



RWTH RHEINISCH-
WESTFÄLISCHE
TECHNISCHE
HOCHSCHULE
AACHEN

- ➔ **Exzellenzcluster – Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer** Seite 1
- ➔ **Arbeitspläne, ihre Einsatzhäufigkeit und ihr Nutzen für die Anlernung** Seite 3
- ➔ **Simulationsgestützte Optimierung im Projektmanagement** Seite 5
- ➔ **5. Symposium „Arbeitsorganisation der Zukunft – Wachstum durch Produktivitätsmanagement“** Seite 7
- ➔ **Kontroverse Diskussion auf ESysPro-Fachtagung zur Professionalisierung in der Energieberatung** Seite 7

Impressum

- ➔ Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.
Christopher M. Schlick

Bergdriesch 27 • D-52056 Aachen
Telefon: (0241) 80 99 440
Telefax: (0241) 80 92 131
info@iaw.rwth-aachen.de
www.iaw.rwth-aachen.de



Liebe Leserinnen und Leser,

in der Zeit nach der schweren Finanz- und Wirtschaftskrise hat sich gezeigt, wie wichtig eine gesunde und stabile industrielle Basis ist. Nicht umsonst sind in Deutschland wieder deutliche Zeichen des Aufschwungs zu beobachten. Diese liegen unter anderem in der nach wie vor hervorragenden Wettbewerbsposition der Unternehmen des produzierenden Gewerbes begründet. Damit bestätigt sich der volkswirtschaftliche Mehrwert von Forschungsprogrammen, die darauf ausgerichtet sind, die Produktionsforschung und die frühe Nutzung ihrer Ergebnisse zu fördern und den technologischen Vorsprung der deutschen Industrie nachhaltig zu sichern.

Auch das IAW beteiligt sich in verschiedenen Projekten an der produktionsbezogenen Forschung. In arbeitswissenschaftlicher Tradition bildet dabei die Einbindung des Menschen in innovative Produktionskonzepte einen Schwerpunkt. Lesen Sie dazu auf den folgenden Seiten, wie ein im Rahmen des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ angesiedeltes Forschungsprojekt die Entwicklung sog. kognitiver Kontrolleinheiten adressiert, die den Facharbeiter von kognitiv weniger anspruchsvollen Tätigkeiten entlasten und ihm insbesondere in kritischen Entscheidungssituationen die Möglichkeit geben, seine Fähigkeiten zur Lösung komplexer Probleme optimal auszuschöpfen. Ein weiterer Beitrag widmet sich den Ergebnissen einer experimentellen Studie, in der wir unter anderem untersucht haben, ob und inwieweit sich unterschiedliche Arten von Montageanweisungen auf die Anlernzeiten in flexiblen Produktionssystemen auswirken.

Mit der Vorstellung des frisch bewilligten Verbundvorhabens „Gantt-Optimizer“ möchten wir Ihren Blick außerdem auf ein anderes, gleichwohl ebenso praxisrelevantes Forschungsfeld richten: die simulationsgestützte Optimierung von Projektplänen. Gemeinsam mit kompetenten Entwicklungspartnern streben wir an, Ihnen in zwei Jahren ein Softwarewerkzeug für eine effizientere und effektivere Projektplanung präsentieren zu können.

Eine (ent-)spannende Lektüre in der Vorweihnachtszeit wünscht Ihnen

Ihr Christopher Marc Schlick

➔ Exzellenzcluster – Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer

Kognitive Automatisierung für die robotergestützte Montage

Zahlreiche Trends wie die fortschreitende Globalisierung und der im Zuge des demographischen Wandels vieler Industrienationen zu erwartende Fachkräftemangel rechtfertigen die Frage, unter welchen Bedingungen und mit welchen Methoden und Technologien eine erfolgreiche, wirtschaftliche Produktion in Hochlohnländern weiterhin möglich bleibt. Diese Frage wird im

DFG-geförderten Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ der RWTH Aachen University gestellt. Hierbei wird in vier Themenfeldern erforscht, wie das sog. Polylemma der Produktionstechnik, welches durch die Spannungsfelder „Scale vs. Scope“ und „Planungsorientierung vs. Wertorientierung“ aufgespannt wird, konzeptionell gelöst werden kann.

Die Themenfelder sind hierbei wie folgt:

- Individualisierte Produktion: Es werden Antworten auf die Frage gesucht, wie kundenindividuelle Produkte zu Kosten einer Massenproduktion hergestellt und angeboten werden können.
- Virtuelle Produktionssysteme: Im Vordergrund steht die simulationsgeführte Abbildung der gesamten Prozesskette, um im Produktionsvorfeld entstehende Planungsaufwände zu minimieren und Prozesse a priori zu optimieren.
- Hybride Produktionssysteme: Zur Reduzierung der Komplexität von Prozessketten wird Hybridisierung von Produktionsprozessen bspw. durch Kombination von Umform- und Fügeprozessen erforscht.
- Selbstoptimierende Produktionssysteme: Es werden Konzepte, Methoden und Technologien für eine (teil-)autonome Optimierung von Fertigungs- und Montageprozessen entwickelt.

Unter selbstoptimierenden Produktionssystemen ist hierbei ein Konzept zu verstehen, das wertstromorientierte Maßnahmen bei gleichzeitig steigender Planungseffizienz umsetzt und dabei die Qualität von Prozessen und Produkten verbessert. Die Übertragung vorhandenen Wissens auf ähnliche oder neue Produktionsfälle als Kern der Selbstoptimierung eröffnet neue Sichten auf Fertigungs- und Montagesysteme. Die Einbindung der besonderen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Erfahrung des Menschen in das technische System wird als essentiell erachtet, um Selbstoptimierung zu ermöglichen. Hierbei sollen innovative „kognitive Funktionen“ in Form von symbolverarbeitenden Systemen den Menschen unterstützen und ggf. bei Routineaufgaben entlasten.

Das Institut für Arbeitswissenschaft beschäftigt sich innerhalb des Themenfelds „Selbstoptimierende Produktionssysteme“ mit der Konzeption sowie der prototypischen Realisierung einer kognitiven Steuerungs- und Planungseinheit (engl. cognitive control unit, kurz CCU), die aufgrund ihrer symbolischen Wissensrepräsentation in der Lage ist, sich selbst hinsichtlich vorgegebener Kriterien zu optimieren, die aber vor allem mit hochqualifizierten Mitarbeitern in einem Hochlohnland wie Deutschland weiter entwickelt und effizient betrieben werden kann.

Durch den Einsatz kognitiv automatisierter Systeme verändern sich Einsatz und Aufgaben des menschlichen Operateurs deutlich. Das kognitive technische System kann bestimmte Klassen von regelbasierten Produktionsaufgaben autonom lösen und der Operateur kann damit von repetitiven, monotonen oder besonders gefährlichen Aufgaben entlastet werden. Seine Aufgaben liegen nun vielmehr darin, die Fertigungsaufgabe als mehr oder minder abstraktes (Teil-) Ziel zu definieren und dem Fertigungssystem vorzugeben. Er nimmt ggf. Anpassungen und Priorisierungen vor, entwirft grobe Prozesspläne und gibt Anfangs- sowie Randbedingungen vor. Im Bereich der Feinplanung und des Instruierens ist die informatorische Belastung für den Operateur deutlich verringert, da diese von kognitiven technischen Systemen übernommen werden. In letzter Konsequenz kann dieser Belastungswechsel jedoch dazu führen, dass nur ein unzureichendes mentales Modell der Zustandsgrößen sowie Zu-



Abbildung 2: Modell eines V8 Motors für die Untersuchungen

standsübergangsfunktionen des technischen Prozesses gebildet wird, da das Wissen über die Ausführung bereits im Prozesswissen des Systems hinterlegt ist. Ein dieser Problematik adressierender Lösungsansatz ist ein am Menschen orientierter Beschreibungsansatz des Prozesswissens der kognitiven Steuerung. Mit anderen Worten soll das in der kognitiven Steuerung hinterlegte Prozesswissen dem mentalen Modell des Menschen angepasst werden, so dass das Verhalten des kognitiven technischen Systems für den Menschen leicht verständlich und somit erwartungskonform ist.

Zur Gestaltung der Prozesslogik im Hinblick auf den Montageroboter wurden elementare Bestandteile der MTM-1 Taxonomie verwendet. Grundlegende Hypothese ist, dass eine Ablaufsequenz bestehend aus empirisch abgesicherten und erwartungskonformen Grundelementen/Grundbewegungen vom Menschen leicht verstanden und ggf. optimiert werden kann, auch wenn die ausführende Instanz ein Robotergreifarm ist. Die in Produktionsregeln der CCU umgesetzten MTM-Bestandteile sind gleichberechtigt und daher nicht in einer Ablaufreihenfolge definiert. Sie entsprechen den MTM-1-Grundbewegungen HINLANGEN, GREIFEN, BEWEGEN (mit integriertem DREHEN), POSITIONIEREN und LOSLASSEN. Zusätzlich sind weitere Regeln hinterlegt, die je nach verwendeten Grundelementen die physikalischen Randbedingungen (bspw. Fügerichtung oder Bedingungen für die Positionierbarkeit eines Elements) beinhalten, aber auch beurteilen, ob ein zugeführtes Element direkt verbaut werden kann oder für einen späteren Montageschritt in einem Zwischenspeicher abgelegt werden soll.

Wiederholte mittels der CCU durchgeführte Simulationsläufe sowohl mit vorkommissionierten Teilesätzen (alle benötigten Steine waren vorhanden) als auch mit zufälliger Bauteilbereitstellung (Bereitstellung auch nicht benötigter Steine) zeigen, dass das gewünschte Zielobjekt fehlerfrei und in der erwarteten Anzahl an Zyklen aufgebaut wird. Allerdings muss hierbei eingeräumt werden, dass die Varianz der beobachtbaren Montagesequenzen immens ist und somit trotz der Verwendung einer anthropozentrischen Taxonomie in Form von MTM-1 die Frage aufgeworfen wird, ob der beschriebene Ansatz ausreichend ist, um die Erwartungskonformität des Systemverhaltens für den Benutzer der Montagezelle sicherzustellen.

Diese Frage erfordert eine differenzierte Betrachtungsweise: Nimmt man die Abfolge der Operatoren (von HINLANGEN bis LOSLASSEN) innerhalb eines einzelnen Zyklus, so ist die Abfolge erwartungskonform, da sie dem normalen Bewegungszyklus des menschlichen Hand-Arm-Systems entspricht. Dies gilt jedoch nicht für die Reihenfolge der Zyklen bzw. für die Montagesequenzen. Diese erweisen sich als statistische Aneinanderreihung möglicher Teilschritte, die zunächst für den Menschen ohne erkennbare Heuristik erfolgt und demnach nicht nachvollziehbar ist.

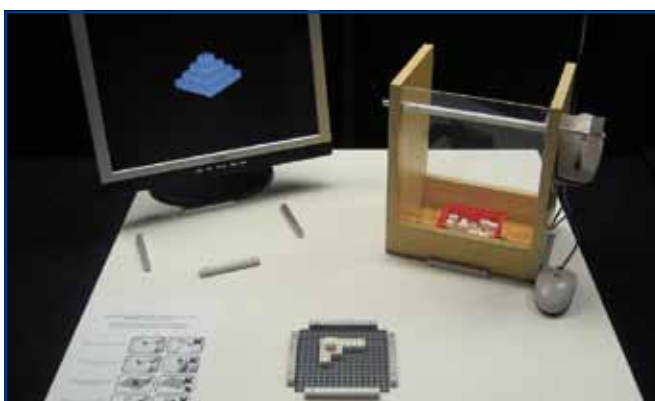


Abbildung 1: Versuchsaufbau für die Montage einfacher Objekte

Zur Überprüfung der Hypothese, ob eine stärkere Berücksichtigung des Elaborationswissens positive Auswirkungen auf die Erwartungskonformität des Systemverhaltens hat, wurde eine Versuchsreihe zur Erhebung von Montagestrategien unter Laborbedingungen mit 16 Personen (13 männlich, 3 weiblich) durchgeführt. Die Probanden hatten die Aufgabe, eine gesamte Baugruppe auf Basis einer CAD-Zeichnung zu montieren. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 1 dargestellt. Um die Ergebnisse vergleichbar zur Montagezelle zu halten, erfolgten Einschränkungen bei der Aufgabenausführung. So war nur einhändiges Montieren erlaubt. Weiter waren das Aufbauen von Untergruppen und das Greifen mehrerer Steine untersagt. Bei dem Zielobjekt handelte es sich um eine einfarbige Pyramide aus 30 LEGO-Steinen. Basierend auf dieser empirischen Versuchsreihe konnten bzgl. Aufbaustrategien bei Baugruppen aus einfachen prismatischen Objekten drei generelle Regeln abgeleitet werden, die in einer zweiten empirischen Studie validiert und in die kognitive Steuerung integriert wurden.

Die drei generellen Regeln lassen sich wie folgt formulieren:

1. Die Position des ersten zu montierenden Steins liegt aus Probandensicht auf einer der linken Eckpositionen.
2. Steine, die in einem Bauzustand an einen direkt angrenzenden Stein gesetzt werden können, werden bevorzugt gewählt.
3. Das Zielobjekt wird in Ebenenbauweise aufgebaut, wobei die Ebenen parallel zur Montagefläche liegen.

In einem nächsten Schritt wurde nun überprüft, inwiefern die so gewonnenen Strategien für industrierelevante Bauteile übertragbar sind. Hierzu wurde ein abstrahiertes Modell eines V8 Motors entwickelt und als Versuchsobjekt aufgebaut (siehe Abbildung 2). Der abstrahierte Motor unterscheidet sich zu den in der Automobilindustrie üblichen Serienprodukten dadurch, dass die Laufbuchsen als auch die Zylinderköpfe einzeln je Zylinder ausgelegt sind und nicht im Motorblock integriert bzw. auf eine Bank zusammengefasst sind. Im Rahmen einer Pilotstudie hatten insg. fünf Probanden die Aufgabe – basierend auf einer Explosionsdarstellung des Motors – diesen zügig aufzubauen. Die beobachteten Montagesequenzen lassen den Schluss zu, dass die an einfachen Objekten erhobenen und validierten Regeln auch auf industrie-relevante Baugruppen übertragen werden können. Allerdings muss an dieser

Projektinformation

Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“

Projekt / Forschungsträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft und Wissenschaftsrat

Laufzeit

November 2006 – Oktober 2012

Projektpartner

Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen, Werkzeugmaschinenlabor (WZL), Aachen

Lehrstuhl für Informatik im Maschinenbau, Zentrum für Lern- und Wissensmanagement (ZLW-IMA), Aachen

Stelle eingeräumt werden, dass sich durch die Verwendung unterschiedlicher Bauteile – im Gegensatz zur zuvor beschriebenen Studie – Effekte zeigen, die als „Montieren in Baugruppen“ beschrieben werden kann, wobei die Definition von Baugruppen interindividuell stark unterschiedlich ausfällt.

Die so gewonnenen Ergebnisse fließen nun in die Arbeit an einer Roboterzelle ein, die mittels der CCU in die Lage versetzt werden soll, Baugruppen selbstständig zu montieren und dabei analog der menschlichen Logik vorzugehen. Diese Zelle wird damit zu einem System, das nicht nur in Planung und Fertigung flexibler und fehlerrobuster wird, sondern auch durch erwartungskonformes Verhalten den Facharbeitern mehr Transparenz des Systemverhaltens bietet und damit mögliche Interventionen erleichtert.

→ Dr.-Ing. Bernhard Kausch
Telefon: (0241) 80 99 496
b.kausch@iaw.rwth-aachen.de

→ Dipl.-Ing. Marcel Ph. Mayer
Telefon: (0241) 80 99 495
m.mayer@iaw.rwth-aachen.de

→ Arbeitspläne, ihre Einsatzhäufigkeit und ihr Nutzen für die Anlernung

Ein Vergleich unterschiedlicher Arbeitspläne bzw. Arbeitsbeschreibungen

Für Unternehmen, die Zeitarbeit als Instrument zur Flexibilisierung ihrer Produktionskapazitäten nutzen oder nutzen wollen, besitzen Fragen der Effizienz und Effektivität große Bedeutung. Prozesse der Anlernung und Qualifizierung bergen durchaus Potenziale, den zeitlich befristeten Einsatz von Fremdpersonal für alle Beteiligten, d.h. Entleih- und Verleihunternehmen sowie insbesondere auch die Arbeitspersonen, gewinnbringend zu gestalten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts FlexPro (siehe hierzu Beitrag im IAW-Spectrum 07/10), das vom BMBF mit Mitteln des europäischen Sozialfonds gefördert wird (Förderkennzeichen: 01FH09019), wurde im April 2010 eine bundesweite Befragung zum aktuellen Stand der Zeitarbeit in Deutschland durchgeführt. Insgesamt nahmen an der Studie 1221 Unternehmen teil, die überwiegend den kleinen und mittelständischen Unternehmen zuzuordnen sind (93%). Rund einem Sechstel der befragten Unternehmen (n=210) wurde ein Ergänzungsfragebogen zur Anlernung und Qualifizierung von Arbeitspersonen vorgelegt. In Bezug auf die Anlernung – dem erstmaligen Heranfüh-

ren einer Arbeitsperson an eine ihr bisher unbekanntere Arbeitsaufgabe und dem Üben dieser Aufgabe – wurde unter anderem erfragt, welche Arten von Arbeitsplänen bzw. Arbeitsanweisungen eingesetzt werden (siehe Abbildung 1). Es zeigte sich, dass über 80% der teilnehmenden Unternehmen mündliche Arbeitsanweisungen nutzen. An zweiter Stelle liegen die schriftlichen Arbeitspläne mit rund 74%. Eher selten genutzt werden computeranimierte Darstellungen von Arbeitsaufgaben (13%). Angesichts des geringen Anteils der Unternehmen, die keine der genannten Alternativen einsetzen (1,1%), kann davon ausgegangen werden, dass mit der Befragung alle in der betrieblichen Praxis relevanten Arten von Arbeitsanweisungen bzw. Arbeitsplänen erfasst werden konnten. Zur näheren Untersuchung der Eignung der unterschiedlichen Arbeitspläne für die Anlernung wurde am IAW eine Laborstudie durchgeführt. Dabei wurden auch Aspekte wie die Anzahl aufgetretener Montagefehler und die subjektiv erlebte Beanspruchung der Versuchspersonen betrachtet. Aufgrund der begrenzten Reproduzierbarkeit mündlicher Arbeitsanweisungen beschränkte sich die Studie auf den Vergleich textueller,

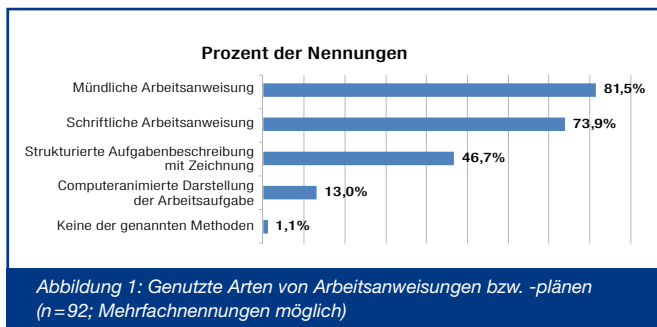


Abbildung 1: Genutzte Arten von Arbeitsanweisungen bzw. -plänen (n=92; Mehrfachnennungen möglich)

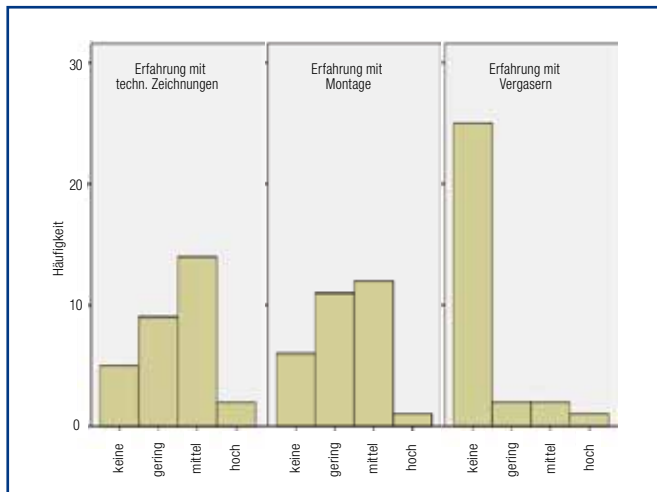


Abbildung 2: Vorerfahrungen der Versuchspersonen

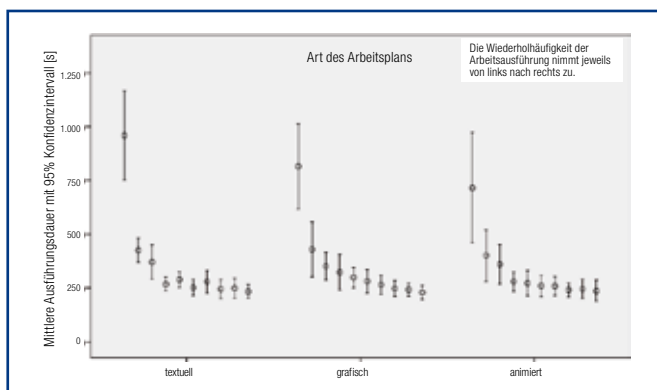


Abbildung 3: Gegenüberstellung der mittleren Ausführungszeiten für die unterschiedlichen Arbeitspläne

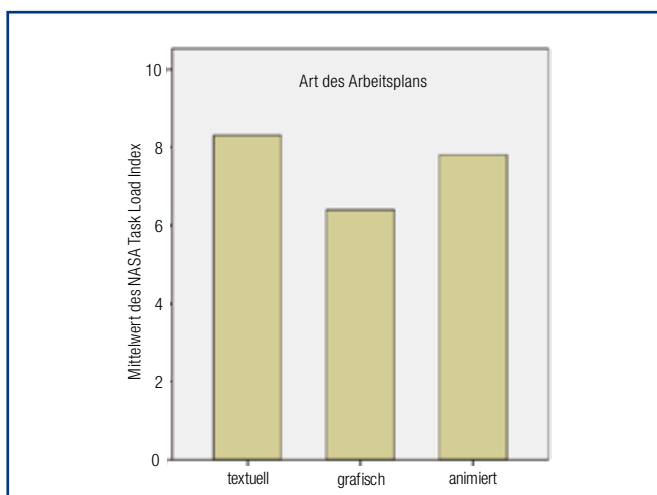


Abbildung 4: Subjektive mentale Beanspruchung der Versuchspersonen

grafischer und animierter Arbeitspläne. In Anlehnung an das Media Richness Modell können die untersuchten Arbeitspläne nach ihrer informatorischen Reichhaltigkeit geordnet werden: Der textuelle Arbeitsplan hat demnach die geringste informatorische Reichhaltigkeit, der grafische Arbeitsplan eine mittlere und der animierte Arbeitsplan die höchste. Als Versuchspersonen nahmen an der Studie je 15 Frauen und Männern im Alter zwischen 21 und 35 Jahren teil. Die Versuchsaufgabe bestand darin, unter Verwendung eines vorgegebenen Arbeitsplans nacheinander insgesamt zehn baugleiche Vergaser zusammenzubauen. Die Zuordnung der unterschiedlichen Arbeitspläne zu den Versuchspersonen erfolgte zufällig; jeder Arbeitsplan wurde von zehn Versuchspersonen eingesetzt. Alle Versuchspersonen waren rechtshändig, verfügten über normale motorische Fertigkeiten (gemäß der motorischen Leistungsserie nach Schoppe und Hamster) und besaßen ingenieurwissenschaftliche Vorkenntnisse. Die aufgabenspezifische Vorerfahrung der Versuchspersonen mit technischen Zeichnungen, Montageaufgaben und Vergasern ist in Abbildung 2 dargestellt. Sie ist im Bereich der Vergaser sehr gering.

Ergebnis – Auftreten eines Anlerneffekts

Die Versuchsergebnisse für die verschiedenen Arten von Arbeitsplänen lassen bereits anhand der Mittelwerte der einzelnen Arbeitsausführungsdauern und ihrer 95 %-Konfidenzintervalle das Auftreten eines Anlerneffekts bzw. eines übungsbedingten Leistungszuwachses erkennen (siehe Abbildung 3): Beginnend bei vergleichsweise hohen Werten für die erste Arbeitsausführung fällt der Zeitbedarf zunächst schnell ab, um dann ein annähernd stabiles Leistungsniveau zu erreichen, von dem aus nur noch geringfügige Verbesserungen erfolgen. Diese Leistungs Zunahme kann statistisch bestätigt werden: Die Wiederholung der Aufgabenausführung hat einen signifikanten Einfluss auf die Ausführungsdauer ($p=0,000$). Insbesondere unterscheidet sich die erste Aufgabenausführung signifikant von allen folgenden Ausführungen (jeweils $p=0,000$). Darüber hinaus unterscheiden sich die zweite und die dritte Ausführung der Aufgabe untereinander nicht, von allen weiteren jedoch signifikant ($p<0,05$). In Abbildung 3 werden diese Unterschiede für den textuellen und für den animierten Arbeitsplan besonders deutlich.

Einfluss der Art des Arbeitsplans

Bei der Analyse der mittleren Ausführungszeiten zeigt sich zunächst ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Dauer der ersten Arbeitsausführung und der Art des eingesetzten Arbeitsplans ($p=0,049$): Je reichhaltiger der Arbeitsplan, desto schneller konnten die Versuchspersonen den ersten Vergaser montieren (siehe Abbildung 3). Werden in die Analyse die Arbeitsausführungszeiten für alle weiteren Montageprozesse einbezogen, zeigen sich dagegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Teilgruppen mit unterschiedlichen Arbeitsplänen. Betrachtet man allerdings die prozentualen Verbesserungen der Arbeitsausführungsdauer von Wiederholung zu Wiederholung, ergibt sich erneut ein signifikanter Einfluss der Art des Arbeitsplans ($p=0,017$). Beim paarweisen Vergleich zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen dem textuellen und dem animierten Arbeitsplan ($p=0,015$). Dabei ist der Zeitbedarf für den reichhaltigeren, animierten Arbeitsplan geringer als für den textuellen.

Einfluss der Vorerfahrungen

Von großer Bedeutung für die Anlernung sind die Erfahrung im Umgang mit technischen Zeichnungen sowie die Erfahrung mit Montageaufgaben, da beide in einem signifikanten Zusammenhang mit der Dauer der einzelnen Arbeitsausführungen stehen. Die Zusammenhänge sind negativ, d. h. mit zunehmender Erfahrung sinkt der Zeitbedarf bzw. steigt die erreichte Leistung. Ein signifikanter Einfluss der Erfahrung der Versuchspersonen im Umgang mit Vergasern ist dagegen nicht festzustellen.

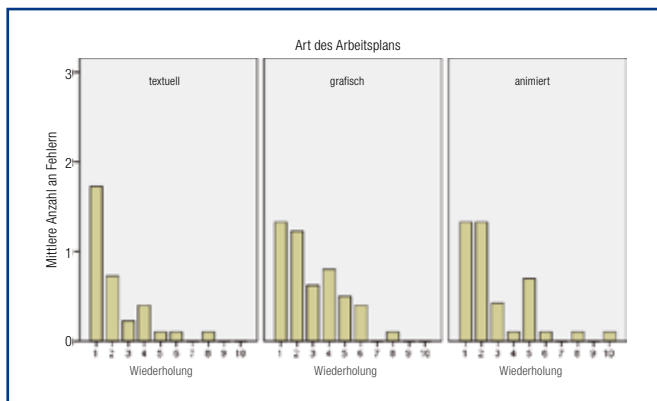


Abbildung 5: Durchschnittliche Anzahl an Fehlern

Mentale Beanspruchung der Versuchspersonen

Die mentale Beanspruchung der Versuchspersonen wurde mit Hilfe des NASA Task Load Index erfasst und ist in Abbildung 4 für die einzelnen Arbeitsplanarten dargestellt. Die Ergebnisse zeigen für den grafischen Arbeitsplan die geringste Beanspruchung, für den animierten Arbeitsplan eine mittlere und für den textuellen Arbeitsplan die höchste Beanspruchung.

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Art des Arbeitsplans bzw. der informatischen Reichhaltigkeit und der subjektiven mentalen Beanspruchung lässt sich allerdings nicht nachweisen.

Fehler

Im Laborversuch wurde neben der Ausführungsdauer auch die Anzahl der Fehler erfasst, die im Verlauf einer Vergasermontage beobachtet werden konnten. Abbildung 5 zeigt die mittlere Anzahl Montagefehler für den ersten bis zehnten Vergaserzusammenbau differenziert nach Art des Arbeitsplans. Über alle Wiederholungen hinweg ist die Fehlerquote beim Montieren mit Hilfe des textuellen Arbeitsplans mit durchschnittlich 3,4 Fehlern je Versuchsperson am niedrigsten. Die höchste Fehlerzahl tritt mit insgesamt durchschnittlich 4,9 Fehlern bei der Nutzung des grafischen Arbeitsplans auf. Für den animierten Arbeitsplan beträgt die durchschnittliche Anzahl an Fehlern insgesamt 4,2. Signifikante Unterschiede zwischen den Arbeitsplänen können nicht festgestellt werden. Ebenso hat auch die Montageerfahrung keinen nachweisbaren Einfluss auf die Anzahl der Fehler.

Fazit und Ausblick

Die durchgeführte Untersuchung zeigt, dass die Dauer einer erstmaligen Arbeitsausführung mit der informatischen Reichhaltigkeit des eingesetzten Arbeitsplans sinkt. Hinsichtlich einer wiederholten Arbeitsausführung konnte

Projektinformation

FlexPro – Flexible Produktionskapazität innovativ managen

Nutzen

Erhöhung der Flexibilität und Stabilität von Unternehmen

Projekt / Forschungsträger

*Bundesministerium für Bildung und Forschung,
Projektträger im DLR (FKZ: 01FH09019)*

Laufzeit

Juli 2009 – April 2013

Projektpartner

ALROUND – Aktionsgemeinschaft luft- und raumfahrtorientierter Unternehmen in Deutschland e.V., Bonn

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

Lehrstuhl für Wirtschafts- und Sozialpsychologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg

RKM GmbH Personaldienstleistungen, München

basierend auf der Ausführungsdauer kein Unterschied zwischen den verschiedenen Arbeitsplänen nachgewiesen werden. Beim paarweisen Vergleich der prozentualen Verbesserungen von Arbeitsausführung zu Arbeitsausführung schnitt erneut der animierte Arbeitsplan besser ab als der textuelle. Weiterhin zeigt die Untersuchung, dass Vorerfahrungen mit technischen Zeichnungen sowie insbesondere mit Montageaufgaben die Anlernung begünstigen.

In einer weiteren Laborstudie soll unter anderem der Einfluss der Aufgabenschwierigkeit bzw. der Komplexität von Arbeitsaufgaben analysiert werden. Das Versuchsdesign sieht vor, dass die Versuchspersonen neben Vergasern auch Motorblöcke und pneumatische Regler montieren. Die Studie soll unter Einbeziehung von Personen mit handwerklicher Vorbildung (Industriemechaniker in der Ausbildung oder mit abgeschlossener Berufsausbildung) durchgeführt werden. Auf der Grundlage der Versuchsergebnisse soll zukünftig eine Unterscheidung von Arbeitsaufgaben nach ihrer Erlernbarkeit ermöglicht werden, um auf diese Weise die Zuordnung von Arbeitspersonen zu Arbeitsaufgaben beim kurzfristigen Einsatz von Zeitarbeitspersonen zu verbessern.

→ Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Tim Jeske
Telefon: (0241) 80 99 468
t.jeske@iaw.rwth-aachen.de

→ Dipl.-Päd. Katharina Hasenau
Telefon: (0241) 80 99 466
k.hasenau@iaw.rwth-aachen.de



Simulationsgestützte Optimierung im Projektmanagement

Entwicklung eines Gantt-Optimizers für die Projektplanung und das Projektmanagement in der Automobilindustrie

Die effiziente Ausgestaltung und Durchführung von Entwicklungs- und Innovationsprojekten ist für deutsche Unternehmen ein entscheidender Erfolgsfaktor bei der nachhaltigen Sicherung ihrer Wettbewerbsfähigkeit. Die Planung dieser Projekte stellt für den Menschen eine äußerst komplexe Aufgabe dar, die sich ohne rechnergestützte Werkzeuge nicht optimal lösen lässt. So konnten Studien zeigen, dass eine schlechte Projektplanung zwischen einem Drittel

und der Hälfte der für das Projekt verfügbaren Entwicklungskapazitäten bindet und 20 bis 50 Prozent der Kosten verursacht.

In dem Verbundprojekt Gantt-Optimizer werden die ACTANO GmbH, die TESEON GmbH und das IAW die bestehenden Herausforderungen des Projektmanagements aufgreifen und ein praxisorientiertes Instrumentarium zur kon-

tinuierlichen Planung und Steuerung von komplexen Entwicklungsprojekten realisieren.

Einflussfaktoren von Entwicklungsprojekten

Ziel des Projektes ist zunächst, die wesentlichen Einflussfaktoren von Entwicklungsprojekten und deren Wechselwirkungen zueinander zu identifizieren. Eine umfassende Literaturanalyse und Experteninterviews sollen ermöglichen, die Elemente bestehender Projektpläne zu klassifizieren und zu systematisieren, um anschließend ein allgemeingültiges Projektmodell beschreiben zu können. Eine Einflussgröße charakterisiert dabei Aspekte, die zu einem optimalen Plan beitragen und die Qualität eines Plans determinieren, während ein Element die Komponenten und Informationen beschreibt, aus denen ein Projektplan besteht, beispielsweise Aktivitäten oder Bearbeitungsdauer. Im Mittelpunkt der Untersuchung werden die Informationsabhängigkeiten zwischen Elementen des Projektplans und den identifizierten Einflussgrößen stehen. Für die Beschreibung dieser Abhängigkeiten soll die Methode Design Structure Matrix (DSM) genutzt werden. Erste Studien belegen die Stärken der DSM in der Modellierung und Analyse von System-Interdependenzen.

Simulationsmodell zur Abschätzung von Produktentwicklungsdauern und dem terminlichen Scheduling

Ein weiteres Ziel stellt das zu konzipierende und prototypisch zu implementierende Simulationsmodell für eine rechnergestützte Abschätzung von Produktentwicklungsdauern und dem terminlichen Scheduling von Projektaktivitäten dar. Das Modell soll auf den beschriebenen Wirkbeziehungen des allgemein gültigen Projektmodells basieren und anwendungsfallspezifisch angepasst werden können. Die identifizierten Einflussfaktoren und Elemente eines Projektplans bilden die Grundlage zur Beschreibung kausaler Wirkbeziehungen zwischen den Stellgrößen einer Projektorganisation und den Projektzielen. Von besonderem Interesse ist die Identifizierung von gängigen Projekt-szenarien. Aus den im Rahmen des Verbundprojektes erhobenen Daten und Ergebnissen wird unter anderem eine Auswahl von Einflussfaktoren genutzt, um ein Konzept für eine integrierte Risiko-Forecast Analyse zu entwickeln, mit der das Terminrisiko und die Wahrscheinlichkeit des Verfehlens von planerischen Zielgrößen prognostiziert werden kann.

Projektinformation

Gantt-Optimizer

Nutzen

Entwicklung eines simulationsgestützten Optimierungswerkzeugs, das Projektmanager und -planer systematisch bei der Erstellung von effektiven und effizienten Projektplänen unterstützt.

Projekt / Forschungsträger

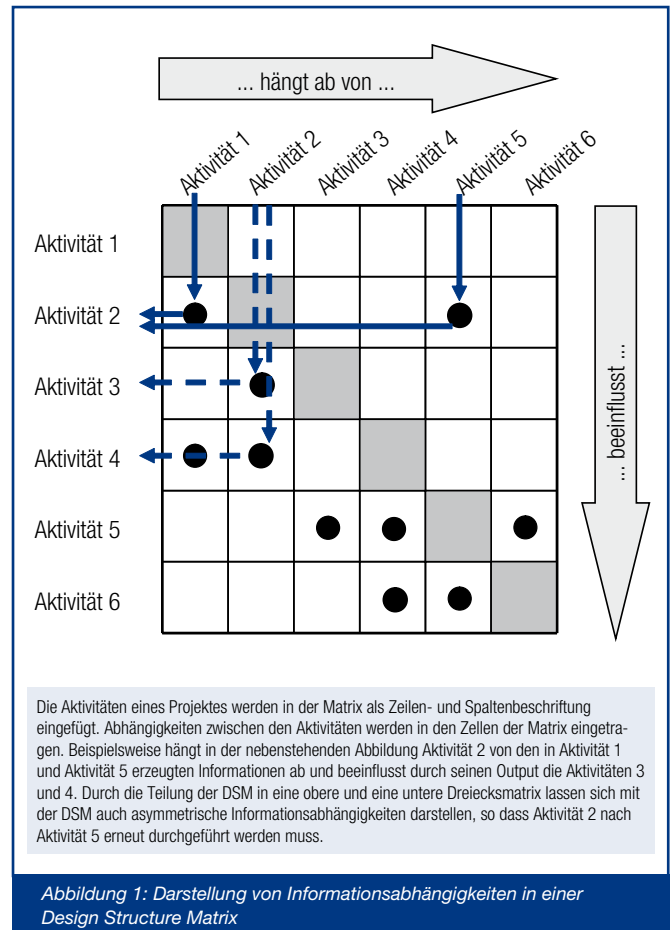
*Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),
Projektträger im DLR*

Laufzeit

November 2010 – Oktober 2012

Projektpartner

*Verbundkoordinator: ACTANO GmbH, München
Verbundpartner: TESEON GmbH, Garching
Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
der RWTH Aachen University*



Simulationsgestütztes Optimierungswerkzeug in der Praxis

Die Identifizierung von effektiven und effizienten Projektplänen ist eng verknüpft mit der Optimierung der strukturellen Elemente des zugrundeliegenden Projektmodells. Um eine effektive Beschreibung, Analyse und Verbesserung von verschiedenen komplexen Projektplanungsproblemen zu erreichen, wird daher das ereignisdiskrete, rechnergestützte Simulationsmodell mit mehrkriteriellen Optimierungsheuristiken kombiniert. Das Konzept für eine solche rechnergestützte Methode sowie die zugrundeliegenden Algorithmen werden von ACTANO in Kooperation mit den Verbundpartnern auf Basis des bestehenden Projektmanagementtools RPlan prototypenhaft entwickelt und bei ausgewählten Praxispartnern evaluiert. Das innovative Optimierungskonzept ermöglicht dabei erstmalig die umfassende, prospektive Bewertung nahezu aller möglichen Projektkonstellationen sowie die Identifizierung eines für ein vorgegebenes Zielsystem optimalen Projektplans. Das Planungsziel kann dabei neben einer möglichst kurzen Entwicklungsdauer auch die Erreichung einer effizienten Ressourcennutzung, eine hohe Fehlerrobustheit des Prozesses oder eine Kombination aus diesen Faktoren im Sinne einer mehrkriteriellen Optimierung sein.

Fazit

In Verbindung mit den aufgeführten wissenschaftlichen Fragestellungen werden durch ein praxisorientiertes Werkzeug und ein entsprechendes methodisches Vorgehen Defizite bei der üblichen Planung von komplexen Entwicklungsprojekten behoben. Die aus dem Projekt Gantt-Optimizer resultierenden Ergebnisse werden zu einer effektiven und effizienten Projektplanung führen, die durch eine deutliche Reduzierung des Terminrisikos und der Budgetüberschreitung, einer optimierten Ressourcenauslastung und reduziertem Planungsaufwand gekennzeichnet sein wird. Die einfache rechnergestützte Erzeugung verschiedener Projekt-szenarien wird die Projektplaner zudem zum

Aufbau von spezialisiertem Projektwissen befähigen, wodurch insgesamt die Akzeptanz rechnergestützter Optimierungsverfahren in der Projektmanagement-Praxis erhöht wird.

→ Dipl.-Ing. Sebastian Schneider
Telefon: (0241) 80 99 464
s.schneider@iaw.rwth-aachen.de

→ 5. Symposium „Arbeitsorganisation der Zukunft – Wachstum durch Produktivitätsmanagement“

Produktivität ist in wirtschaftlich schwierigen Zeiten ein Schlüsselfaktor für den Erfolg von Unternehmen. Entsprechend groß war auch in diesem Jahr die Resonanz auf die vom IAW und der Deutschen MTM-Vereinigung e.V. organisierte Fachtagung „Arbeitsorganisation der Zukunft – Wachstum durch Produktivitätsmanagement“. Wie schon in den vier vorherigen Tagungen ist es den Veranstaltern gelungen, hochkarätige Referenten aus unterschiedlichen Branchen zu gewinnen. Nach einem Impulsreferat von Prof. Christopher M. Schlick zum Thema „Integriertes Projekt- und Änderungsmanagement auf Basis von Design Structure Matrizen“ folgten Referate von Dr. Jürgen Stahl (Brose Gruppe), Peter Lehmacher (InfraServ GmbH & Co. Knapsack KG), Dieter Schmitz (Carpus+Partner AG), Dr. Manfred Mühlfelder (Porsche Consulting GmbH), Holger Müller (Deutsche MTM-Gesellschaft), Dr. Hans Fischer (Deutsche MTM-Vereinigung e.V.), Dr. Sven Hinrichsen (Cinram GmbH) und Gerhard Schauland (Karl Dungs GmbH & Co. KG).

Die Vorträge und die sich anschließenden Diskussionen vermittelten den ca. 60 Teilnehmern der Tagung eine Vielzahl an Strategien und Instrumenten des Produktivitätsmanagements sowohl für die Produktion als auch für das Projektmanagement, die Entwicklung und die projektbezogene Dienstleistungserbringung. Die innovativen Methoden des Industrial Engineering setzen dabei an verschiedenen Einflussgrößen an, die auf die Produktivität einer Unternehmung wirken. Somit konnte die Fachtagung Möglichkeiten aufzeigen, wie sowohl kurzfristig als auch nachhaltig eine Produktivitätssteigerung erreicht und so die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen effektiv und effizient gesichert werden kann und welche Instrumente und Methoden des Produktivitätsmanagements sich in der betrieblichen Praxis bewährt haben.

→ Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Sönke Duckwitz
Telefon: (0241) 80 99 461
s.duckwitz@iaw.rwth-aachen.de

→ Kontroverse Diskussion auf ESysPro-Fachtagung zur Professionalisierung in der Energieberatung

Weshalb ist ein Bauzeichner in der Energieberatung erfolgreich? Am Montag, dem 6. September 2010, wurde diese Frage auf der Fachtagung des Projekts „Energieberatung systematisch professionalisieren (ESysPro)“ mit dem Titel „Professionalisierung in der Energieberatung – Ergebnisse einer interdisziplinären Fallstudie“ im SuperC der RWTH Aachen kontrovers diskutiert.

Die Referentinnen und Referenten analysierten aus einer biografie- und bildungstheoretischen, einer berufs- und professionstheoretischen, einer fachdidaktischen, verschiedener fachwissenschaftlicher und einer berufs- und betriebspädagogischen Perspektive den Werdegang eines „typischen Energieberaters“. Der diskutierte Fall besitzt die Ausgangsqualifikation eines Bauzeichners und ist zurzeit hauptsächlich in der Energieberatung tätig. Den Referierenden und auch der Diskutantengruppe lagen ein autobiografisch-narratives Interview, ein problemzentriertes Gruppeninterview, eine Prozessaufnahme seiner Firma sowie die Ordnungsmittel des Ausgangsberufs vor. Im Rahmen des Gruppeninterviews war es die Aufgabe, ein konkretes Problem eines Energieberaters zu lösen. Die Analyseergebnisse der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wurden zunächst von einer Diskutantengruppe diskutiert. Anschließend wurde die Diskussion für das anwesende Fachpublikum von ca. 70 Energieberatungsexperten aus Theorie und Praxis geöffnet und insbesondere zwischen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und den Praktikern kontrovers diskutiert.

Die Ergebnisse und die Diskussionen helfen dem Projekt ESysPro dabei, Energieberatungsdienstleistungen durch eine höhere Professionalität der Berater auszubauen und den Übergang vom Beruf zur Profession in diesem Berufsfeld

Projektinformation

BMBF-Verbundprojekt „Energieberatung systematisch professionalisieren“ (ESysPro)

Nutzen

Stärkung der Dienstleistungsfacharbeit in der Energieberatung durch Professionalisierung von Energieberatern

Projekt / Forschungsträger

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) / Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt; Forschungsprogramm „Innovationen mit Dienstleistungen“, Förderschwerpunkt „Dienstleistungsqualität durch professionelle Arbeit“

Laufzeit

01. August 2008 – 31. Juli 2011

Projektpartner

*Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) der RWTH Aachen University (Verbundkoordinator)
Lehrstuhl für Baubetrieb und Gebäudetechnik (BGT) der RWTH Aachen University
Forschungsinstitut für Rationalisierung e.V. (FIR) an der RWTH Aachen University
Adapton Energiesysteme AG, Aachen*

genauer zu beschreiben. Von der Forschung profitieren Energieberater, Energieberatungskunden, Anbieter von Fort- und Weiterbildungen sowie Wissenschaftler aus der Professionstheorie.

Die Ergebnisse werden in Kürze in einem alle Beiträge umfassenden Tagungsband publiziert. Bitte besuchen Sie uns, um näheres zu erfahren, auf der Homepage des Projekts „ESysPro“: www.esyspro.de.

→ Dr. phil. Dipl.-Ing. Martin Frenz
Telefon: (0241) 80 99 480
m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

→ Dipl.-Wirt.-Ing. Raymond Djaloeis
Telefon: (0241) 80 99 481
r.djaloeis@iaw.rwth-aachen.de

→ Dipl.-Ing. Simon Heinen
Telefon: (0241) 80 99 487
s.heinen@iaw.rwth-aachen.de

Veranstaltungen

Frühjahrstagung 2011 der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik

Zeit/Ort	16. – 18. März 2011, Aachen
Inhalt/Info	50 Jahre akademische Ausbildung von Gewerbelehrerinnen und -lehrern
Link	www.ezw.rwth-aachen.de/index.php?id=549

Mensch, Technik, Organisation – Vernetzung im Produktentstehungs- und -herstellungsprozess

Zeit/Ort	23. – 25. März 2011, Technische Universität Chemnitz
Inhalt/Info	57. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (GfA)
Link	www.tu-chemnitz.de/mb/ArbeitsWiss/de/content/gfa-2011

Innovationen im Dienste der Gesellschaft

Zeit/Ort	31. März und 01. April 2011, bcc – Berliner Congress Center, Berlin
Inhalt/Info	3. Zukunftsforum Innovationsfähigkeit des BMBF
Link	www.arbeiten-lernen-kompetenzen-entwickeln.de

ODAM 2011 „Research for the missing link“

Zeit/Ort	04. – 06. April 2011, Rhodes University, Grahamstown, South Africa
Inhalt/Info	The 10 th International Symposium of Human Factors in Organisational Design and Management (ODAM)
Link	www.ru.ac.za/static/conferences/odam2011

The 23rd International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'11)

Zeit/Ort	20. – 24. Juni 2011, London
Inhalt/Info	Is Olympics – Information Systems in a diverse world
Link	www.caise2011.com

HCI International 2011

Zeit/Ort	09. – 14. Juli 2011, Hilton Orlando Bonnet Creek, Orlando, Florida, USA
Inhalt/Info	The 14 th International Conference on Human-Computer Interaction
Link	www.hcii2011.org

IAW KURZ und KNAPP

→ ProAktiW - Produktionssysteme Aktiv Wandeln

Im Rahmen des Forschungsprojekts ProAktiW wird ein „Wandlungsfähiges Produktionssystem“ (WPS) auf Einzelunternehmensebene durch die integrierte Betrachtung von Mitarbeitern, Technologie, Organisation und Information entwickelt. Das BMBF-geförderte Verbundprojekt wird innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), betreut. Der Projektstart war am 7. Oktober 2010, die Laufzeit beträgt drei Jahre. Am Beispiel von Produkten mit einem hohen Anteil an Stahlverarbeitung und Montage soll die komplette innerbetriebliche Prozesskette abgebildet werden. Die Gestaltung des Zusammenspiels der einzelnen Elemente steht im Vordergrund: Es gilt, den richtigen Grad an Wandlungsfähigkeit und die Kombination von Lösungselementen zu bestimmen, um gezielt die entscheidenden „Engpässe“ zu identifizieren, zu beseitigen und schließlich das Gesamtsystem in der Produktion wandlungsfähiger zu gestalten. Auf diese Weise sollen auch Einzelprodukte über wandlungsfähige Prozessketten effizient produziert werden können, um damit Skaleneffekte in der Einzel- und Kleinserienfertigung nutzbar zu machen. Forschungsschwerpunkte im Projekt sind die Entwicklung und Gestaltung einer wandlungsfähigen Schweißzelle mit kooperierenden Robotern, eine softwaretechnische Simulation der vorrichtungslosen, wandlungsfähigen Schweißzelle sowie Qualifizierungspotentiale und -möglichkeiten für Mitarbeiter in wandlungsfähigen Prozessketten. Ansprechpartner am IAW: Dipl.-Ing. Simon Heinen, Tel. (0241) 80 99 487, s.heinen@iaw.rwth-aachen.de, www.proaktiw.de

→ GPM-Basiszertifikat im Projektmanagement

Im Rahmen der neuen IAW-Lehrveranstaltung „Qualitäts- und Projektmanagement“ wird den Bachelorstudierenden erstmalig die Inhouse-Zertifizierung „Basiszertifikat im Projektmanagement“ der Deutschen Gesellschaft für Projektmanagement e.V. (GPM) angeboten. Das international anerkannte Zertifikat richtet sich insbesondere an Studierende, die an einer unabhängigen und kompetenten Bestätigung ihres Projektmanagement-Wissens interessiert sind. Daher führte die GPM Young Crew am Ende des Sommersemesters einen zweitägigen Workshop mit 16 interessierten Studierenden der Lehrveranstaltung durch. In anschaulichen Übungen wurden die prüfungsrelevanten, PM-technischen Kompetenzelemente vermittelt. Die Studierenden wurden auf diese Weise optimal auf die Zertifizierungsprüfung vorbereitet. In Kombination mit dem Workshop der GPM Young Crew stellt das Basiszertifikat im Projektmanagement somit eine qualifizierte Ergänzung zur Lehrveranstaltung dar. Kontakt: Dipl.-Ing. Sebastian Schneider, Tel. (0241) 80 99 464, s.schneider@iaw.rwth-aachen.de.

→ Studie zur Altersforschung

Einstellungen gegenüber Älteren spielen im Unternehmen eine bedeutsame Rolle und haben u.a. Auswirkungen auf Personalprozesse bzw. -entscheidungen, die von der Personalrekrutierung über betriebliche Fort- und Weiterbildungsangebote bis hin zur Personalfreisetzung reichen. Die Studie richtet sich insbesondere an Vertreter/innen kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU), die in Personalentscheidungen eingebunden sind und Interesse an einem Feedback über ihre Einstellung gegenüber älteren Arbeitspersonen haben. Durch Ihre Teilnahme unterstützen Sie unser Forschungsvorhaben und die Ableitung von Erkenntnissen und Maßnahmen, die sich konkret an den Bedürfnissen von KMU orientieren.

Link zur Umfrage: ww2.unipark.de/uc/iaw-rwth-aachen
Kontakt: Dipl.-Päd. Katharina Hasenau, Tel. (0241) 80 99 466, k.hasenau@iaw.rwth-aachen.de.