowohl bezüglich der Material- als auch der Informationsflüsse besteht, beherrschbar. Untersuchungen im Umfeld der Kognitiven

Fabrik des *iwb*, in der ein produktbasiertes Produktionssteuerungsverfahren implementiert ist, lassen in diesem Zusammenhang auf Potenziale zur Reduktion von Durchlaufzeiten, Verringerung der Bestände sowie Erhöhung der Termintreue schließen. Darüber hinaus wird CPPS das Potenzial zugeschrieben, den Ressourcenverbrauch stark zu verringern.

Autoren



Dipl.-Ing. Florian Geiger
Mitglied der Institutsleitung

Dipl.-Ing. Tobias Philipp
Themengruppe Automation

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: Tanja Mayer (verantwort.)
Tel.: 089/289-155 51
E-Mail: tanja.mayer@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
Fax: 089/277791-01
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

GESTARTETE FORSCHUNGSPROJEKTE

Flexible intelligente Bearbeitungstechnologien für komplexe Faserverbundbauteile (FlexiCut)

01.11.2011 – 01.10.2014

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

eProduction – Fertigung und Montage von Batterien

01.12.2011 – 30.11.2014

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Forschungsverbund FORCIM³A – CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau

Teilprojekt 7 – Systemsimulation und Validierung

01.12.2011 – 31.11.2014

Projektförderer: Bayerische Forschungsförderung

Produktionstechnik für Lithium-Ionen-Zellen (ProLIZ)

01.01.2012 – 31.12.2014

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Mechatronisches Engineering zur effizienten Produktentwicklung im Maschinen- und Anlagenbau (MEPROMA)

01.03.2012 – 31.08.2014

Projektförderer: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Laserstrahlchneiden von CFK-Preforms

01.05.2012 – 30.04.2015

Projektförderer: BMW.TUM

Development of a Selective Laser Melting Simulation Tool for Aero Engine Applications (AeroSim)

01.05.2012 – 30.04.2015

Projektförderer: European Union – Clean Sky JTI

Automatische Konfiguration von Robotersystemen (AUKOROB)

01.06.2012 – 31.05.2013

Projektförderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft