
Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2012

“Die Grenzen des Möglichen lassen sich nur dadurch bestimmen, dass man sich ein wenig über sie hinaus ins Unmögliche wagt.”

Arthur C. Clarke, britischer Schriftsteller (* 1917 † 2008)

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

2012 ist vorbei. Einen Weltuntergang hat uns das Jahr nicht beschert – dafür aber viele Ereignisse, deren mediale Bilder uns noch lange in Erinnerung bleiben werden.

Neben der Fußball-Europameisterschaft in Polen und der Ukraine und den Olympischen Spielen in London faszinierte vor allem der Sprung Felix Baumgartners die Welt. Der österreichische Extremsportler sprang am 14. Oktober 2012 aus 39 Kilometern Höhe aus einer Ballonkapsel auf die Erde und durchbrach als erster Mensch im freien Fall die Schallmauer. Baumgartner ist damit an Grenzen gegangen – nicht nur an seine eigenen, sondern auch an die des Menschenmöglichen.

Über Grenzen ist auch das IPH gegangen – und zwar wortwörtlich. Unsere Projekte führten uns im Jahr 2012 nicht nur in viele Ecken Deutschlands, sondern auch ins europäische Ausland und sogar bis nach Japan.

Gemeinsam mit Unternehmen aus Deutschland, Spanien, Rumänien und der Türkei untersuchen wir seit Herbst 2012, wie Kurbelwellen mit weniger Materialeinsatz hergestellt werden können. Möglich machen soll dies das ressourceneffiziente mehrdirektionale Schmieden, das bereits seit vielen Jahren am IPH erforscht und weiterentwickelt wird. In dem zweijährigen Forschungsprojekt, das von der Europäischen Union gefördert wird, optimieren wir nun das Verfahren für den Einsatz in der industriellen Praxis. Von den Forschungsergebnissen sollen nicht nur Unternehmen profitieren, sondern auch die Umwelt.

Auch in der Beratung waren wir 2012 wieder international tätig. Für ein Schweizer Unternehmen planten wir eine moderne Fabrik, in der das Traditionshaus künftig seine luxuriösen Produkte fertigen kann. Ein Schmiedeunternehmen aus Osteuropa kann seine Bauteile dank uns nun mit 30 % weniger Materialeinsatz herstellen. Und auch ein Unternehmen aus dem Fernen Osten konnten wir dabei unterstützen, die Materialkosten seiner Bauteile bei gleichbleibender Qualität zu senken.

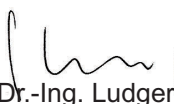
Über diese und viele weitere interessante Projekte möchten wir Sie in unserem Jahresbericht 2012 informieren. Tauchen Sie ein in die spannende und vielseitige Welt unserer Forschungs- und Beratungsdienstleistungen.



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



Prof. Dr.-Ing./habil. Peter Nyhuis



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer



Dr.-Ing. Georg Ullmann

Geschäftsführung und Beirat

Geschäftsführung

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

| *Geschäftsführender Gesellschafter und Sprecher der Geschäftsführung* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Dr.-Ing. Georg Ullmann

| *Koordinierender Geschäftsführer* |

Beirat

Prof. Dr.-Ing. Jörg Seume

| *Dekan der Fakultät für Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover und Vorsitzender des Beirats* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Friedrich-Wilhelm Bach

| *Niedersachsenprofessor für Werkstofftechnik-Rückbautechnologie* |

Dr. Sabine Johannsen

| *Mitglied des Vorstands der Investitions- und Förderbank Niedersachsen - NBank GmbH* |

Dipl.-Ing. Volker Bartels

| *Geschäftsführer der Sennheiser electronic GmbH & Co. KG* |

Dr.-Ing. Kai Brüggemann

| *Hamburg Plant Management, Airbus Operations GmbH* |

Dr.-Ing. Andreas Jäger

| *Geschäftsführer der Jäger Gummi und Kunststoff GmbH* |

Inhaltsverzeichnis

5	Vorwort
7	Geschäftsführung und Beirat
8	Inhaltsverzeichnis

Das war 2012

16	Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau
18	Die Nacht, die Wissen schafft
20	Hannover Messe
22	Preise und Auszeichnungen
23	Dissertationen
24	Zahlen und Fakten

Ausgewählte Projekte

28	Nach Belegungsplan Kosten sparen Energiekostenorientierte Belegungsplanung <i>2022 gehen in Deutschland die letzten Atomkraftwerke vom Netz. Neben dem Beschluss zum Atomausstieg sorgt die weltweite Verknappung fossiler Brennstoffe für einen stetigen Anstieg der Energiekosten. Das IPH entwickelt ein innovatives Verfahren zur Produktionsplanung, mit dem produzierende Unternehmen ihre Energiekosten gezielt senken können.</i>
30	Mehrdimensionales Sparen bis nach Asien Materialkostensenkung durch mehrdirektionale Umformung <i>Die Expertise des IPH im Bereich der gratreduzierten und gratlosen Umformung ist inzwischen auch über den europäischen Kontinent hinaus bekannt. Einen Kunden aus dem Fernen Osten unterstützen die Ingenieure aktuell dabei, die Materialausnutzung eines Schmiedeprozesses zu steigern. Anspruchsvoll ist bei diesem Auftrag nicht nur das betrachtete Bauteil.</i>

Keine Chance den Sound-Piraten Entwicklung eines Produktschutzkonzepts für Sennheiser	32
<i>Wo qualitativ hochwertige Waren angeboten werden, sind minderwertige Plagiate und Fälschungen oft nicht weit. Um ihre Kunden vor gefälschten Produkten zu schützen, geht die Sennheiser-Gruppe neue Wege. Gemeinsam mit dem IPH hat der Premiumhersteller von Mikrofonen, Kopfhörern und drahtlosen Übertragungssystemen ein innovatives Produktschutzkonzept entwickelt.</i>	
Drum prüfe, wer sein Kapital zu lange bindet Reduzierte Kapitalbindung in der Montage	34
<i>Was kostet es, wenn alle warten und einer zu spät kommt? Zumindest im Maschinen- und Anlagenbau lautet die Antwort: viel Geld. Doch Unternehmen können hier gegensteuern. Wie die Kostenverursacher gefunden und die Kapitalbindung in der Montage reduziert werden können, untersucht das IPH in einem aktuellen Forschungsprojekt.</i>	
Gratlosschmieden leicht gemacht Materialeffiziente Fertigung durch innovative Umformtechnik	36
<i>Für material- und energieintensive Branchen, wie beispielsweise die Schmiedeindustrie, ist die effiziente Nutzung von Ressourcen besonders relevant. Im Vergleich zu einer spanenden Herstellung können innovative Prozesstechnologien wie das gratlose Schmieden die Ressourceneffizienz verbessern.</i>	
Auf der Suche nach dem Super-Label Neues Auto-ID-System vereint Vorzüge von Barcode, Matrixcode und RFID	38
<i>Zur eindeutigen Identifikation von Gütern kommen in der Industrie und im alltäglichen Leben unterschiedliche Kennzeichnungstechnologien zum Einsatz. Doch nicht alle können nachträglich bearbeitet und von Mensch und Maschinen gleichermaßen gelesen werden. Die Ingenieure des IPH entwickeln ein Auto-ID-System, das die Vorzüge bestehender Systeme vereinen soll.</i>	
In Echtzeit zu neuen Montageplänen Online-Simulationen erleichtern Montagesteuerung für XXL-Produkte	40
<i>XXL-Produkte werden in der Regel in Baustellenmontage zusammengesetzt. Tritt dabei eine Störung auf, muss schnell ein neuer Montageplan entworfen werden. Das IPH arbeitet derzeit mit Informatikern der Leibniz Universität Hannover an einem Verfahren, das mit Online-Simulationen alternative Montagepläne erstellt.</i>	

- 42 **Darf es auch ein bisschen mehr sein? | Simulation von großskalierten Schmiedeteilen**
XXL-Produkte wie Schiffe und Flugzeuge erfordern XXL-Schmiedeteile. Um Schiffswellen, Turbinenschaufeln und weitere metergroße Bauteile herzustellen, werden die eingesetzten Umformanlagen derzeit an ihre Grenzen gebracht. Ein neues Simulationsmodell des IPH soll die Entwicklungsprozesse beschleunigen.
- 44 **Ordnung ist das halbe (Montage-)Leben | Konzept zur Handhabung und Montage von Telespeisern**
Telespeiser sind gefragte Produkte in der Gießereiindustrie. Im Herstellungsprozess erfolgt die Handhabung und Montage der Einzelteile überwiegend manuell und personalintensiv. Durch Prozessanalysen und eine Skizzierung neuer Handhabungskonzepte hat das IPH einen Hersteller derartiger Produkte dabei unterstützt, seine Abläufe produktiver zu gestalten.
- 46 **Großer Raum für kleine Uhren | Planung eines Produktionsgebäudes für einen Uhrenhersteller**
Früher oder später kommen viele Traditionsunternehmen an den Punkt, an dem der alte Firmensitz aus allen Nähten platzt. Damit die Produktion auf dem neuesten Stand bleibt, kann ein Neubau auf der grünen Wiese sinnvoll sein. Gemeinsam mit einem Architekturbüro hat das IPH eine moderne Fabrik für einen Uhrenhersteller geplant.
- 48 **Schmiedegesenke unter Spannung | Fehlerreduktion in der Massivumformung**
Um fehlerhafte Schmiedebauteile bereits frühzeitig zu erkennen, müsste der Umformprozess durchgehend überwacht werden. Doch Sensoren können den Extrembedingungen im Gesenk nicht standhalten. Das IPH arbeitet an einem Überwachungssystem, das elektrische Spannung zur Kontrolle der Bauteile nutzt.
- 50 **LED sorgen für Orientierung | Wandlungsfähige Lager dank Indoor-Navigationssystem**
Wandlungsfähigkeit ist heute eine wesentliche Eigenschaft erfolgreicher Unternehmen. Nur wer seine Produktions- und Lagersysteme stets an die aktuellen Anforderungen des Marktes anpassen kann, hat langfristig Erfolg. Mit einem Indoor-Navigationssystem möchte das IPH Unternehmen bei der Realisierung wandlungsfähiger Lager helfen.

<p>Die Qual der ERP-Auswahl IPH unterstützt KMU bei der Software-Auswahl</p> <p><i>Der Markt an Systemen zur Unternehmensressourcenplanung ist beinahe unüberschaubar groß. Wer aus dem Angebot der über 600 Anbieter von ERP-Systemen die beste Lösung für das eigene Unternehmen auswählen möchte, muss daher systematisch vorgehen. Das IPH erleichtert Kunden die Qual der (Aus-)Wahl.</i></p>	52
<p>Mit Leichtbau höher hinaus Entwicklung von Leichtbautürmen für Windenergieanlagen</p> <p><i>Weil der Wind in der Höhe stärker ist und durchgängiger weht, können höhere Windkraftanlagen größere Energieerträge erzielen. Ab einer bestimmten Höhe wird das Gewicht der Türme allerdings zum Problem – die Anlage bricht darunter zusammen. Ingenieure des IPH haben Leichtbaukonzepte entwickelt, mit denen die Türme zukünftig höher in den Himmel wachsen sollen.</i></p>	54
<p>Über den Tellerrand geschaut Allround-Montagehilfen für XXL-Produkte</p> <p><i>Um Windkraftanlagen und andere XXL-Produkte zu montieren, werden eigens spezielle Montagevorrichtungen entwickelt. Bislang arbeitet jede Branche für sich. Dabei lohnt sich der Blick in andere Bereiche. Das IPH möchte die Montage von Großbauteilen mit Hilfe generischer Prinzipien unterstützen und vielseitig einsetzbare Montagehilfen schaffen.</i></p>	56
<p>Von Anfang an Energie sparen Weniger Kosten durch energieeffiziente Fabrikplanung</p> <p><i>Bei der Fabrikplanung wurde bislang vor allem auf logistische und ästhetische Aspekte Wert gelegt. Aufgrund steigender Energiekosten rückt nun die Energieeffizienz der Produktionsstätten in den Fokus. Mit Bauphysikern und Architekten erforschen die Ingenieure des IPH, wie Fabriken von Anfang an energieeffizienter geplant werden können.</i></p>	58
<p>Damit es rund läuft Verbesserung von Rundlauf toleranzen mittels Kalibrierprozess</p> <p><i>Für einen Automobilzulieferer hat das IPH ein Kalibrierverfahren für ein schnell rotierendes Metallbauteil untersucht. Die Besonderheit: Das Bauteil, das der Auftraggeber fertigen möchte, erfordert eine extrem hohe Rundlauf toleranz. Das IPH hat die benötigten Kalibrierkräfte und Kalibrierwege ermittelt.</i></p>	60

Projekte und Partner

64	Projektübersicht 2012
71	Projektpartner 2012

Veröffentlichungen und Vorträge

74	Veröffentlichungen und Vorträge 2012
78	Impressum

Das war 2012

Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau

Branchennetzwerk feiert 15-jähriges Bestehen

2012 feierte der Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB) 15-jähriges Bestehen. Unter dem Motto „Gestern, heute, morgen – Entwicklungen und Trends im Werkzeug- und Formenbau“ traf sich das Branchennetzwerk am 28. Juni 2012 im IPH. Neben vielen langjährigen Mitgliedern kamen auch zahlreiche Interessierte aus dem Werkzeug- und Formenbau nach Hannover, um dem AKWZB zu gratulieren und auf 15 erfolgreiche Jahre zurückzuschauen.



Arbeitskreis
Werkzeug- & Formenbau

Seit der Gründung 1997 hat sich einiges getan: Über die Jahre wandelten sich die Themen, die im Arbeitskreis diskutiert wurden, immer wieder.

Während es in der Anfangszeit des Arbeitskreises vor allem um organisatorische Themen ging, kamen später zunehmend technologische und informationstechnische Fragestellungen hinzu. Zur Jahrtausendwende beschäftigten den Werkzeug- und Formenbau vor allem IT-Themen; in den Folgejahren standen primär CAD, CAM und FEM auf der Agenda des Arbeitskreises. Auch neue technologische Ansätze, zum Beispiel Härteverfahren wie Durchhärten oder Induktionshärten sowie Laser- und Beschichtungsverfahren wurden seitdem thematisiert.

Branchentrends auf der Spur

Mittlerweile hat sich der Arbeitskreis als erfolgreiches Netzwerk des Werkzeug- und Formenbaus im deutschsprachigen Raum etabliert. Doch die Lust an der Kommunikation musste in der Branche erst geweckt werden, wie Mitinitiatorin Professor Dr. Kirsten Tracht bei der Jubiläumsveranstaltung erinnerte. Die Ingenieurin blickte auf 15 Jahre AKWZB zurück und sorgte mit mancher Anekdote für Schmunzeln bei den Teilnehmern. Neben dem Rückblick schaute der Arbeitskreis jedoch vor allem nach vorn. Über aktuelle Entwicklungen im Bereich elektrotechnischer Produkte informierte Dr. Frank Possel-Dölken von der Phoenix Contact GmbH & Co. KG. Dr. Winfried Blümel, Chief Operation Officer bei der Progress-Werk Oberkirch AG, demonstrierte, wie sich Produktionsanläufe durch schlanke Geschäftsprozesse verbessern lassen. Unter der Führung von Dr. Jörg Blum von der Volkswagen AG besichtigten die Teilnehmer das Presswerk von Volkswagen Nutzfahrzeuge unweit des IPH. Ein besonderes Highlight der Jubiläumsveranstaltung war Dr. Daniel Müller alias Matthias Reeck. Der Comedian und Zauberkünstler aus Hannover referierte als fiktiver

Geschäftsführer der Consulting for Artificial Intelligence GmbH über intelligente Prozessketten im Werkzeug- und Formenbau – und nahm damit die Branche gehörig aufs Korn. Sein Vortrag krönte das Treffen des AKWZB, der sich seit jeher durch seinen lockeren Umgangston auszeichnet.

Werkzeug- und Formenbauer erstmals an einem Tisch

Die Atmosphäre innerhalb der Branche war nicht immer so vertraut. Als die Initiatoren um Professor Dr. Hans Kurt Tönshoff den Arbeitskreis einrichteten, ging es insbesondere darum, den Wissenstransfer zu ermöglichen. Denn das IPH hatte festgestellt, dass Unternehmen aus dem Werkzeug- und Formenbau häufig vor ähnlichen Herausforderungen standen – jedoch kaum miteinander kommunizierten. Aus Angst vor Mitbewerbern schotteten sich die Unternehmen sehr stark nach außen ab. Als Plattform für die gesamte Branche sollte der Arbeitskreis dies ändern und den deutschen Werkzeug- und Formenbau nachhaltig stärken. Die Mission war erfolgreich: Seit der Gründung des Arbeitskreises treffen sich Fach- und Führungskräfte der Branche dreimal pro Jahr, um sich über neue Trends zu informieren, aktuelle Entwicklungen zu diskutieren und Kontakte zu pflegen. Die Veranstaltungsorte wechseln dabei. Die Mitgliedsunternehmen in ganz Deutschland öffnen ihre Pforten abwechselnd für die gemeinsamen Treffen und gewähren den anderen Teilnehmern Blicke hinter die eigenen Kulissen. Sie haben gelernt, dass der gegenseitige Austausch sich für sie auszahlt. Nicht nur am IPH in Hannover freut man sich schon auf die nächsten 15 Jahre.

 www.akwzb.de



Die Nacht, die Wissen schafft

IPH präsentiert „Navi für drinnen“

Anspruchsvolle wissenschaftliche Themen auf verständliche Weise zu erklären hat mittlerweile Tradition in Hannover: Bereits zum dritten Mal organisierte die Leibniz Universität Hannover am 10. November 2012 die „Nacht, die Wissen schafft“. Das IPH war erstmals mit dabei und präsentierte im Welfenschloss in Hannover ein „Navi für drinnen“. Damit sollen Gabelstaplerfahrer künftig in Lagern den Überblick behalten. Die Entwicklung funktioniert dank optischer Kommunikation und ist das Ergebnis des Forschungsprojekts ISI-WALK.

Einblicke in die Welt der Wissenschaft zu gewähren, das ist das erklärte Ziel der Nacht, die Wissen schafft. Nach 2008 und 2010 präsentierten dieses Mal 163 Institute und universitäre Einrichtungen – Maschinenbauer, Elektrotechniker und Informatiker, aber auch Architekten, Sport- und Sprachwissenschaftler und viele andere Fachrichtungen – interessante und ungewöhnliche Aspekte ihrer Forschungsarbeiten. Die Aktionsnacht erfreut sich in der Landeshauptstadt inzwischen großer Beliebtheit: Mehr als 12.500 Besucher folgten 2012 der Einladung und besuchten die Vorträge, Ausstellungen, Führungen und Mitmach-Experimente an den unterschiedlichen Standorten der Universität.




Ortung dank optischer Kommunikation

Am Stand des IPH konnten die Besucher eine Entwicklung erleben, die künftig in geschlossenen Räumen für Orientierung sorgen soll: Das „Navi für drinnen“. Navigationssysteme, die mit Hilfe des Satellitensystems GPS arbeiten, sind heute weit verbreitet. In Innenräumen funktioniert die Ortung via Satellit allerdings nicht. Um flexibler auf veränderte Marktsituationen reagieren zu können, gestalten Unternehmen ihre Lager immer öfter kurzfristig um. Dadurch kann manchmal auch innerhalb von Gebäuden die Orientierung verloren gehen. Zwar gibt es bereits Ortungssysteme für Innenräume, allerdings sind sie teuer in der Anschaffung und aufwändig in der Installation. Das System des IPH basiert auf optischer Kommunikation, ist kostengünstig umsetzbar und somit auch für kleine und mittlere Unternehmen erschwinglich.

Zentraler Bestandteil des Miniaturmodells, das das IPH bei der Nacht, die Wissen schafft zeigte, war ein Spielzeuggabelstapler mit einer Kamera. Zur Orientierung dienen ihm zwei Lampen, die Lichtsignale aussenden, um ihre Position mitzuteilen. Die Kamera erfasst diese Signale und leitet sie zur Auswertung an ein Notebook weiter. Dadurch kann der Stapler seine eigene Position bestimmen, selbst wenn sich die Umgebung verändert hat und zum Beispiel neue Regale errichtet wurden.

Anfassen war – wie vielerorts bei der Nacht, die Wissen schafft – auch am Stand des IPH ausdrücklich erwünscht. Die Besucher konnten die Lagerumgebung selbst umgestalten und beispielsweise neue Wege einzeichnen oder Kisten umlagern. Auf einem Rechner konnten sie mitverfolgen, wie sich der Stapler in der veränderten Umgebung zurecht fand. Die Orientierung wird damit zum Kinderspiel.

 www.dienachtdiewissenschaft.de

Hannover Messe



Dass Offshore-Windenergie auch ohne die Leitmesse „Wind“ ein Thema auf der Hannover Messe ist, zeigte das IPH vom 23. bis zum 27. April 2012. Auf der weltgrößten Industriemesse wurden mit Hilfe eines Miniatur-Offshore-Windparks gleich zwei Forschungsprojekte präsentiert, die Windkraftanlagen effizienter machen sollen.

Höher, leichter, intelligenter und dadurch effizienter – so stellen sich die Ingenieure des IPH die Offshore-Windenergieanlagen der Zukunft vor. Neue Materialien, Leichtbauweisen und Data Mining sollen es möglich machen.


Mehr Windertrag durch Leichtbau ...

Je höher sich die Rotorblätter einer Windkraftanlage befinden, desto größer ist der Energieertrag. Durch höhere Anlagen ließe sich somit mehr Windenergie gewinnen – wenn die Türme nicht ab einer bestimmten Höhe zu schwer würden und dann unter ihrem eigenen Gewicht zusammenbrächen. Das IPH hat in dem Projekt „Leichtbau bei XXL-Produkten am Beispiel von gewichtsoptimierten XXL-Turmsegmenten“ neuartige Materialkombinationen und Leichtbaukonzepte erforscht, durch die die Türme an Gewicht, nicht aber an Stabilität verlieren sollen. Wie sich das Gewicht und der Energieertrag eines solchen leichteren Turmes im Vergleich zu einem konventionellen Turm verändern, konnten Besucher der Hannover Messe in Halle 2 erleben.

... und mehr Zuverlässigkeit durch Data Mining

Neben höheren Türmen bietet auch Data Mining Potenzial zur Effizienzsteigerung von Windenergieanlagen. Wie Anlagen dank der Algorithmen zuverlässiger werden können, hat das IPH in dem Forschungsprojekt „Steigerung der Zuverlässigkeit der Zustandsprognose von Offshore-Windenergieanlagen durch den Einsatz von Data-Mining Verfahren“ untersucht. Das Exponat am Niedersächsischen Gemeinschaftsstand verdeutlichte den Besuchern, was passiert, wenn eine Anlage gewartet werden muss oder wenn aus dem Schönwetterbetrieb ein Sturm wird. Dank Data Mining könnten Windparkbetreibern in solchen Situationen künftig den Zustand einer Anlage besser vorhersagen und überwachen.

Unter dem Leitthema „greentelligence“ wurden 2012 auf der Hannover Messe insbesondere neue effiziente, nachhaltige und umweltverträgliche Technologien vorgestellt. Der von dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr geförderte Gemeinschaftsstand in Halle 2 konzentrierte sich auf maritime Technologien. Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen aus ganz Niedersachsen zeigten gemeinsam ein breites Spektrum an Entwicklungen: Neben effizienteren Offshore-Windkraftanlagen gehörten dazu beispielsweise auch Innovationen aus dem Schiff- und Wasserbau, maritime Dienstleistungen und Sicherheits- und Umweltschutztechnologien.

 www.hannovermesse.de



Preise und Auszeichnungen


Die Ulderup-Stiftung ehrt jährlich die besten hannoverschen Studierenden, Absolventen und Doktoranden im Fach Maschinenbau. 2012 wurden insgesamt 14 (angehende) Ingenieure der Leibniz Universität Hannover ausgezeichnet. Auch Dr.-Ing. Georg Ullmann, koordinierender Geschäftsführer des IPH, gehörte zu den Preisträgern. Am 19. April 2012 nahm er im Leibnizhaus in Hannover den Dr.-Jürgen-Ulderup-Preis für seine Dissertation entgegen.



Den mit 4.000 Euro dotierten Dr.-Jürgen-Ulderup-Preis erhielten außer Dr. Ullmann zwei weitere Maschinenbauingenieure aus Hannover. Auch Dr. Kai Kerber (Institut für Werkstoffkunde) und Dr. Matthias Schmidt (Institut für Fabrikanlagen und Logistik) hatten ihre Promotion zwischen dem 1. Oktober 2010 und dem 30. September 2011 „mit Auszeichnung“ abgeschlossen und wurden – wie auch Dr. Ullmann – aus einer größeren Anzahl von Promovenden mit ausgezeichneten Leistungen ausgewählt. Neben den drei Doktor-Ingenieuren wurden die fünf besten Studierenden und die sechs besten Absolventen der Fakultät für Maschinenbau geehrt.

In seiner Doktorarbeit über „Expertensysteme zur Bereitstellung von Produktionssystemwissen für den Werkzeug- und Formenbau“ hatte Dr. Ullmann untersucht, wie Produktionssysteme in Unternehmen funktionieren. Am Beispiel der Werkzeug- und Formenbaubranche entwickelte er einen neuartigen Ansatz, um Wissen über Produktionssysteme in einer Software („Expertensystem“) abzubilden. Die Promotion schloss Dr. Ullmann im November 2010 mit der Bestnote „summa cum laude“ ab.

Am IPH arbeitet der heute 33-jährige seit 2007. Als Projektingenieur im Bereich Produktionsautomatisierung konzentrierte sich der gebürtige Dresdner zunächst auf die Themen Lean Production, Service Management und Künstliche Intelligenz in Systemen. Parallel zu seiner Promotion war der Maschinenbauingenieur im VDI-Fachausschuss „Ganzheitliche Produktionssysteme“ an der Entwicklung der VDI-Richtlinie 2870 beteiligt. In seiner Funktion als Leiter des Bereichs Logistik beschäftigte sich Dr. Ullmann mit Fabrikplanung, Fertigungssteuerung und Produktionsnetzwerken, bevor er zum 1. Januar 2012 die Geschäftsleitung als koordinierender Geschäftsführer vervollständigte.

 www.ulderupstiftung.de

Dissertationen

Gruß, D.: Integration des Lichtbogenbolzenschweißens mit Spitzenzündung in Stanz- und Umformwerkzeuge zur Blechteilefertigung. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 02/2012, PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, Garbsen 2012.



Hertrampf, F.: Auslaufmanagement in Produktionsnetzen. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 03/2012, PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, Garbsen 2012.



Stürmann, A.: Montagesynchrone Auftragssteuerung. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 01/2012, PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, Garbsen 2012.



Die Dissertationen können über den PZH Verlag bezogen werden.

 www.pzh-gmbh.de/pzhgmbh-verlag.html

Zahlen und Fakten

Umsatz (in Tausend Euro)

gesamt	2.811
Aufträge der Industrie	575
gemeinnützige Forschung	1.787
institutionelle Förderung	449

Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

gesamt	64
Wissenschaftliches Personal / Berater	27
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	5
(studentische) Teilzeitbeschäftigte	32

Projekte

gesamt	44
Aufträge der Industrie	15
gemeinnützige Forschung	29

Ausgewählte Projekte

Nach Belegungsplan Kosten sparen

Energiekostenorientierte Belegungsplanung

2022 gehen in Deutschland die letzten Atomkraftwerke vom Netz. Neben dem Beschluss zum Atomausstieg sorgt die weltweite Verknappung fossiler Brennstoffe für einen stetigen Anstieg der Energiekosten. Das IPH entwickelt ein innovatives Verfahren zur Produktionsplanung, mit dem produzierende Unternehmen ihre Energiekosten gezielt senken können.

Die Produktionsplanung und -steuerung hat viele Facetten. Ein Bereich, der einen unmittelbaren Effekt auf die Energiekosten eines Unternehmens hat, ist die Belegungsplanung. Die Belegungsplanung legt fest, zu welcher Zeit und in welcher Reihenfolge Aufträge auf einer Maschine bearbeitet werden. Dabei wird die Maschinenbelegung im Hinblick auf eine bestimmte logistische Zielgröße optimiert. Ein Verfahren, das auf kurze Durchlaufzeiten abzielt, ist beispielsweise das Prinzip „First In, First Out“. Die Aufträge werden dabei nach der Reihenfolge ihres Eintreffens abgearbeitet. Was bei der Bildung von Belegungsplänen bislang allerdings von keinem Verfahren berücksichtigt wird, ist der Energieverbrauch.

Weniger Leistungsspitzen, weniger Kosten

Produziert ein Unternehmen auftragsbezogen, dann treten durch die zeitliche Überlagerung einzelner Fertigungsaufträge große Schwankungen in der Energienachfrage auf. Diese Schwankungen sind für produzierende Unternehmen mit hohen Kosten verbunden, da die Energieversorger diese Leistungsspitzen als Grundlage zur Berechnung der Energiekosten nutzen. Die höchste Leistungsspitze, die im Laufe des Jahres gemessen wurde, fließt als Multiplikator in die Berechnung des Leistungspreises ein. Bares Geld können Unternehmen demnach sparen, wenn sie Leistungsspitzen reduzieren und den Energieverbrauch besser über die Zeit verteilen. Möglich ist dies durch eine gezielte Beeinflussung der zeitlichen Abfolge, in der Aufträge gefertigt werden.

Wie eine energiekostenorientierte Belegungsplanung aussehen kann, erforschen derzeit Ingenieure des IPH. Sie entwickeln ein neues Verfahren, mit dem der Energieverbrauch über der Zeit nivelliert wird. Durch das gezielte Einplanen von Fertigungsaufträgen an Arbeitssystemen soll zudem die Erreichung der logistischen Zielgrößen Termintreue, Durchlaufzeiten, Bestände und Auslastung sichergestellt werden.



Umverteilung mildert Leistungsspitzen

Das energiekostenorientierte Verfahren basiert auf einem gegebenen Belegungsplan. Im Gegensatz zu bisherigen Verfahren der Belegungsplanung geht das neue Verfahren allerdings noch einen Schritt weiter: Fertigungsaufträge mit hohem Energiebedarf werden zeitlich nah an Aufträgen mit geringem Energiebedarf angeordnet. Unter Beachtung der logistischen Zielgrößen entsteht ein Belegungsplan, der zu deutlich geringeren Leistungsspitzen führt. Für die Neuordnung der Aufträge definieren die Ingenieure des IPH grundlegende Regeln. Beispielsweise darf ein Fertigungsauftrag nicht derart verschoben werden, dass der Liefertermin verletzt wird oder zu hohe Bestände aufgebaut werden. Diese Regeln werden in ein mathematisches Modell überführt, das eine optimale Anordnung der Fertigungsaufträge sicherstellen soll.

Von den Forschungsergebnissen profitieren vor allem produzierende Unternehmen mit einem hohen Energieverbrauch. Schafft es ein Betrieb beispielsweise seine Leistungsspitze mit Hilfe der Methode von 5.000 Kilowatt auf 4.000 Kilowatt zu reduzieren, so könnten die Energiekosten – bei einem angenommenen Faktor zur Berechnung des Leistungspreises von 60 Euro pro Kilowatt – pro Jahr um ganze 60.000 Euro reduziert werden. Weniger Spitzen haben somit einen spitzenmäßigen finanziellen Effekt.

 www.energiekostenorientierte-belegungsplanung.de

Das IGF-Vorhaben 16904 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Mehrdimensionales Sparen bis nach Asien

Materialkostensenkung durch mehrdirektionale Umformung

Die Expertise des IPH im Bereich der gratreduzierten und gratlosen Umformung ist inzwischen auch über den europäischen Kontinent hinaus bekannt. Einen Kunden aus dem Fernen Osten unterstützen die Ingenieure aktuell dabei, die Materialausnutzung eines Schmiedeprozesses zu steigern. Anspruchsvoll ist bei diesem Auftrag nicht nur das betrachtete Bauteil.

Im Bereich der gratreduzierten und gratlosen Warmmassivumformung von Stahl hat das IPH in den vergangenen Jahren eine große Expertise aufgebaut. Entwickelt wurden neuartige Werkzeugkonzepte, die aus mehreren Raumrichtungen gleichzeitig umformen und somit die Materialausnutzung erheblich erhöhen. Diese Innovationen blieben in der Fachwelt nicht ungehört. Der Ruf des IPH klingt mittlerweile sogar über den europäischen Kontinent hinaus.

Derzeit beraten die Ingenieure aus Hannover ein japanisches Industrieunternehmen zu gratlosen Umformverfahren. Der weltweit agierende Auftraggeber nutzt die Expertise aus Deutschland, um seine Umformprozesse neu auszulegen. Dank erheblicher Materialeinsparungen sollen die unternehmensweiten Kosten deutlich sinken. Vor dem Hintergrund steigender Metallpreise erhofft sich das Unternehmen dadurch einen klaren Vorteil im Wettbewerb.

So wenig Material ...

Die Ansprüche des Kunden aus Fernost sind hoch: So wurde ein besonders anspruchsvolles Bauteil mit einer sehr komplexen geometrischen Struktur ausgewählt. Die Umformung in die Bauteilgeometrie erfolgt bei diesem Teil sukzessive in mehreren Stufen. Der gesamte Prozess soll so materialeffizient wie möglich gestaltet werden. Allerdings reichen klassische Umformwerkzeuge nicht aus, um die gewünschte Materialeinsparung zu erzielen. Das IPH hat deshalb auf mehrdirektionale Werkzeuge zurückgegriffen, die eine Umformung aus mehreren Raumrichtungen gleichzeitig ermöglichen. Die mehrdirektionale Umformung ist eine Herausforderung: Sie stellt nicht nur hohe Anforderungen an die Prozessentwicklung, sondern auch an den Werkzeugbau. Die sich zu einander bewegenden Elemente müssen exakt konstruiert und gefertigt werden.



...und so viele Vorteile

Im Rahmen des Projekts hat das IPH nicht nur die simulative Prozessentwicklung durchgeführt und das entsprechende Wissen an den Kunden vermittelt. Gemeinsam mit dem japanischen Unternehmen wurde auch ein geeignetes Werkzeugkonzept gestaltet. Das IPH begleitete die Konstruktion der Werkzeuge wie auch die Durchführung von Versuchsschmiedungen sowie die Auswertung der Ergebnisse.

Die interkontinentale Zusammenarbeit ist damit längst nicht beendet. Auch in Zukunft wird das IPH dem Unternehmen aus Japan zur Seite stehen und die Einführung des gratlosen Schmiedens betreuen. Geplant ist, die Prozesse in Serie für eine Vielzahl von unterschiedlichen Bauteilen zu nutzen. Dadurch sollen unternehmensweit weitere Materialeinsparungen realisiert werden. Je nach Komplexität können diese bei geometrisch anspruchsvollen Bauteilen bei über 30 % liegen. Neben der Kostensenkung ist für den Auftraggeber aber vor allem der durchgehende Faserverlauf interessant. Durch diesen lassen sich die mechanischen Eigenschaften der Bauteile erheblich verbessern. Materialkosten runter, Qualität hoch: Dank der gratlosen Umformung kann das Unternehmen auch in Zukunft den hohen Ansprüchen seiner Kunden gerecht werden.

Keine Chance den Sound-Piraten

Entwicklung eines Produktschutzkonzepts für Sennheiser

Wo qualitativ hochwertige Waren angeboten werden, sind minderwertige Plagiate und Fälschungen oft nicht weit. Um ihre Kunden vor gefälschten Produkten zu schützen, geht die Sennheiser-Gruppe neue Wege. Gemeinsam mit dem IPH hat der Premiumhersteller von Mikrofonen, Kopfhörern und drahtlosen Übertragungssystemen ein innovatives Produktschutzkonzept entwickelt.

Die Käufer hochwertiger Mikrofone, Kopfhörer und drahtloser Übertragungssysteme haben hohe Ansprüche an die Qualität der erworbenen Produkte. Doch wie in vielen anderen Branchen überschwemmen auch im Bereich der Unterhaltungselektronik gefälschte Produkte den Markt. Im Gegensatz zur Originalware unterliegen diese Plagiate und Fälschungen nicht den strengen gesetzlichen Prüfungen. Der Kunde bezahlt also nicht nur zu viel für minderwertige Waren mit mangelhaften Klangeigenschaften. Im schlimmsten Fall kann ein gefälschtes Produkt sogar zu Hörschäden führen. Dem Hersteller entstehen durch den Missbrauch der Marke nicht nur Umsatzeinbußen, sondern auch erhebliche Imageverluste.

Im Auftrag der Sennheiser electronic GmbH & Co. KG hat das IPH ein wirksames Produktschutzkonzept entwickelt. Dieses innovative Konzept ermöglicht den Kunden des Audiospezialisten, den Teilnehmern der Lieferkette und den Zollbehörden eine Authentifizierung von Sennheiser-Produkten. In allen Stufen der Lieferkette können Plagiate und Fälschungen somit zuverlässig erkannt und wirksam bekämpft werden.

Eine Herausforderung – viele Lösungsmöglichkeiten

Die Basis für das Produktschutzkonzept lieferte eine fundierte Recherche der am Markt verfügbaren Schutztechnologien. Die Ingenieure des IPH erstellten einen strukturierten Überblick und grenzten die in Frage kommenden Technologien ein. Im Rahmen von moderierten Anbieterpräsentationen erhielten ausgewählte Hersteller von Schutztechnologien die Möglichkeit, ihr Leistungsspektrum und die Nutzbarkeit der Technologien für Sennheiser zu demonstrieren. Als Ergebnis dieses Auswahlprozesses entstand das Sennheiser-Produktschutzkonzept mit einem Plan zur Markteinführung, der der Unternehmensleitung als Entscheidungsgrundlage diente.



Authentifizierung durch Sicherheitsetikett

Ein zentraler Bestandteil des Sennheiser-Produktschutzkonzepts ist ein neuartiges Sicherheitsetikett. Der so genannte tesa®PrioSpot wird auf Verpackungen und Produkten des Audiospezialisten aufgebracht. Jedes Etikett ist einzigartig und umfasst eine Kombination aus verdeckten und offenen Sicherheitsmerkmalen, wie beispielsweise einen sechsstelligen Sicherheitscode, eine Identifikationsnummer und einen QR-Code. Sennheiser erreicht damit einen maximalen und derzeit weltweit einzigartigen Fälschungsschutz, der die Echtheit des Produkts von der Herstellung bis zur Nutzung bei dem Endkunden gewährleistet. Kunden, Teilnehmer der Lieferkette und Zollbehörden können die Echtheit eines Produkts schnell mit einem Smartphone oder Notebook überprüfen. Über eine sichere Internetverbindung werden die Daten übermittelt und geprüft und die Authentizität des Produkts bestätigt. Die Ohren der Kunden sind somit gegen Piraten geschützt. Als wirksames Mittel gegen Produktpiraterie wird das realisierte Produktschutzkonzept sicher zukünftig auch in anderen Branchen Gehör finden.

Drum prüfe, wer sein Kapital zu lange bindet

Reduzierte Kapitalbindung in der Montage

Was kostet es, wenn alle warten und einer zu spät kommt? Zumindest im Maschinen- und Anlagenbau lautet die Antwort: viel Geld. Doch Unternehmen können hier gegensteuern. Wie die Kostenverursacher gefunden und die Kapitalbindung in der Montage reduziert werden können, untersucht das IPH in einem aktuellen Forschungsprojekt.

Die Bereitstellung von Material in der Montage und ein Abend mit Freunden haben mehr Parallelen, als man auf den ersten Blick zu denken vermag. Denn in beiden Fällen kann ein Zuspätkommen unnötige Kosten verursachen. Wollen sich beispielsweise mehrere Freunde ein Taxi teilen und ein Mitfahrer lässt auf sich warten, entstehen aufgrund des laufenden Taxameters unnötige Kosten für alle. Doch kommen die Freunde auch mit gleichen Anteilen dafür auf?

Die Situation ist durchaus mit der Materialbereitstellung in der Montage vergleichbar. Spätestens wenn sich im Pufferlager vor der Montage Material ansammelt, wissen produzierende Unternehmen, dass etwas nicht nach Plan läuft. Fehlt ein Bauteil eines Produkts, kann nicht mit der Montage begonnen und der Kunde nicht planmäßig beliefert werden. Selbst Schrauben und andere Komponenten mit niedrigem Wert können – wenn sie fehlen – dazu führen, dass sich große Montageaufträge verzögern. Auf das Jahr hochgerechnet entstehen so schnell Kapitalbindungskosten im mittleren vierstelligen Bereich. Doch wer kommt für diese Kosten auf?

Wenn Geld auf der faulen Haut liegt ...

Während Freunde die Frage der Wartekosten meist unkompliziert lösen, sehen die Dinge bei der Materialbereitstellung in der Montage anders aus. Die Produktstrukturen im Maschinen- und Anlagenbau sind komplex, die Komponenten oft hochpreisig. Unnötige Wartezeiten kosten sehr schnell sehr viel Geld. Wenn bereits verfügbare Komponenten im Gegenwert eines Einfamilienhauses bis zum Montagestart auf Nachzügler warten müssen, wird wichtige Liquidität gebunden – und die Kapitalrendite eines Unternehmens sinkt. Wie hoch die Kapitalbindungskosten sind, bestimmen der Wert einer Komponente und ihre Wartezeit bis zur Vervollständigung der Bereitstellung. Die Frage, wie sich diese Kapitalbindungskosten auf die einzelnen Verursacher aufteilen lassen, ist bislang noch nicht beantwortet.



Die Ingenieure am IPH möchten hier Abhilfe schaffen: In einem aktuellen Forschungsprojekt entwickeln sie ein Software-Tool, mit dem sich die Kapitalbindungskosten verursachungsgerecht aufteilen lassen. Betrachtet werden kann die Ursache der Kapitalbindung beispielsweise anhand von Lieferanten, Fertigungsbereichen oder sogar konkreten Artikeln. Gespeist wird das Tool mit Unternehmensdaten, die aufwandsarm aus den Enterprise Resource Planning (ERP-)Systemen exportiert werden. Basierend darauf wird für alle Montageaufträge eines bestimmten Zeitraums die entstandene Kapitalbindung bestimmt. Je nach gewählter Sicht kann sie auf externe oder interne Materialquellen – wie Lieferanten oder Fertigungsbereiche – aufgeteilt werden.

Darüber hinaus können Unternehmen mit dem Software-Tool bewerten, wie wirksam eine Verbesserungsmaßnahme ist. So kann beispielsweise die Frage beantwortet werden, ob ein Artikel bedarfsbezogen beschafft oder lieber im Lager vorgehalten werden sollte. Zwar können bei einer Lagerhaltung gegenüber einer bedarfsbezogenen Beschaffung Mehrkosten durch Bestände entstehen. Wenn jedoch mit zusätzlichen Bestandskosten im niedrigen zweistelligen Bereich Kapitalbindungskosten im vierstelligen Bereich vermieden werden können, ist diese Entscheidung sehr wirtschaftlich. Mit einem derartigen Tool gerüstet wissen Unternehmen auch in komplexen Situationen, wer wie viel zahlen muss, wenn er zu spät kommt.

 www.kapitalbindung-montage.de

Das IGF-Vorhaben 16919 der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gratlosschmieden leicht gemacht

Materialeffiziente Fertigung durch innovative Umformtechnik

Für material- und energieintensive Branchen, wie beispielsweise die Schmiedeindustrie, ist die effiziente Nutzung von Ressourcen besonders relevant. Im Vergleich zu einer spanenden Herstellung können innovative Prozesstechnologien wie das gratlose Schmieden die Ressourceneffizienz verbessern.

Einer der grundlegenden Ansätze zur Verbesserung der Ressourceneffizienz in der Schmiedeindustrie ist die Einsparung von Material. Erfolgversprechend sind hier insbesondere gratlose Schmiedeprozesse, bei denen ohne überschüssiges Material (Grat) geschmiedet wird. Nach der Umformung muss weder Grat von den Bauteilen abgetrennt noch entsorgt werden. Bislang wurden die Prozesse hauptsächlich in der Forschung untersucht, da sie aufwändig auszulegen sind. Doch auch in der Industrie stößt das ressourceneffiziente Fertigungsverfahren zunehmend auf Interesse.

Die Ingenieure des IPH untersuchen das gratlose Schmieden seit mehreren Jahren. In zahlreichen Projekten haben sie bereits gratlose Prozesse ausgelegt. Für Unternehmen, die sich für den Einsatz des gratlosen Schmiedens interessieren, prüft das IPH die Umsetzbarkeit des Verfahrens. Auf Anfrage werden auch erste Prototypen für den Auftraggeber gefertigt. Das Interesse der Industrie geht weit über die deutschen Grenzen hinaus. Erst kürzlich hat das IPH eine Machbarkeitsstudie für einen osteuropäischen Automobilzulieferer durchgeführt. Im Fokus der Zusammenarbeit stand die Verringerung des Materialeinsatzes durch Verwendung eines gratlosen Schmiedeprozesses für zwei Bauteile.

Simulieren, konstruieren, produzieren...

Bei der Auslegung eines gratlosen Schmiedeprozesses nimmt die Gestaltung des Schließsystems der Werkzeuge eine wichtige Rolle ein. Durch das Schließsystem wird verhindert, dass Material austritt – eine wichtige Voraussetzung, damit das Bauteil auch tatsächlich gratlos ist. Je nach den Bedürfnissen des Kunden und den Bedingungen vor Ort wählt das IPH aus unterschiedlichen Ansätzen den geeigneten aus. Die erforderlichen Umformkräfte oder der Maschinenpark des Herstellers spielen bei der Wahl beispielsweise eine entscheidende Rolle.



Im Falle des Auftraggebers aus Osteuropa erfolgte die Auslegung der Stadienfolge nach der Auswahl des Schließsystems mit Hilfe von Stoffflusssimulationen. Durch wiederholte Versuche und Anpassungen ermittelten die Ingenieure des IPH geeignete Prozessabläufe. Gemäß den Wünschen des Kunden wurde in der anschließenden Konstruktionsphase dafür gesorgt, dass das Werkzeug im Serieneinsatz auch ohne großen Aufwand auswechselbar ist. Um die spätere Einsatzbarkeit in der Praxis zu testen, fertigte das IPH nach den Schmiedewerkzeugen auch Prototypen der Teile. Damit der Prozess in der Serienfertigung zukünftig stabil und reproduzierbar läuft, passten die Ingenieure die Prozessauslegung und die Werkzeugkonstruktion weiter an. Die Schmiedung der Prototypen hatte dafür bereits wichtige Erkenntnisse geliefert.

...und profitieren

Für das Schmiedeunternehmen aus Osteuropa hat sich die Beratung durch das IPH gelohnt: Das Unternehmen weiß nun, dass es seine Bauteile durch den Einsatz der gratlosen Schmiedetechnik effizienter fertigen kann. Gut 30 % des Materialeinsatzes können die Osteuropäer in Zukunft pro Bauteil einsparen. Bei einer geplanten Stückzahl von einer halben Millionen Teilen pro Jahr bietet das Verfahren großes Einsparpotenzial. Im internationalen Wettbewerb bleibt der Zulieferer somit konkurrenzfähig und kann seine Marktposition weiter ausbauen.

Auf der Suche nach dem Super-Label

Neues Auto-ID-System vereint Vorzüge von Barcode, Matrixcode und RFID

Zur eindeutigen Identifikation von Gütern kommen in der Industrie und im alltäglichen Leben unterschiedliche Kennzeichnungstechnologien zum Einsatz. Doch nicht alle können nachträglich bearbeitet und von Mensch und Maschinen gleichermaßen gelesen werden. Die Ingenieure des IPH entwickeln ein Auto-ID-System, das die Vorzüge bestehender Systeme vereinen soll.

Im innerbetrieblichen Materialfluss ändern sich Informationen ständig. Kennzeichnungstechnologien wie Barcode, Matrixcode oder RFID sorgen dafür, dass die beteiligten Menschen und Maschinen stets auf dem aktuellen Stand sind. Bislang sind die unterschiedlichen Kennzeichnungstechnologien jedoch nicht miteinander kompatibel und führen zu Medienbrüchen und ineffizienten Prozessen.

Jede der eingesetzten Technologien hat ihre Vor- und Nachteile: Barcodes und Matrixcodes erleichtern zwar Maschinen das Auslesen von Informationen; weil Menschen die Striche und Quadrate aber nicht deuten können, werden die Information oft zusätzlich in Form eines Etiketts mit Klarschrift dargestellt. Informationen, die auf dem Etikett hinterlegt sind, können allerdings nachträglich nicht mehr verändert werden. Wiederbeschreibbar sind hingegen RFID-Tags. Doch wie Bar- und Matrixcodes kann der Mensch auch sie nicht interpretieren. Werden Daten auf einem Label nachträglich modifiziert, so sind dafür viele unterschiedliche Geräte und Datenbanken erforderlich, damit die Mitarbeiter wie auch die EDV-Systeme die Informationen lesen können. Die ideale Lösung wäre ein Label, das sich automatisch auslesen lässt wie ein Barcode, manuell lesbar ist wie ein Etikett und wiederbeschreibbar wie ein RFID-Tag. An der sprichwörtlichen „eierlegenden Wollmilchsau“ unter den Labels arbeiten derzeit Ingenieure des IPH. Sie möchten die Vorzüge der bestehenden Technologien in einem neuartigen Label zusammenführen.

Ingenieure bringen Licht in die Forschung


Das neue Super-Label, das am IPH entwickelt wird, basiert auf sichtbarem Licht. Der neuartige Informationsträger verfügt über eine für Menschen und Maschinen lesbare Anzeige, einen Chip und eine Fotodiode. Die Informationen werden mit sichtbarem Licht auf den wiederbeschreibbaren Datenträger übertragen. Ein wesentlicher Vorteil ist die Unempfindlichkeit der Datenübertragung: Im Vergleich zu funkbasierten Verfahren ist sichtbares Licht unanfälliger gegenüber elektromagnetischen Störungen.



Ein Label – unzählige Einsatzmöglichkeiten

Das Super-Label kann in unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz kommen, beispielsweise zur Kennzeichnung von hochwertigen Behältern und Lagerorten. So könnten unter anderem Materialbegleitscheine an Ladungsträgern, die in der Lieferkette zwischen mehreren Unternehmen eingesetzt werden, damit versehen werden. Denkbar ist auch ein Einsatz des Labels zur Verfolgung von Bearbeitungsschritten in der Fertigung und Montage. Bereiche, die häufig verändert werden, wie Regalplätze in Teilesupermärkten und Montagearbeitsplätze, könnten mit dem neuen Auto-ID-System gekennzeichnet werden. Nicht zuletzt eignen sich die wiederbeschreibbaren Label auch in einem dynamischen Kanban-Lager, bei dem die Beschriftung des Materialbereitstellplatzes an der Montagelinie bei Produktwechseln angepasst werden muss.

Von dem neuen Auto-ID-System könnten künftig vor allem kleine und mittlere Unternehmen profitieren, die über eine teilautomatisierte Produktion mit manuellen Arbeitsschritten verfügen. Im Gegensatz zu RFID lässt sich das neue Label schrittweise einführen, ohne bestehende Infrastrukturen komplett auszutauschen. Barcode-Lesegeräte könnten weiterhin genutzt werden. Super ist somit nicht nur das Label mit seinen unzähligen Vorteilen, sondern auch die Möglichkeit einer Integration in die betriebliche Infrastruktur.

 www.identoverlight.de

Das IGF-Vorhaben 17134 N/1 der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/ Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL) e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

In Echtzeit zu neuen Montageplänen

Online-Simulationen erleichtern Montagesteuerung für XXL-Produkte

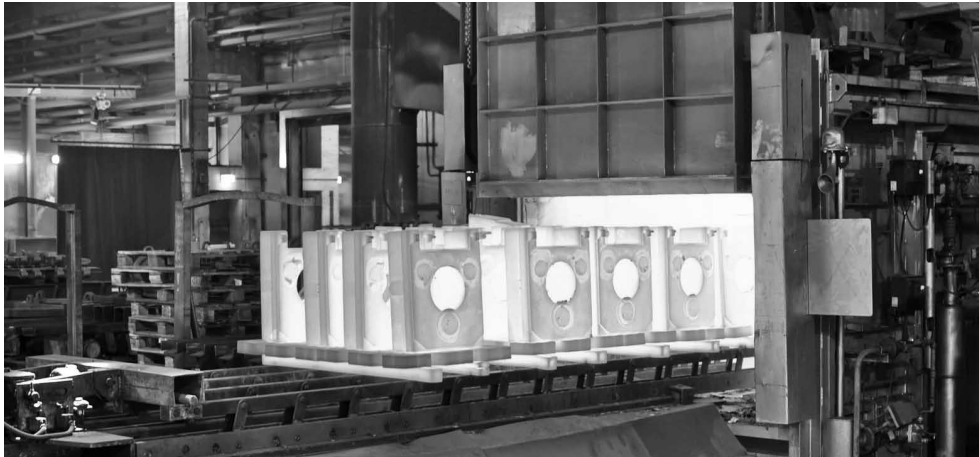
XXL-Produkte werden in der Regel in Baustellenmontage zusammgebaut. Tritt dabei eine Störung auf, muss schnell ein neuer Montageplan entworfen werden. Das IPH arbeitet derzeit mit Informatikern der Leibniz Universität Hannover an einem Verfahren, das mit Online-Simulationen alternative Montagepläne erstellt.

Die Montage von Kranen, Industrieöfen und anderen XXL-Produkten erfolgt meist in Form einer Baustellenmontage. Das Produkt bleibt dabei an einem Ort; die Mitarbeiter, Werkzeuge und Komponenten hingegen bewegen sich zur Ausführung der Montagearbeiten zu dem Produkt. Für gewöhnlich werden mehrere großskalige Produkte parallel montiert. Somit gibt es viele einzelne Baustellen, die koordiniert werden müssen.

Wenn Werkzeuge plötzlich ausfallen, Mitarbeiter krank werden oder bestimmte Komponenten nicht rechtzeitig geliefert werden, kann der Montageplan durcheinander geraten. Können die geplanten Montageschritte nicht ausgeführt werden, so ist die Einhaltung des Liefertermins gefährdet. Sinnvolle Anpassungen des Montageplans als schnelle Reaktion auf Störungen sind daher wichtig. Im Fall der Fälle können zum Beispiel Arbeitsschritte vorgezogen oder zurückgestellt werden, wenn erforderliche Ressourcen fehlen.

Die beste Lösung ist nicht immer ideal

In der Praxis werden Montagepläne meist manuell durch Veränderungen der Montager Reihenfolge angepasst. Wie gut die Qualität eines neuen Montageplans ist, hängt vor allem von den Fähigkeiten des Planers ab. Der Mitarbeiter bewegt sich dabei in einem Problemfeld: Je mehr parallele Baustellen es gibt, desto komplexer ist die Planung. Die vielen Steuerungsmöglichkeiten und das breite Spektrum möglicher Konsequenzen erschweren ihm das Finden der idealtypischen Lösung. Selbst bei erfahrenen Planern ist das Resultat der Umplanung deshalb nicht immer optimal. Helfen könnte den Mitarbeiter ein Verfahren, das sie mit Alternativvorschlägen unterstützt. Um die Kosten und Durchlaufzeit der Montage zu verbessern, müsste ein solches Hilfesystem leicht anwendbar sein und – trotz der Komplexität der Baustellenmontage – in Echtzeit zuverlässige Lösungen bieten.



Software findet Alternativen

Gemeinsam mit Informatikern der Leibniz Universität Hannover untersucht das IPH, wie mit Hilfe reaktionsschneller Simulationssysteme die Montagesteuerung bei der Identifizierung von alternativen Ablaufplänen unterstützt werden kann. Eine Software soll selbstständig den aktuellen Montagezustand via Rückmeldedaten in ein Simulationsmodell überführen und alternative Montagereihenfolgen durchspielen. Dabei werden Unsicherheiten wie die Ressourcenverfügbarkeit berücksichtigt: Fallen zum Beispiel erneut Mitarbeiter aus oder sind weitere Ressourcen erst zu einem späteren Zeitpunkt verfügbar, dann plant die Software dies entsprechend ein.

Die ermittelten Alternativpläne werden anhand von Zielgrößen wie Kosten, Auftragsdurchlaufzeit oder Anzahl der Planabweichungen bewertet. Der Planer kann dann – je nach Priorität – aus einer Reihe von Alternativen wählen. Neuplanungen lassen sich somit an den Unternehmenszielen ausrichten. Und selbst Planer mit wenig Erfahrung können in Echtzeit auf Störungen reagieren.

Das Projekt „Entwicklung einer Methode zur simulationsgestützten Steuerung der Baustellenmontage“ (Ni 1187/14-1) wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Darf es auch ein bisschen mehr sein?

Simulation von großskalierten Schmiedeteilen

XXL-Produkte wie Schiffe und Flugzeuge erfordern XXL-Schmiedeteile. Um Schiffswellen, Turbinenschaufeln und weitere metergroße Bauteile herzustellen, werden die eingesetzten Umformanlagen derzeit an ihre Grenzen gebracht. Ein neues Simulationsmodell des IPH soll die Entwicklungsprozesse beschleunigen.

Ein Fertigungsverfahren mit langer Tradition muss nicht zwangsläufig von gestern sein. Das Schmieden beispielsweise ist auch heute noch das wirtschaftlichste Verfahren, um hochbelastbare Bauteile für die Serienfertigung zu erzeugen. Forscher entwickeln das Verfahren seit vielen Jahren weiter. So wird zum Beispiel der Einsatz von Schmiedeverfahren für kleine Produkte – so genannte Mikroprodukte – intensiv erforscht. Wird ein Bauteil immer kleiner, verhalten sich die Prozessgrößen, zum Beispiel die Umformkräfte, anders als beim Schmieden konventioneller Bauteile. Grund dafür sind so genannte Skalierungseffekte. Solche Effekte treten auch auf, wenn das Bauteil größer wird. Kenntnisse über die Effekte liegen bislang allerdings nur für kleinskalierte Prozesse vor. Inwieweit sich Skalierungseffekte bei der Vergrößerung von Bauteilen auswirken, ist weitestgehend unbekannt. Bei der Umformsimulation für große Schmiedebauteile werden die Effekte noch nicht berücksichtigt.

Der Unterschied zwischen Theorie und Praxis

Prozesssimulationen für solche Schmiedebauteile und die Realität klaffen daher oft auseinander. So beeinflussen Effekte auf der Werkstoffebene bei einer Skalierung die Fließeigenschaften, wie beispielsweise eine inhomogene Gefügeverteilung im Bauteil bedingt durch den Herstellprozess. Mit einer Großskalierung werden solche inhomogenen Gefügeverteilungen, die die Fließeigenschaften unter anderem durch die Korngröße der Kristalle beeinflussen, durch die geometrische Vergrößerung der Bauteile ausgeglichen.


Um die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu schließen, ist ein besseres Verständnis der Skalierungseffekte erforderlich. Am IPH wurde nun ein Simulationsmodell entwickelt, das die Änderung des Fließ- und Reibverhaltensverhaltens in Abhängigkeit zur Skalierung abbildet. Je nach Skalierungsfaktor wurde die Fließkurve, die zur Berechnung in der Simulation hinterlegt ist, anhand des gewählten Größenfaktors korrigiert.



Präziser simuliert, schneller berechnet

Das angepasste Simulationsmodell wurde anschließend in einer umfangreichen Parameterstudie untersucht: Dabei betrachteten die Ingenieure des IPH die Auswirkungen auf prozessrelevante Größen, wie zum Beispiel den Verlauf der Umformkraft, die Temperaturverteilung im Bauteil und den Einfluss der Netzgröße auf die Prozessgenauigkeit. Um mögliche Abweichungen in Abhängigkeit der Prozessparameter aufzuzeigen, wurde die Studie sowohl mit dem herkömmlichen Simulationsmodell als auch mit dem skalierten Simulationsmodell durchgeführt.

Die Ergebnisse sind aufschlussreich: So nimmt zum Beispiel die Prognosegüte der erforderlichen Umformkräfte mit einer Großskalierung zu; mit Hilfe des Simulationsmodells können bereits mit einer geringeren Netzgröße vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Die Simulationsergebnisse werden präziser. Dadurch lassen sich Schmiedeprozesse für große Bauteile durch die Wahl kleinerer Netzgrößen schneller berechnen – der Entwicklungsprozess beschleunigt sich um bis zu 10%.

 www.formlimit.xxl-produkte.net

Das Projekt „Großskalierung umformtechnischer Fertigungsverfahren an ihre physikalischen Grenzen (FormLimit)“ wurde von dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (MW) im Rahmen des Verbundprojekts „Innovationen für die Herstellung großskaliger Produkte“ gefördert.

Ordnung ist das halbe (Montage-)Leben

Konzept zur Handhabung und Montage von Telespeisern

Telespeiser sind gefragte Produkte in der Gießereiindustrie. Im Herstellungsprozess erfolgt die Handhabung und Montage der Einzelteile überwiegend manuell und personalintensiv. Durch Prozessanalysen und eine Skizzierung neuer Handhabungskonzepte hat das IPH einen Hersteller derartiger Produkte dabei unterstützt, seine Abläufe effizienter zu gestalten.

Telespeiser kommen in der Gießereiindustrie zum Einsatz und dienen zum Ausgleich von Volumenveränderungen während des Gießprozesses. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Innen- und Außengeometrien werden Telespeiser in diversen Varianten hergestellt. Ein Telespeiser besteht dabei immer aus einer Kappe und einer Einschnürung, die passgenau in die Kappe eingesetzt wird. Beide Einzelteile werden in einem Kernschussprozess maschinell aus Granulat geformt. Nach der Herstellung werden die Einzelteile mit Flurförderzeugen direkt zur Montage oder in ein Pufferlager transportiert.

Ordnung – erhalten oder auflösen?

In einem Projekt haben Ingenieure des IPH einen Produzenten von Telespeisern zu der Überarbeitung seiner Herstellungsprozesse beraten. Die zentrale Frage war dabei: Wie können nicht-wertschöpfende Prozessschritte – zum Beispiel Transport- und Lagerschritte – vermieden werden? Schnell stellte sich die Erkenntnis ein, dass der Ordnungsgrad, in dem die Einzelteile weitergegeben werden, eine entscheidende Rolle für die Produktivität spielt.

Die Randbedingungen sind bei der Herstellung der Telespeisern vorgegeben. Aus der Kernschussform fallen die Einzelteile vollständig geordnet, und die fertigen Telespeiser werden auf geordneten Gebinden ausgeliefert. In den dazwischen liegenden Transport- und Lagerschritten wird diese Ordnung noch vielfach geändert. Kleinteile werden beispielsweise lose in eine Gitterbox geschüttet, große Teile auf unterschiedliche Transportgebinde sortiert. Allein die Anordnung der Einzelteile auf dem Transportgebinde ist herausfordernd, da die Abmaße und die Aufteilung der Kernschussform nicht vollständig mit denen der Transportgebinde übereinstimmen.



Automatisierung – ja oder nein?

Im Beratungsprojekt verfolgte das IPH die zwei Grundprinzipien „Ordnung erhalten“ und „Unordnung in Kauf nehmen“. Basierend darauf haben die Ingenieure vielfältige technische Lösungen für die einzelnen Prozessschritte und Handhabungsfunktionen entwickelt. Dazu gehören sowohl einfache mechanische Ansätze, wie Führungen oder Negativformen, als auch mechatronische Komponenten, wie Greifsysteme und Roboter.

Gemeinsam mit dem Telespeiser-Hersteller wurden die Vorschläge ausgewählt, verändert und kombiniert. Inwiefern die Lösungen technisch und betriebswirtschaftlich realisierbar sind, wurde dabei ebenfalls bewertet. Insbesondere die Abwägung zwischen einfachen mechanischen und komplexen mechatronischen Lösungen förderte große Unterschiede beim Investitionsvolumen und bei der Leistungsfähigkeit zu Tage. Als betriebswirtschaftlich vorteilhaft erwiesen sich die technisch einfachen Konzepte, die der Hersteller selbst leicht umsetzen kann. Ordnung spielt also nicht nur im täglichen Leben, sondern auch in der Montage eine große Rolle.

Großer Raum für kleine Uhren

Planung eines Produktionsgebäudes für einen Uhrenhersteller

Früher oder später kommen viele Traditionsunternehmen an den Punkt, an dem der alte Firmensitz aus allen Nähten platzt. Damit die Produktion auf dem neuesten Stand bleibt, kann ein Neubau auf der grünen Wiese sinnvoll sein. Gemeinsam mit einem Architekturbüro hat das IPH eine moderne Fabrik für einen Uhrenhersteller geplant.

Die Geschichte kennen viele traditionsreiche Unternehmen: Der Betrieb wurde vor etlichen Jahren gegründet und ist seitdem stark gewachsen. Die ursprünglichen Gebäude wurde bereits mehrfach erweitert, die Produktion immer wieder auf den neuesten Stand der Technik gebracht – eine klare Struktur ist inzwischen nicht mehr erkennbar. Moderne Produktionskonzepte lassen sich am Stammsitz solcher Traditionsunternehmen selten realisieren. Ab einem bestimmten Zeitpunkt kann die Fabrik einer wandlungsfähigen und schlanken Produktion nicht mehr gerecht werden. Erwartet das Unternehmen weiteres Wachstum, ist es möglicherweise Zeit für einen Neubau auf der grünen Wiese.

Höchste Zeit für einen Neubau

Ähnlich ist es einem Kunden des IPH aus der Schweiz ergangen. Der Hersteller für Uhren im Luxussegment ist seit seiner Gründung im 19. Jahrhundert kontinuierlich gewachsen. Mittlerweile stößt das Unternehmen sowohl bei der Kapazität wie auch bei der Erfüllbarkeit logistischer Anforderungen an seine Grenzen. Um auch im Bereich der Produktion mit der Zeit zu gehen, holte sich das Traditionsunternehmen Unterstützung aus Deutschland. Der Uhrenhersteller beauftragte das IPH und das Architekturbüro Reichardt-Maas-Assoziierte (RMA) aus Essen mit der Planung einer neuen Fabrik.

Auf der grünen Wiese sollte ein innovatives Produktionsgebäude für 400 Mitarbeiter entstehen, in dem ein klassisches Produkt mit modernsten Produktionskonzepten hergestellt werden kann. Neben Fertigungsbereichen des Stammsitzes sollten auch ausgewählte Bereiche eines weiteren Produktionsstandorts an den neuen Standort umziehen. Die synergetische Verbindung der umziehenden Bereiche sowie die Dimensionierung des Flächenbedarfs konnte durch eine detaillierte Analyse der zukünftigen Anforderungen erreicht werden.



Schritt für Schritt zur neuen Fabrik

In Kooperation mit dem Architekturbüro hat das IPH mit den Entscheidungsträgern und Produktionsverantwortlichen des Auftraggebers Planungs-Workshops durchgeführt. Als Ergebnisse sind unter anderem Ideal-, Grob- und Feinlayouts für die neue Produktionsstätte entstanden. Wandlungsfähigkeit, Materialfluss und Logistik sowie eine schlanke Produktion standen von Anfang an im Fokus der Planungen. Zudem musste auch ein hoher Flächennutzungsgrad, ein einbruchssicheres Gebäudekonzept und ein klassisches und zeitloses Gebäudedesign gewährleistet werden. Vom Fräsen kleinster Bauteile bis zur Montage der Uhrwerke sollten sich sämtliche Fertigungsschritte in der modernen Fabrik wiederfinden.

Die Ingenieure und Architekten mussten bei der Planung insbesondere die speziellen Reinheits-, Temperatur- und Lichtanforderungen berücksichtigen, die bei der Herstellung von Luxusuhren gegeben sein müssen. Trotz des großen Umfangs des Fabrikplanungsprojekts und der häufig konkurrierenden Anforderungen ist ein ganzheitliches Konzept entstanden, das den hohen und vielfältigen Ansprüchen des Kunden gerecht wird. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen dem IPH, dem Architekturbüro und dem Auftraggeber ist es gelungen, die neue Fabrik auf zukünftige Herausforderungen abzustimmen. Präzise wie ein Uhrwerk soll schon bald am neuen Unternehmensstandort produziert werden.

Schmiedegesenke unter Spannung

Fehlerreduktion in der Massivumformung

Um fehlerhafte Schmiedebauteile bereits frühzeitig zu erkennen, müsste der Umformprozess durchgehend überwacht werden. Doch Sensoren können den Extrembedingungen im Gesenk nicht standhalten. Das IPH arbeitet an einem Überwachungssystem, das elektrische Spannung zur Kontrolle der Bauteile nutzt.

Bislang ist die Fehlererkennung während des Umformprozesses in der Industrie noch keine Selbstverständlichkeit. Sind Fehler in geschmiedeten Bauteilen nicht auf den ersten Blick ersichtlich, so werden sie üblicherweise erst bekannt, wenn es schon zu spät ist – im Rahmen von Qualitätskontrollen oder durch Reklamation des Kunden. In beiden Fällen entstehen Kosten, bei letzterem kann sogar die Reputation des Unternehmens Schaden nehmen.

Eine frühzeitige Fehlererkennung bietet Unternehmen einen klaren wirtschaftlichen Vorteil: Die mangelhaften Bauteile können sofort aussortiert werden, ohne dass sie den weiteren Produktionsprozess durchlaufen und unnötige Kosten verursachen.

Sensoren scheitern an Extrembedingungen

Doch wie kann der Schmiedeprozess schon frühzeitig überwacht werden? Sinnvoll wäre eine direkte Kontrolle des Bauteils im Schmiedegesenk. Allerdings herrschen hier durch die hohen Temperaturen und Drücke Extrembedingungen – eine Überwachung mit Hilfe von integrierten Sensoren ist daher kaum realisierbar. Bislang werden Sensoren nur genutzt, um Kraft- oder Wegsignale zu messen. Doch diese Werte lassen nur indirekt auf die Qualität des Bauteils schließen.


In einem aktuellen Forschungsprojekt entwickelt das IPH ein Überwachungssystem, das die Qualität direkt im Umformprozess misst. Es arbeitet ohne Sensoren im Gesenk und kann die Prozessqualität sofort nach der Umformung ausgeben. Die Ingenieure verfolgen für die neuartige Technologie zwei unterschiedlichen Konzepte. Beide funktionieren nach einem ähnlichen Prinzip, setzen jedoch unterschiedliche Schwerpunkte bei der Prozessüberwachung. Die Konzepte basieren darauf, dass bestimmte Gesenkbereiche elektrisch isoliert werden; dazwischen wird eine Spannung angelegt. Anschließend werden die elektrischen Spannungssignale ausgewertet, die charakteristische Verläufe für das herzustellende Bauteil haben.



Zeigt sich während eines Schmiedeprozesses, dass das Spannungssignal des Prozesses nicht dem charakteristischen Verlauf entspricht, registriert das System die Abweichung. Ein Bildschirm, der in der Nähe der Presse angebracht ist, stellt direkt nach der Schmiedung das Ergebnis dar. Der Pressenbediener weiß somit sofort, ob der Prozess in Ordnung war – oder ob das geschmiedete Teil in den Ausschuss wandert.

Schneller überwachen

Die Überwachung in Echtzeit ist der wesentliche Vorteil des Überwachungssystems. Zudem ist die erforderliche Hard- und Software überschaubar, die Kosten des Systems sind entsprechend gering. Darüber hinaus lässt sich das System auf viele unterschiedliche Prozesse anwenden – es muss lediglich für den neuen Prozess kalibriert werden. Bereits kalibrierte Prozesse können gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt erneut genutzt werden. Da das Überwachungssystem nur aus wenigen Hardwarekomponenten besteht, lässt es sich auf einem Rollwagen montieren. Das System ist somit nicht nur schnell im Aufspüren von fehlerhaften Bauteilen, sondern auch flexibel an mehreren Pressen einsetzbar.

 www.intelligente-schmiedewerkzeuge.de

Das IGF-Vorhaben 17009 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann nach Projektende bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.

LED sorgen für Orientierung

Wandlungsfähige Lager dank Indoor-Navigationssystem

Wandlungsfähigkeit ist heute eine wesentliche Eigenschaft erfolgreicher Unternehmen. Nur wer seine Produktions- und Lagersysteme stets an die aktuellen Anforderungen des Marktes anpassen kann, hat langfristig Erfolg. Mit einem Indoor-Navigationssystem möchte das IPH Unternehmen bei der Realisierung wandlungsfähiger Lager helfen.

Die Märkte, in denen Unternehmen agieren, werden zunehmend dynamischer. Während die durchschnittliche Produktlebensdauer und die Prognostizierbarkeit von Absatzmengen sinken, nimmt die Variantenvielfalt stetig zu. Produktions- und insbesondere Lagersysteme müssen somit kontinuierlich an Veränderungen des Marktes angepasst werden. Viele Unternehmen versuchen deshalb, ihre Lager mit geringem Aufwand wandlungsfähig zu gestalten. Trotz aller Wandlungsfähigkeit darf dabei jedoch nicht die Orientierung verloren gehen.

Wie Unternehmen in wandlungsfähigen Lagern den Überblick behalten können, untersuchen die Ingenieure des IPH in einem aktuellen Forschungsprojekt. Gemeinsam mit Partnern aus der Industrie entwickeln sie ein kostengünstiges Navigationssystem für Innenräume. Mit Hilfe des Systems sollen sich Gabelstapler, Routenzüge und andere Flurförderzeuge – und nicht zuletzt die Mitarbeiter – auch nach grundlegenden Umgestaltungen im Lager schnell orientieren können.

LED-Leuchten sorgen für Orientierung

Die Grundlage des am IPH entwickelten Navigationssystems sind energieeffiziente LED-Leuchten, die statt herkömmlicher Industrieleuchten an den Decken der Lager angebracht werden. Diese Leuchten sorgen nicht nur für Licht in der Halle, sondern senden gleichzeitig ein für den Menschen nicht wahrnehmbares Signal aus. Einfache Kameras empfangen diese Signale, werten sie aus und geben die Informationen weiter. Der Gabelstapler kann dadurch seine Position bestimmen, der Staplerfahrer weiß jederzeit, wo im Lager er sich gerade befindet. Dank des Indoor-Navigationssystems können auch neue Mitarbeiter Waren im Lager schnell und ohne Umwege finden. Sogar nach Veränderungen der Lagerorte oder Anpassungen des gesamten Lagerlayouts bleibt der Überblick bestehen. Die zeitraubende Suche nach dem neuen Lagerort eines Produkts entfällt. Zudem erleichtert das Indoor-Navigationssystem die



Verwaltung der Lagerflächen: Wird das Lager um neue Lagerplätze erweitert, müssen diese nicht erst mit viel Aufwand in das Lagerverwaltungssystem eingepflegt werden. Stattdessen teilt das Indoor-Navigationssystem dem System die Position der abgelegten Waren mit. Das Lagerverwaltungssystem speichert die Koordinaten ab und sorgt dafür, dass der Ort der Ware allen Anwendern bekannt ist. Die Informationen im Lagerverwaltungssystem stimmen somit immer mit der Realität überein.

Leicht umsetzbar und auch für KMU erschwinglich

Das Indoor-Ortungssystem lässt sich leicht und kostengünstig realisieren: Es müssen lediglich die im Projekt entwickelten „Navigationsleuchten“ an die Hallendecke montiert und alle Flurförderzeuge im Lager mit einer passenden Empfangseinrichtung ausgestattet werden. Im Gegensatz zu RFID-basierten Ortungssystemen ist der Installations- und Investitionsaufwand somit gering. Wegen der geringen Anschaffungskosten eignet sich das System auch für kleine und mittlere Unternehmen und ermöglicht auch ihnen die Realisierung effizienter und leicht anpassbarer Lager-systeme. Die innovativen „Navigationsleuchten“ weisen so den Weg zu mehr Wandlungsfähigkeit.

 www.isi-walk.de

Das Projekt „Intelligente Schnittstellen in Wandlungsfähigen Lieferketten (ISI-WALK)“ wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ (Förderkennzeichen 02PR2000, 02PR2002) gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), betreut.

Die Qual der ERP-Auswahl

IPH unterstützt KMU bei der Software-Auswahl

Der Markt an Systemen zur Unternehmensressourcenplanung ist beinahe unüberschaubar groß. Wer aus dem Angebot der über 600 Anbieter von ERP-Systemen die beste Lösung für das eigene Unternehmen auswählen möchte, muss daher systematisch vorgehen. Das IPH erleichtert Kunden die Qual der (Aus-)Wahl.

Die Auswahl eines ERP-Systems will gut überlegt sein, schließlich legt die Entscheidung den Grundstein für eine langjährige Partnerschaft. Dabei darf nicht nur der Leistungsumfang der Software als Kriterium dienen. Der Anbieter der Wahl sollte auch in der Lage sein, die Unternehmensphilosophie der Organisation darzustellen. Nur so können die internen Prozesse reibungslos abgebildet und eine hohe Transparenz im Unternehmen sichergestellt werden.

In einem sechsmonatigen Beratungsprojekt unterstützte das IPH die Frerk Aggregatbau GmbH, einen Hersteller von Strom- und Dieselaggregaten, bei der Auswahl der passenden Software. Um aus den unzähligen ERP-Systemanbietern den besten Partner für den Auftraggeber zu finden, führten die Ingenieure des IPH einen systematischen Auswahlprozess durch. Dabei wurden zunächst die Vorgehensweise im Projekt mit allen Beteiligten abgestimmt und die Erwartungen an die Einführung des ERP-Systems erfasst. Mit Hilfe eines umfassenden Fragenkatalogs wurden zentrale Unternehmensprozesse aufgenommen, Anforderungen an das zukünftige System abgeleitet und in einem Lastenheft zusammengefasst.

Selektion Schritt für Schritt

Mittels einer Marktrecherche trafen die Ingenieure des IPH anschließend eine Vorauswahl. Die in Frage kommenden ERP-Systemanbieter wurden kontaktiert und gebeten, das Lastenheft zu beantworten. Anschließend wurden die Systemfunktionalitäten, die auf Basis der beantworteten Lastenhefte abgebildet wurden, mit den ermittelten Anforderungen abgeglichen. Die fünf Anbieter mit der höchsten Anforderungserfüllung wurden eingeladen und durften ihre ERP-Software anhand von zehn zuvor definierten Szenarien vorstellen.



Der Weg zum perfekten Partner

Die Szenarien stellten die wichtigsten im System zu implementierenden Prozesse der Ferk Aggregatebau GmbH dar, beispielsweise die Auftragsanlage im Vertrieb. Mit Fragebögen bewerteten die am Auswahlprozess beteiligten Mitarbeiter die Präsentationen. Wie gut die jeweiligen Szenarien in der Software umgesetzt wurden, spielte bei der Bewertung eine ebenso wichtige Rolle wie die Kompetenz der Anbieter, weiterführende Fragen zu beantworten.

Die Bewertungsergebnisse fassten die Ingenieure des IPH in einem Bericht zusammen. Darüber hinaus wurde für die Einführung eines jeden ERP-Systems eine Investitionsabschätzung über einen Zeitraum von 15 Jahren erstellt. Nach diesem objektiven und transparenten Auswahlprozess lagen zwei Anbieter gleichauf. Ein direkter Vergleich zeigte schließlich, welcher von ihnen optimal zur Ferk Aggregatebau GmbH passt. Das niedersächsische Unternehmen kann sich sicher sein, aus den Hunderten von Anbietern den richtigen ausgewählt zu haben. Einer reibungslosen Einführung des ERP-Systems steht nun nichts mehr im Weg.

Mit Leichtbau höher hinaus

Entwicklung von Leichtbautürmen für Windenergieanlagen

Weil der Wind in der Höhe stärker ist und durchgängiger weht, können höhere Windkraftanlagen größere Energieerträge erzielen. Ab einer bestimmten Höhe wird das Gewicht der Türme allerdings zum Problem – die Anlage bricht darunter zusammen. Ingenieure des IPH haben Leichtbaukonzepte entwickelt, mit denen die Türme zukünftig höher in den Himmel wachsen sollen.

Je höher die Nabenhöhe, desto größer ist der Energieertrag von Windkraftanlagen. Warum also nicht einfach höhere Türme bauen? Leichter gesagt als getan! Mit jedem weiteren Meter Höhe steigt das Gewicht des Turms einer Windenergieanlage überproportional an. Nach der derzeit üblichen Bauweise sind den Turmhöhen daher Grenzen gesetzt. Damit die Türme höher gebaut werden können, müssen sie zunächst deutlich an Gewicht verlieren.

Wie aus den Türmen Leichtgewichte werden können, wurde jüngst am IPH untersucht. Die Ingenieure wandten Leichtbauprinzipien auf die Konstruktion der Turmsegmente an. Dazu wurden vorhandene Konstruktionsansätze wie Stahlrohr- oder Hybridtürme bezüglich ihres Gewichts im Verhältnis zur erreichbaren Höhe analysiert. Als Referenz für die Leichtbautürme diente ein 220 Tonnen schwerer Turm in Stahlbauweise mit einer Nabenhöhe von 90 Metern. Zur Bewertung des Referenzturms und der Leichtbautürme wurden als Kriterien die mechanische Spannung und die Verformung des Turmes über die gesamte Länge herangezogen. Dazu bestimmten die Forscher die Beanspruchungsarten und Belastungsgrößen. Mit Hilfe numerischer Strömungsmechanik – so genannten CFD-Simulationen – ermittelten sie ein Belastungsprofil. Die Berechnung der mechanischen Spannungen und Verformungen erfolgte anhand der Finiten Elemente-Methode (FEM).

Natur und Luftfahrt als Vorbilder

Inspirieren ließen sich die Ingenieure bei der Entwicklung der Leichtbaukonzepte von Natur und Luftfahrt. Die Bionik macht es seit Jahren vor: In der Natur finden sich zahlreiche Leichtbauweisen, die sich in die Welt der Technik übertragen lassen. Leichtbaukonstruktionen sind darüber hinaus auch in der Luftfahrt essentiell, damit Flugzeuge effizient in die Luft gebracht werden können. Zudem weisen Flugzeugstrukturen eine hohe Stabilität auf. Genau diese Anforderungen muss auch eine Windenergieanlage erfüllen.



Nach einer Recherche unterschiedlicher Leichtbaubereiche erstellten die Ingenieure einen Katalog mit Leichtbaukonzepten. Aus der Vielzahl an Möglichkeiten wählten sie dann die Konzepte aus, die sich für Windkraftanlagen eigneten. Die Struktur eines Bananenhalmes kam ebenso in die Auswahl wie der Aufbau eines Flugzeugrumpfes mit Stringern. Anhand von Simulationen wurden für die ausgewählten Konzepte die Spannungen und Verformungen berechnet.

Der Leichtbau nach dem Prinzip des Flugzeugrumpfes zeigte sich als bester Lösungsansatz. Die Versteifung einer dünnen Außenhaut mit Stringern führt zur geringsten Verformung bei gleichzeitig geringem Gewicht. Die gewählte Variante wurde am IPH zur Konstruktionsvariante des Trapezturms weiterentwickelt. Diese zeichnet sich durch eine sehr dünne Außenhaut aus, die durch trapezförmige Bleche verstärkt wird. Mit einem Gewicht von 155 Tonnen ist der neu entwickelte Turm ganze 30 Prozent leichter als der Referenzurm in Stahlbauweise. Ein solcher Turm ist grundsätzlich gut herstellbar, denn bereits heute werden Trapezbleche in den benötigten Größen industriell gefertigt.

In künftigen Projekten möchten die Wissenschaftler des IPH den Trapezurm weiterentwickeln. Geplant sind Optimierungen im Hinblick auf die Stärke und die Profile der Bleche. Inwiefern hochfeste Stähle und andere Stahlsorten Verwendung finden können, soll ebenfalls geprüft werden.

 www.leitu.xxl-produkte.net

Das Projekt „Leichtbau bei XXL-Produkten am Beispiel von gewichtsoptimierten XXL-Turmsegmenten“ (LeiTu) wurde von dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (MW) im Rahmen des Verbundprojekts „Innovationen für die Herstellung großskaliger Produkte“ gefördert.

Über den Tellerrand geschaut

Allround-Montagehilfen für XXL-Produkte

Um Windkraftanlagen und andere XXL-Produkte zu montieren, werden eigens spezielle Montagevorrichtungen entwickelt. Bisher arbeitet jede Branche für sich. Dabei lohnt sich der Blick in andere Bereiche. Das IPH möchte die Montage von Großbauteilen mit Hilfe generischer Prinzipien unterstützen und vielseitig einsetzbare Montagehilfen schaffen.

Großskalige Produkte sorgen nicht nur bei der Herstellung für große Herausforderungen. Auch ihre Montage ist aufwändig. Noch aufwändiger ist jedoch die Entwicklung individueller Montagevorrichtungen, die genau auf das jeweilige Produkt zugeschnitten sind. Bis heute entwirft und fertigt jede Branche ihre eigenen Hilfsmittel. Und das, obwohl es in anderen Bereichen möglicherweise bereits ausgereifte Vorrichtungen gibt, die für vergleichbare Montagevorgänge eingesetzt werden.

Von anderen Branchen lernen

Ob an Land oder auf hoher See: Bei der Montage von neuen Windkraftanlagen müssen Umwelteinflüsse wie der Wind, die Montagehöhe und das Gewicht der Bauteile berücksichtigt werden. Ein kranloses Montagesystem, wie es momentan überwiegend im Offshore-Bereich eingesetzt wird, bietet auch an Land Vorteile. Es kann unabhängig von der Witterung eingesetzt werden und ist auch für größere Montagehöhen geeignet. Dennoch werden die meisten Onshore-Windenergieanlagen heute noch mit Autokranen montiert.

Der Blick in andere Branchen offenbart weitere Parallelen: So ähnelt die Turmmontage einer Windkraftanlage der Montage einer großen Chemieabgasanlage. Auch zwischen dem Bau von Bahnwaggons und dem Bau von Schiffsrumpfen gibt es Parallelen, denn beide XXL-Produkte weisen gebogene Außenflächen auf.


Um Synergien zwischen unterschiedlichen Branchen nutzbar zu machen, entwickelt das IPH einen Ansatz zur Systematisierung von Montagehilfen für XXL-Produkte. Das Ziel: für möglichst jede Montageaufgabe eine passende Lösung parat haben. Dazu haben die Wissenschaftler zunächst vorhandene Montagevorrichtungen analysiert und in einem morphologischen Kasten dokumentiert. In einem Steckbrief wurden die Montagefunktionen, die Eigenschaften der montierten Bauteile und das Montageumfeld für jede einzelne Montagevorrichtung festgehalten.



Die Steckbriefe setzten die Ingenieure anschließend in einer Software um. Mit wenigen Klicks soll diese den Nutzer künftig bei der Wahl der richtigen Montagehilfe unterstützen – mit einer Auswahl unterschiedlicher Montagevorrichtungen aus unterschiedlichen Branchen. Dazu wurden nicht nur die Montageaufgaben selbst, sondern auch die Randbedingungen der Montage in der Software hinterlegt. Vorhandene Umwelteinflüsse sowie Masse und Länge des Bauteils werden somit bei der Auswahl der passenden Hilfsmittel berücksichtigt.

Die Software funktioniert ähnlich wie eine Internetsuchmaschine: Gemäß dem Grad der Anforderungserfüllung zwischen der anstehenden Montageaufgabe und den existierenden Montagehilfen stellt sie eine Liste mit möglichen Lösungen zur Verfügung. Dabei betrachtet die Software auch unterschiedliche Montageprinzipien zur Realisierung der Montageaufgabe. So kann beispielsweise das Anheben eines Bauteils über eine externe Hilfe erfolgen oder aber auch über eine produktimmanente Komponente.

Das Forschungsprojekt endet im Herbst 2013. Um die Praxistauglichkeit der entwickelten Lösungen nachzuweisen, plant das IPH den Bau und Test einer exemplarischen Montagehilfe. Gemeinsam mit einem Industriepartner soll das Hilfsmittel realisiert werden. Der Tunnelblick bei der Montage von großskaligen Produkten gehört dann endgültig der Vergangenheit an.

 www.xxl-montagehilfen.xxl-produkte.net

Das Projekt „XXL-Montagehilfen – Entwicklung und Systematisierung von generischen Prinzipien zur Unterstützung der Montage von Großbauteilen“ wird von dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (MW) im Rahmen des Verbundprojekts „Innovationen für die Herstellung großskaliger Produkte“ gefördert.

Von Anfang an Energie sparen

Weniger Kosten durch energieeffiziente Fabrikplanung

Bei der Fabrikplanung wurde bislang vor allem auf logistische und ästhetische Aspekte Wert gelegt. Aufgrund steigender Energiekosten rückt nun die Energieeffizienz der Produktionsstätten in den Fokus. Mit Bauphysikern und Architekten erforschen die Ingenieure des IPH, wie Fabriken von Anfang an energieeffizienter geplant werden können.

Nach Einschätzung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wird sich die Nachfrage nach Energie in den nächsten Jahren weltweit erhöhen. Infolgedessen wird auch der Energiepreis weiter ansteigen. Bis 2020 hat sich die Bundesregierung daher ehrgeizige Klimaschutzziele gesteckt: Die Energieproduktivität – also die wirtschaftliche Leistung, die pro eingesetzter Energie erzeugt wird – soll im Vergleich zum Jahr 1990 um ganze 100 % verbessert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, soll die Energieeffizienz über die gesamte Energiekette hinweg erhöht werden.

Logistische Zielgrößen, Ästhetik – und Energieeffizienz?

Viele Unternehmen setzen bereits heute bei Maschinen und Anlagen Technologien zur Energierückgewinnung ein. Allerdings bergen auch die Fabrikgebäude großes Potenzial, die Energieeffizienz zu steigern. Doch bislang orientiert sich die Planung von Fabriken vor allem an logistischen und architektonischen Bewertungsmaßstäben. Ausgelegt werden die Produktionsstätten zum einen darauf, die logistischen Zielgrößen bestmöglich zu unterstützen – beispielsweise kurze Durchlaufzeiten oder niedrige Bestände. Zum anderen spielt die Ästhetik des Gebäudes eine wichtige Rolle.

Wie auch die Energieeffizienz in die Planung einbezogen werden kann, untersuchen die Ingenieure des IPH derzeit gemeinsam mit Bauphysikern der Leibniz Universität Hannover und Architekten der münster school of architecture. Im Forschungsprojekt „Energie- und materialflusseffiziente Fabrikplanung“ entwickeln die Wissenschaftler einen organisatorischen Ansatz, der die Energieeffizienz in Produktionsgebäuden verbessern soll.



Am Anfang des Projekts stand zunächst die Frage, welche Fabrikbereiche überhaupt aus energetischer Sicht relevant sind. Identifiziert haben die Wissenschaftler insgesamt fünf Bereiche: Die Montage, die (maschinelle) Fertigung, Lager, Büro- und Sozialräume sowie die Technik. Jeder dieser Bereiche stellt unterschiedliche Anforderungen an die Klimatisierung. So müssen Fertigungsbereiche oftmals aufgrund hoher Abwärme von Maschinen und Anlagen gekühlt werden. Büros hingegen, in denen Mitarbeiter vorrangig sitzende Tätigkeiten verrichten, werden regelmäßig mit zusätzlichem Energieaufwand beheizt. Durch eine effiziente Anordnung der unterschiedlichen Bereiche innerhalb eines Gebäudes lassen sich Synergien nutzen. Die überschüssige Energie eines Bereichs könnte so in einem anderen sinnvoll eingesetzt werden – und dort den Energieaufwand reduzieren.

Wie genau die einzelnen Fabrikbereiche räumlich angeordnet werden müssen, untersuchen die Wissenschaftler jeweils aus Sicht der Bauphysik, der Logistik und der Architektur. Entstehen soll so ein Katalog mit Handlungsempfehlungen, der produzierenden Unternehmen hilft, energetische Potenziale in Produktionsgebäuden zu heben. Die Empfehlungen werden neben logistischen und architektonischen Aspekten auch bauphysikalische und damit energierelevante Belange adressieren. Die Fabrikplanung der Zukunft wird damit ganzheitlich und energieeffizient von Anfang an.

 www.fabrik-a-plusplus.de

Das IGF-Vorhaben 17077 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Damit es rund läuft

Verbesserung von Rundlauf toleranzen mittels Kalibrierprozess

Für einen Automobilzulieferer hat das IPH ein Kalibrierverfahren für ein schnell rotierendes Metallbauteil untersucht. Die Besonderheit: Das Bauteil, das der Auftraggeber fertigen möchte, erfordert eine extrem hohe Rundlauf toleranz. Das IPH hat die benötigten Kalibrierkräfte und Kalibrierwege ermittelt.

Schnell rotierende Bauteile benötigen eine sehr hohe Rundlauf toleranz. Das IPH hat einen Auftraggeber dabei unterstützt, diese Toleranz zu erreichen. Der Zulieferer plant, ein rotationssymmetrisches Bauteil in Serie zu produzieren. Das Bauteil soll später einmal in einem PKW zum Einsatz kommen. Da es sehr schnell und in geringem Abstand zu seinem Gegenpart rotiert, müssen die geometrischen Toleranzen sehr genau eingehalten werden.

Mit der bisher geplanten Fertigung kann der Auftraggeber die Toleranzen nicht einhalten: Das Bauteil wird umgeformt und an einer Stelle verschweißt – und verzieht sich dadurch. Behoben werden soll dieses Problem durch eine umformtechnische Kalibrierung. Das bedeutet, das Bauteil wird an die geforderten Toleranzen angepasst, zum Beispiel mechanisch oder mit einem Fluid.

Wenn die Genauigkeit nicht passt

Durch die Kalibrierung erhofft sich der Auftraggeber eine aufwandsarme Korrektur des Rundlaufs. Bevor jedoch eine Kalibriervorrichtung konstruiert und gefertigt werden soll, sind Informationen über das Verhalten des Bauteils während des Kalibriervorgangs erforderlich. Dazu zählen die benötigten Kräfte und der exakte Kalibrierverfahrweg. Da durch eine Kalibrierung eine bleibende Umformung des Materials benötigt wird, muss neben der reinen plastischen Umformung auch besonderes Augenmerk auf die elastische Umformung gelegt werden.

Aufgrund des Schweißprozesses weisen die Bauteile umlaufend unterschiedliche Abmaße auf. Die Kalibrierverfahrwege müssen deshalb individuell gewählt werden. Um die Verfahrenwege bestimmen zu können, haben die Ingenieure des IPH im ersten Schritt FEM-Simulationen zur Berechnung der Umformwege und der jeweiligen Kalibrierkräfte durchgeführt. Dabei mussten die elastische sowie die plastische




Umformung berücksichtigt werden. An dem servohydraulischen Umformsimulator des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover in Garbsen wurden die ermittelten Werte überprüft. Das Bauteil wurde dazu mit den berechneten Kräften belastet, Kraft-Weg-Verläufe wurden aufgenommen und ausgewertet. Dank der Versuchsauswertung kann der Auftraggeber nun die richtigen Einstellungen an der Kalibriervorrichtung vornehmen.


Zur Auslegung der Kalibriervorrichtung sind neben den benötigten Kräften auch die Konstruktionswerkstoffe relevant, die verwendet werden. Damit sich die Kalibriereinheit selbst nicht zu stark elastisch verformt, muss sie eine größere Härte aufweisen als das Bauteil. Das IPH recherchierte in einschlägigen Datenbanken und Medien und wählte geeignete Werkstoffe aus. Der Auftraggeber erhielt eine Übersicht aller in Frage kommenden Materialien. Die Liste umfasst sämtliche Werkstoffe, mit denen die Kalibrierkräfte auf das Bauteil übertragen werden können, ohne es zu beschädigen. Der Auftraggeber kann nun eine Vorrichtung mit geeigneten Werkstoffen fertigen und mit passenden Einstellungen die Kalibrierung durchführen. Zukünftig wird damit bei seinen Bauteilen alles rund laufen.


Projekte und Partner


Projekte 2012

Analyse Schmiedefehler Aluminiumschmiedeteil
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/12


Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/97
 www.akwzb.de


Arbeitskreis XXL-Produkte
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/10
 www.xxl-produkte.net


Automatisierte Kalkulation und Konstruktionsmodellerstellung im Wertschöpfungsprozess von Folgeverbundwerkzeugen
Auftraggeber: BMBF/KMU-Innovativ | Laufzeit: 06/11 – 05/12
 www.autokalk.de

Automatisierte Unterstützung von Layoutauswahl und Konfiguration verketteter Produktionssysteme in der Phase der Grobplanung
Auftraggeber: AiF/GFaI | Laufzeit: 10/12 – 09/14
 www.autokon-anlagenplanung.de

Benchmarking Technologien
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/12 – 03/13

Dezentrale, agentenbasierte Selbststeuerung von Fahrerlosen Transportsystemen
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 07/11 – 06/13
 www.fts-selbststeuerung.de

S. 28-29 Energiekostenorientierte Belegungsplanung
Auftraggeber: AiF/BVL/BMWi | Laufzeit: 08/11 – 07/13
 www.energiekostenorientierte-belegungsplanung.de

S. 58-59 Energie- und materialflusseffiziente Fabrikplanung
Auftraggeber: AiF/BVL/BMWi | Laufzeit: 10/11 – 03/13
 www.fabrik-a-plusplus.de

Entscheidungsunterstützung zur Bestimmung der Bauweise (klein- vs. großskalig) und Komponentengröße von großskaligen Bauteilen auf Basis von Lebenszykluskosten am Beispiel von Verkehrsflugzeugflügeln

Auftragsgeber: MWK/MW | Laufzeit: 07/11 – 06/13

 www.skalkompxxl.xxl-produkte.net

Entwicklung einer mehrstufigen Prozesskette für IHU-Bauteile aus Titanhohlprofilen

Auftraggeber: AiF/EFB | Laufzeit: 12/10 – 09/12

 www.ihu-titan.de

Entwicklung einer Methode zur simulationsgestützten Steuerung der Baustellenmontage

S. 40-41

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/12 – 04/14

Entwicklung eines Modells zur Ermittlung der Kosten von Belegungsszenarien

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/12 – 04/13

Entwicklung und Systematisierung von generischen Prinzipien zur Unterstützung der Montage von Großbauteilen

S. 56-57

Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 10/11 – 09/13

 www.xxl-montagehilfen.xxl-produktion.de

ERP-Entscheidung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/12 – 11/12

ERP-Systemauswahl

S. 52-53

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/12 – 03/12

Fabrikplanung

S. 46-47


Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/12 – 08/12

Feasibility Study


S. 36-37

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/12 – 07/12


FEM Schmiedbarkeit Gegenlager
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/12 – 12/12


Fließfertigung für die XXL-Produktion
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 07/12 – 06/14
 www.fliessfertigung-xxl.de


Funktionsbasierte Angebotsplanung von komplexen Unikatprodukten
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/09 – 07/12


Gestaltung und Bewertung von Lieferketten zur Herstellung von XXL-Produkten
Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 10/11 – 09/13
 www.scd.oxl-produkte.net

Gratloses Schmieden von Metall-Matrix-Kompositen auf Aluminiumbasis
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 07/11 – 06/13

S. 42-43 Großskalierung umformtechnischer Fertigungsverfahren an ihre physikalischen Grenzen
Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 07/10 – 06/12
 www.formlimit.oxl-produkte.net

S. 38-39 IdentOverLight – Auto-ID mit sichtbarem Licht in der Intralogistik
Auftraggeber: AiF/IFL/BMWi | Laufzeit: 05/11 – 04/13
 www.identoverlight.de

S. 48-49 Intelligente Schmiedewerkzeuge zur Fehlerreduktion in der Massivumformung
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 01/11 – 04/13
 www.intelligente-schmiedewerkzeuge.de

S. 50-51 Intelligente Schnittstellen in wandlungsfähigen Lieferketten
Auftraggeber: BMBF | Laufzeit: 07/10 – 06/13
 www.isi-walk.de

Intelligentes Trennschleifwerkzeug (Fortsetzung)
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 02/2012 – 01/2013

- Kalibrierung S. 60-61
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/12 – 10/12
- Kapazitätsplanung
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/12 – 04/12
- Kennzahlensysteme zur Bewertung der Materialverfügbarkeit bei der Herstellung
großskaliger Produkte
Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 01/12 – 12/13
 www.matkenn.xxl-produkte.net
- Konfiguration von Lean-Methoden für unternehmensindividuelle Produktionssysteme
zur Herstellung von XXL-Produkten (ProSys XXL)
Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 07/10 – 06/12
 www.prosysxxl.xxl-produkte.net
- Konzept zur Steigerhandhabung und -montage S. 44-45
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/11 – 11/11
- Leichtbau bei XXL-Produkten am Beispiel von gewichtsoptimierten XXL-
Turmsegmenten S. 54-55
Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 07/10 – 06/12
 www.leitu.xxl-produkte.net
- Logistiksimulation
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/12 – 03/13
- Machbarkeitsstudie für eine automatisierte Teilezuführung bei Laserschneidanlagen
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/11 – 03/12
- Mechanismen zur Steuerung einer variablen Gratbahn und deren Einfluss auf die
verschleiß- und volumenschwankungsabhängige Formfüllung beim Gesenk-
schmieden
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/11 – 07/13

Methodische und konzeptionelle Unterstützung bei der Ausgestaltung eines Dichtungssystems

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/12 – 12/12

Netzwerksteuerungsverfahren für eine synchrone Montageversorgung

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 12/12 – 11/14

Ökologie- und logistikkostenorientierte Auswahl von Anlieferkonzepten

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 08/12 – 07/14

 www.anlieferkonzept.de

S. 30-31 Planung eines Flächennutzungskonzepts für eine Blechfertigung


Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/11 – 01/12

Präzisionsschmieden

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/10 – 02/12

Praxisseminar Fabrikplanung

Auftraggeber: IPH | Laufzeit: 10/12

 www.praxisseminar-fabrikplanung.de

S. 34-35 Reduzierte Kapitalbindung für die Montage durch abgestimmte Termintreue bei der Materialbereitstellung aus Beschaffung, Lager und Fertigung

Auftraggeber: AiF/BVL/BMWi | Laufzeit: 05/11 – 02/13

 www.kapitalbindung-montage.de


Reifegradbasierte Entwicklungsrichtlinien für die Erhöhung der Logistikleistung in Produktionsnetzwerken zur Herstellung von großskaligen Produkten

Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 04/11 – 03/13

 www.lorg.xxl-produkte.net


Resource efficient forging process chain for complicated high duty parts

Auftraggeber: EU | Laufzeit: 10/12 – 09/14

 www.reforch.eu


Steigerung der Anlageneffektivität in der Blechumformung durch rechnergestützte Erfahrungsrückgewinnung (ESTER)

Auftraggeber: AiF/ZUTECH | Laufzeit: 02/10 – 04/12

 www.ifum.uni-hannover.de/ester0.html

Steigerung der Zuverlässigkeit der Zustandsprognose von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) durch den Einsatz von Data Mining-Verfahren

Auftraggeber: MWK/MW | Laufzeit: 07/10 – 06/12

 www.steigprog.xxl-produkte.net

Synchronisation der logistischen Reaktionsfähigkeit in Lieferketten (II)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 01/12 – 12/12

Unterstützung bei der Einführung einer elektronischen Produktkennzeichnung von Kokillen mittels RFID

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/10 – 10/12

Abkürzungen

AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BVL	Bundesvereinigung Logistik e. V.
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V.
EFB	Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V.
EU	Europäische Union
FSV	Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V.
GFal	Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.
IFL	Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e. V.
IPH	Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
MW	Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
MWK	Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur
ZUTECH	Initiativprogramm Zukunftstechnologien

Partner 2012

ACATEC Software GmbH, Gehrden | ACIDA GmbH, Herzogenrath | Actemium Controlmatic GmbH, Bottrop | Airbus Operations GmbH, Bremen | Aksan Steel Forging Inc., Akyurt, Ankara (Türkei) | Aljo Aluminium-Bau Jonuscheit GmbH, Berne | Ammann AG, Oberentfelden (Schweiz) | Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | Aurrenak S. Coop., Vitoria-Gasteiz (Spanien) | Bäckerei Bolten GmbH, Duisburg | Bartscher Logistik GmbH, Salzkotten | Bluhm Systeme GmbH, Rheinbreitbach | BMW AG - Forschungs- und Innovationszentrum (FIZ), München | Brinkhaus GmbH, Garbsen | bu + engineering GmbH, Siegen | Buderus Edelstahl Schmiedetechnik GmbH, Wetzlar | Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn | Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin | Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | Carl Bechem GmbH, Hagen | Chemex GmbH, Delligsen | Continental AG, Frankfurt | Continental AG, Gifhorn | Continental AG, Hannover | Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | Dr.-Ing. K. Brankamp System Prozessautomation GmbH, Erkrath | Egon Grosshaus GmbH & Co. KG, Lennestadt | EMA-TEC GmbH, Sondershausen | Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V., Hannover | Europäische Union | Finow Automotive GmbH, Eberswalde | fischer Hydroforming GmbH, Menden | Forbo Siegling GmbH, Hannover | Forschungsgemeinschaft Intralogistik/ Fördertechnik und Logistiksysteme, Frankfurt/Main | Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V., Hagen | Frerk Aggregatebau GmbH, Schweringen | Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V., Berlin | Götting KG, Lehrte/Röddenen | GRAFIX GmbH, Stuttgart | hannoverimpuls GmbH, Hannover | Grean GmbH, Garbsen | GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | Höft & Wessel AG, Hannover | Horst Witte Gerätebau Barskamp KG, Bleckede | Industrie- und Handelskammer Hannover, Hannover | Industrieverband Massivumformung, Hagen | InfraServ GmbH & Co. Gendorf KG, Burgkirchen | INOSERV - Engineering Consulting Solutions, Freiburg | inotec Barcodes Security GmbH, Neumünster | Institut für Bauphysik (IFBP) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | Institut für Elektroprozess-technik (ETP) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | Institut für Oberflächentechnik (IOT) der Technischen Universität, Braunschweig | Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University, Aachen | Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Institut für Werkstoffkunde (IW) der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Investitions- und Förderbank Niedersachsen – NBank, Hannover | IPRI International Performance Research Institute gemeinnützige GmbH, Stuttgart | IWC International Watch Co. AG, Schaffhausen (Schweiz) | Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover | Jungheinrich AG, Hamburg | Kappa optronics GmbH, Gleichen | Karosseriewerk Dresden GmbH, Radeberg | KB Schmiedetechnik GmbH, Hagen | Kluth Vertriebs GmbH, Barsinghausen/Hannover | KUKA Roboter GmbH, Gersthofen | Laser Zentrum Hannover e. V., Hannover | Lehrstuhl für Umformtechnik der Universität Siegen, Siegen | LinogistiX GmbH, Dortmund | MAHLE GmbH, Stuttgart | MAHLE Motorkomponenten GmbH, Albershausen | Metav-Cercetare Dezvoltare S.A., Bucharest (Rumänien) | MFL Maschinen- & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt/Basse | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Hannover | Nuyts GmbH, Buxheim | OMTAŞ Otomotiv Transmisyon Aksami San. Ve Tic. A.S., Gebze/Kocaeli (Türkei) | Paul Beier Werkzeug- und Maschinenbau GmbH & Co. KG, Kassel-Rothenditmold | Paul Hafner GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | PFW Aerospace AG, Speyer | Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | Pleyma GmbH, Hamburg | PMD Technologies GmbH, Siegen | PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, Garbsen | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | Raziol Zibulla & Sohn GmbH, Iserlohn | Robert Bosch GmbH, Hildesheim | Salzgitter Hydroforming GmbH & Co. KG, Crimmitschau | Schwer + Kopka GmbH, Weingarten | SeaCom Digitale Mess- und Übertragungssysteme GmbH, Herne | Seissenschmidt AG, Plettenberg | Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark | Sick AG, Waldkirch | simcon kunststofftechnische Software GmbH, Würselen | Simplan Integrations GmbH, Witten | SLF Oberflächentechnik GmbH, Greven | software4production GmbH, Garching b. München | Stiebel Eltron GmbH & Co. KG, Holzminden | STILL GmbH, Hamburg | Suzlon Energy GmbH, Hamburg | Teckentrup Stanzttechnik GmbH & Co. KG, Herscheid | ThyssenKrupp Umformtechnik GmbH, Bielefeld | ThyssenKrupp VDM, Werdohl | TiBoTek – Christoph Heck Tiefbohrtechnik, Usingen | Tower Automotive GmbH & Co. KG, Bergisch Gladbach | TRIBOTech Filzek, Mühlthal | VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf | VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., Frankfurt/Main | Videc GmbH, Bremen | Volkswagen AG, Wolfsburg | Weil Engineering GmbH, Mühlheim | Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH, Lichtenfels | WESTFALIA Presstechnik GmbH & Co. KG, Crimmitschau | WILCO Wilken Lasertechnik GmbH & Co. KG, Wadersloh-Diestedde | Wistro Elektro-Mechanik GmbH, Langenhagen | WSB Service GmbH, Dresden

Veröffentlichungen und Vorträge

Veröffentlichungen & Vorträge 2012

Behrens, B.-A.; Nickel, R.; Stonis, M.: Simulation algorithm for the assessment and modification of multi-directional forging processes and tool geometries. In: Production Engineering, Research and Development, Springer Verlag, 6. Jg. (2012), H. 2, S. 187-198.

Böning, C.; Rochow, P.: Sparen nach Plan: Energieorientierte Fabrik- und Belegungsplanung. In: phi - Produktionstechnik Hannover informiert, PZH-Verlag, 13. Jg. (2012), H. 2, S. 4-5.

Eilert, B.; Ullmann, G.; Overmeyer, L.: Umformwerkzeuge automatisiert konfigurieren und kalkulieren - Herstellkostenermittlung von Blechumformwerkzeugen mit Methoden der künstlichen Intelligenz auf Basis einer automatisierten CAD-Modellerstellung. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 107. Jg. (2012), H. 11, S. 801-807.

Faßnacht, P.; Meyer, M.; Nickel, R.; Behrens, B.-A.: Vorformoptimierung mittels Evolutionären Algorithmen. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 107. Jg. (2012), H. 3, S. 133-138.

Goudarzi, M.; Behrens, B.-A.: Konstruktive Konzeptentwicklung für Leichtbautürme von Windenergieanlagen. In: Lightweight Design, Springer Vieweg, o. Jg. (2012), H. 6, S. 45-49.

Goudarzi, M.; Behrens, B.-A.: Leichtbau bei großskaligen Produkten am Beispiel von Turmsegmenten. In: Lightweight Design, Springer Vieweg, o. Jg. (2012), H. 1, S. 30-35.

Heißmeyer, S.: IdentOverLight – Auto-ID mit sichtbarem Licht in der Intralogistik. HLI Hamburger Logistik Forum, Hamburg, 2. November 2012.

Heißmeyer, S.: Indoor positioning of vehicles using an active optical infrastructure. 3rd International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), Sydney (Australien), 13. November 2012.

Heißmeyer, S.: ISI-WALK: Intelligente Schnittstellen in wandlungsfähigen Lieferketten. 83. Treffen der BVL-Regionalgruppe Niedersachsen, Entertainment Distribution Company, Langenhagen, 23. Februar 2012.

Jähner, M.; Ullmann, G.; Behrens, B.-A.; Overmeyer, L.: Exzellentes Reklamationsmanagement durch die automatisierte Qualitätsbewertung von 8D-Berichten. In: Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. (Hrsg.): FQS-DGQ, Band 85-07, 1. Aufl., Frankfurt am Main 2012.

Kache, H.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Development of a warm cross wedge rolling process using FEA and downsized experimental trials. In: Production Engineering, Research and Development, Springer Verlag, 6. Jg. (2012), H. 4/5, S. 339-348.

Kache, H.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Flachbackenquerkeilwalzen für Stahl und Aluminium. In: wt Werkstattstechnik online, Springer VDI-Verlag, 102. Jg. (2012), H. 7/8, S. 473-479.

 [www.werkstattstechnik.de/wt/get_article.php?data\[article_id\]=68590](http://www.werkstattstechnik.de/wt/get_article.php?data[article_id]=68590)

Kerkeling, J.: Multi-tasking beim Schmieden: Gratlos Umformen und Lochen in einem Schritt. In: phi - Produktionstechnik Hannover informiert, PZH-Verlag, 13. Jg. (2012), H. 1, S. 14-15.

Krause, A. et al.: Intelligenz ersetzt Sensoren. In: Umformtechnik, Meisenbach Verlag, 46. Jg. (2012), H. 2, S.28-29.

Krause, A.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Sensorlose Prozessüberwachung von Schmiedeprozessen. In: MEFORM 2012 - Werkstofftechnologie und Umformtechnik, Freiberg, 28.-30. März 2012, S.191-201.

Meyer, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Cross wedge rolling of preforms for crankshafts. In: Key Engineering Materials, Trans TechPublications Ltd., o. Jg. (2012), H. 504-506, S. 205-210.

Müller, K.; Stonis, M.; Lücke, M.; Behrens, B.-A.: Hydroforming of thick-walled hollow aluminum profiles. In: Key Engineering Materials, Trans TechPublications Ltd., o. Jg. (2012), H. 504-506, S.181-186.

Nyhuis, P.; Ullmann, G.; Potthast, J.-M.: Zirkadiane Leistungsschwankungen in der Produktion. In: Logistics Journal (NotRev), Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik, o. Jg. (2012), H. 4, 10. Dezember 2012.

 www.logistics-journal.de/not-reviewed/2012/10/3478/2012_10nyhuis.pdf

Prüssing, P.; Baumgarten, S.; Ullmann, G.: New Approaches for Analyzing the Logistical Synchronization of Material Provision in Production Networks. Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Hong Kong (China), 10.-13. Dezember 2012.

Potthast J.-M.; Meers, S.: Produktionssystem für XXL-Produkte. Studie über den Methodeneinsatz bei XXL-Herstellern. In: Productivity Management, GITO Verlag, 17. Jg. (2012), H.1.

Schwarz, C.; Schachmanow, J.: Mission Dezentralisierung: Agenten verhelfen FTS zu mehr Selbstständigkeit. In: FTS-/AGV-Facts, Staplerworld (Sonderausgabe), TechTex-Verlag, 1. Jg. (2012), H. 1, S. 20-21.


Ullmann, G.: Exzellentes Reklamationsmanagement - Qualitätssicherung von 8D-Berichten mittels Text Mining. marcus evans conference, Integriertes Qualitäts- und Reklamationsmanagement, Düsseldorf, 15. November 2012.


Ullmann, G.: Gewusst wie: Produktionssystem-Wissen gezielt vermitteln. 8. IHK Arbeitskreis Lean for Professionals, Frankfurt am Main, 23. August 2012.


Wiegand, M.: Höher, leichter, intelligenter – Windkraftanlagen der Zukunft. In: ti - Technologie-Informationen, Arbeitskreis der Technologietransferstellen niedersächsischer Hochschulen, o. Jg. (2012), H. 3, S. 5.

Impressum

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH
Hollerithallee 6 | 30419 Hannover

 +49 (0)511 27976-0

 info@iph-hannover.de

 www.iph-hannover.de

Geschäftsführung: Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens | Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis | Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer | Dr.-Ing. Georg Ullmann

Vorsitzender des Beirats: Prof. Dr.-Ing. Jörg Seume

Sitz der Gesellschaft: Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 50530

© IPH 2013. Alle Rechte vorbehalten.


Hinweis: Soweit Produktnamen, Markennamen, Handelsbezeichnungen und Warenzeichen im Text genannt werden, erkennt das IPH die jeweiligen Rechte der Rechtsinhaber ausdrücklich an.

Konzeption, Satz und Layout: Meike Wiegand, IPH

Bildnachweise

Titelbild: GIS - Fotolia.com | S. 16: IPH | S. 17: IPH | S. 18: IPH | S. 20: IPH | S. 21: IPH | S. 22: IPH | S. 23: alle PZH Verlag GmbH | S. 29: IPH | S. 31: IPH | S. 33: IPH | S. 35: Eisenhans - Fotolia.com | S. 37: IPH | S. 39: IPH | S. 41: industrieblick - Fotolia.com | S. 43: IPH | S. 45: IPH | S. 47: djama - Fotolia.com | S. 49: IPH | S. 51: Jürgen Effner - Fotolia.com / IPH (Montage) | S. 53: GaToR-GFX - Fotolia.com / IPH (Montage) | S. 55: Massimo Cavallo - Fotolia.com / IPH (Montage) | S. 57: IPH | S. 59: IPH | S. 61: Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover
gemeinnützige GmbH
Hollerithallee 6
30419 Hannover

 www.iph-hannover.de