

BERLINER KREIS

WISSENSCHAFTLICHES FORUM FÜR
PRODUKTENTWICKLUNG E.V.

Geschäftsstelle

Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
33102 Paderborn
Tel.: (0 52 51) 60 62 67
Fax: (0 52 51) 60 62 68
E-Mail: bkreis@hni.uni-paderborn.de
www.berliner-kreis.de

Mittels generativer Strahlschmelzprozesse, einer Untergruppe der so genannten Rapid-Technologien, werden metallische Bauteile schichtweise aus Pulverwerkstoffen aufgebaut. Diese Verfahren eröffnen weitreichende Potenziale, beispielsweise hinsichtlich der realisierbaren Formgebungsfreiheiten sowie der Möglichkeit der werkzeuglosen Fertigung. Am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg wird u.a. das Elektronenstrahlschmelzen (Electron Beam Melting, EBM) weiterentwickelt. Im Speziellen wird ein Auftragsmechanismus konzipiert, in die Anlage integriert und dessen Funktionsfähigkeit überprüft.

Anspruchsvolle Randbedingungen durch den EBM-Prozess

Die Hauptaufgabe des Auftragsmechanismus besteht in der prozesssicheren Erzeugung von 30 µm bis 100 µm dicken Schichten aus unterschiedlichen Pulver-

Modularer Auftragsmechanismus für das Electron Beam Melting (EBM)

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*),
Technische Universität München

werkstoffen. Auf Grund des Einsatzes im EBM-Prozess ergeben sich anspruchsvolle Randbedingungen. Zunächst ist dabei die Größe des zu realisierenden Bauwerks zu nennen. Maximal sollen zylindrische Geometrien mit einem Durchmesser sowie einer Höhe von 200 mm hergestellt werden können. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass der EBM-Prozess im Vakuum stattfindet und dass neben Wärme- auch Röntgenstrahlung emittiert wird. Daraus folgt, dass angepasste Schutzmaßnahmen für die Komponenten zu entwerfen sind. Eine weitere Funktionalität ist die kontinuierliche Erfassung des Pulvervorrats, wodurch sichergestellt wird, dass der Bauprozess nicht unkontrolliert beendet werden muss.

Systematik statt Intuition

Die eingesetzte Konstruktionsmethodik (in Anlehnung an VDI 2221) macht sich zu Nutze, dass die Gesamtaufgabe in Teilprobleme (z.B. Schichtauftrag, Pulverbevorratung) zerlegt werden kann. Für jede Teilaufgabe werden Lösungsprinzipien erarbeitet, welche auch unkonventionelle Varianten beinhalten können. Nach einer Kombination der Konzepte folgt eine technisch-wirtschaftliche Bewertung, welche schließlich zu

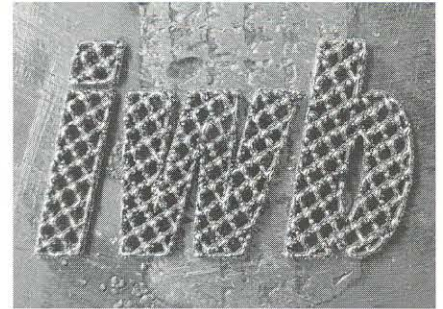


Bild 2. Mittels Auftragsmechanismus realisiertes Demobauteil aus Edelstahl (1.4404)

der Auswahl einer Variante führt. Abschließend wird ein Gesamtkonzept gebildet, konzipiert, konstruiert und umgesetzt.

Modularer Aufbau ermöglicht kontinuierliche Optimierung

Da es sich bei dem am *iwb* Anwenderzentrum Augsburg installierten System um eine Versuchsanlage zur Erforschung des EBM-Prozesses handelt, wurde zur Berücksichtigung der o.g. Randbedingungen ein modularer Aufbau gewählt. Damit sollen Umbaumaßnahmen auf Grund von neuen Erkenntnissen aufwandsarm umgesetzt werden können. Dies eröffnet die Möglichkeit einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Technologie, beispielsweise zur Verarbeitung neuartiger Werkstoffe.

Im Einzelnen sind verschiedene Bauraumgrößen mit den Durchmessern 100 mm, 150 mm und 200 mm verfügbar. Damit können in einer frühen Phase der Technologieentwicklung Versuche zur Parametervariation mit dem kleinsten Bauraum durchgeführt werden und somit das dafür aufzuwendende Material minimiert werden.

Zur einfachen Ergänzung oder zum Austausch von Komponenten kommen offene und flexible Schnittstellen zum Einsatz. So bietet der Auftragsmechanismus u.a. die Möglichkeit, verschiedene Rakelmaterialien in Bezug auf ihre Anwendbarkeit zum Schichtauftrag durch einfachen Wechsel zu evaluieren.



Bild 1. Forschungstätigkeiten am EMB-Auftragsmechanismus

■ Blick in die Zukunft

Durch den realisierten Auftragsmechanismus soll eine vollständige Nutzung der inhärenten Vorteile der Rapid-Technologie EBM ermöglicht werden. Parallel zu fortlaufenden Optimierungen an der ergonomischen Gestaltung werden im Hinblick auf einen wirtschaftlichen Serieneinsatz des Verfahrens Maßnahmen zur Reduzierung der Zyklusnebenzeiten untersucht. Durch die offene Gestaltung sind solche Ziele durchaus realisierbar.

■ Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
Dipl.-Ing. Stefan Lutzmann
M. Sc. (TUM) Christian Eschey
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching b. München
Tel.: (0 89) 2 89-1 55 04
Fax: (0 89) 2 89-1 54 44
E-Mail: gunther.reinhart@iwb.tum.de

Am Lehrstuhl für Produktentwicklung der TU München wird in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Regelungstechnik das elektrisch betriebene Indoor-Gokart „eKart“ entwickelt. Das Forschungsprojekt ist als studentisches Entwicklungsprojekt konzipiert und soll zum einen die Ausbildung von Ingenieuren v. a. in der Mechatronik fördern. Zum anderen bietet es die Möglichkeit, eine umfangreiche Datenerfassung und Analyse des Entwicklungsprozesses durchzuführen, die nicht durch die üblichen Probleme der Geheimhaltung und des aufwendigen Ressourceneinsatzes in der Industrie erschwert wird. Mit der Entwicklung des „eKart“ sollen aktuelle Ausbildungs- und Forschungsthemen wie Electrical Mobility, Kommunikation und Entscheidungs-

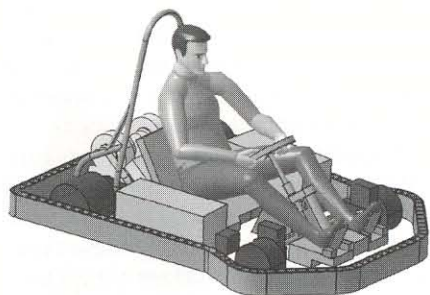


Bild 3. CAD-Modell zur Packageplanung des eKart

Entwicklung eines elektrisch betriebenen Gokarts zu Forschungszwecken

Lehrstuhl für Produktentwicklung,
Technische Universität München

findung sowie die gezielte Informationsbereitstellung in Entwicklungsprozessen adressiert und untersucht werden.

Für den Aufbau einer realistischen Datenbasis wurde bei der Planung der Entwicklungsaufgabe der interdisziplinäre Charakter typischer Projekte in der Automobilindustrie sowie ein anspruchsvoller Komplexitätsgrad berücksichtigt. Es wird daher kein bestehendes ottomotorisch betriebenes Indoor-Gokart auf elektrischen Antrieb umgerüstet, sondern ausgehend von einer bestehenden Standardrahmenkonstruktion der vollständige Entwicklungsprozess für alle Teilsysteme des Gesamtfahrzeugs durchgeführt.

Im Gokart werden neben dem elektrischen Antrieb und Li-Ionen-Batterien auch eine elektromechanisch unterstützte Lenkung, ein ABS-fähiges Bremssystem, ESP inklusive Torque Vectoring sowie alle dafür benötigten Controller und Sensoren integriert. Dabei müssen die Studenten ausgehend von der Anforderungsklä rung Lösungen recherchieren, selbst entwickeln, bewerten, auswählen und anschließend gestalten sowie umsetzen. Das für die Projektarbeit ausgewählte Team besteht aus 8 Studenten, 6 Betreuern der beteiligten Lehrstühle und weiteren 2 Studenten, welche bei der Erfassung und Analyse des Entwicklungsprozesses unterstützen.

Bei regelmäßigen Einzeltreffen, Gruppen- und Teamtreffen werden ähnlich wie bei industriellen Entwicklungsprojekten aktuelle Entwicklungsstände und das weitere Vorgehen besprochen. Das Projekt unterliegt dabei einem straffen Zeitplan, der die Entwicklung und Umsetzung des Gokarts auf 9 Monate begrenzt. Das gesamte Entwicklungsteam unterliegt außerdem den üblichen DfX-Kriterien wie Kosten oder Gewicht der Entwicklung sowie Betrieb auf kommerziellen Kartbahnen, sodass möglichst realistische Rahmenbedingungen für das Entwicklungsprojekt gewährleistet sind.

Mit Hilfe dieses Entwicklungsprojekts kann eine am Lehrstuhl für Produktentwicklung definierte neuartige Methode zur Bereitstellung von Produktinforma-

tionen realitätsnah evaluiert werden. Diese Methode beinhaltet die Angabe von Beschreibungsparametern von produktbeschreibenden Dokumenten (Produktinformationen) sowie von einzelnen Aktivitäten (Prozessschritten) des Entwicklers. Durch die standardisierte Beschreibung beider Elemente können diese miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Relevanz von Dokumenten und Prozessschritten wird daher dynamisiert und soll die Lücke der Informationsbereitstellung bei flexiblen, nicht vorher modellierbaren Prozessen schließen.

Neben der Untersuchung der Informationsbereitstellung wird das Projekt auch für die Analyse der Kommunikation und Entscheidungsfindung in Produktentwicklungsprojekten eingesetzt. Dazu werden begleitend zur Entwicklungstätigkeit sämtliche Schnittstellen und Abstimmungsprozesse durch Einzelinterviews und zusätzliche Beobachtung erfasst. Im Fokus stehen der tatsächliche Ablauf des Entwicklungsprozesses, wichtige Abstimmungsprozesse und deren Inhalte sowie die zielführenden Zeitpunkte für Abstimmungen. Die gewonnenen Erkenntnisse zu Abstimmungsprozessen unterstützen damit auch die Forschung im Sonderforschungsbereich „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen“ (gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft). Durch das eKart-Forschungsfahrzeug können damit zum einen Kompetenzen bei der Elektrofahrzeugentwicklung aufgebaut, zum anderen forschungsrelevante Daten in zukünftigen Kleinprojekten gesammelt werden. Das Forschungsprojekt soll mittelfristig am Lehrstuhl etabliert werden und weitere Forschungsk Kooperationen ermöglichen.

■ Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann
Dipl.-Ing. Wolfgang Lauer
Lehrstuhl für Produktentwicklung
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching b. München
Tel.: (0 89) 2 89-1 51 30
Fax: (0 89) 2 89-1 51 44
E-Mail: lindemann@ipe.mw.tum.de