
Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2017

"Die Zukunft soll man nicht voraussehen wollen,
sondern möglich machen."

Antoine de Saint-Exupéry, französischer Schriftsteller (1900-1944)

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

hätten Sie vor 20 Jahren gedacht, dass Sie einmal ganz selbstverständlich im Zug Ihre E-Mails beantworten würden? Dass Sie ohne Stadtplan zurechtkommen, weil Ihr Telefon den Weg kennt? Dass Sie Ersatzteile zu Hause ausdrucken können? Falls Sie jetzt den Kopf schütteln: Auch wir wissen meist nicht, welche genialen Erfindungen sich letztlich durchsetzen oder wie lange es dauert, bis neue Technologien im Alltag ankommen. Deshalb halten wir uns an den Rat von Antoine de Saint-Exupéry: Die Zukunft soll man nicht voraussehen wollen, sondern möglich machen. Und daran arbeiten wir am IPH mit ganzem Engagement.

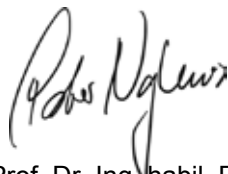
Um die Zukunft möglich zu machen, haben wir 2017 den Grundstein für einen neuen Forschungsschwerpunkt gelegt: Künftig widmen wir uns stärker der additiven Fertigung, besser bekannt als 3D-Druck. Im Projekt "Niedersachsen ADDITIV" arbeiten wir gemeinsam mit drei Partnern daran, diese Technologie serientauglich zu machen. Zudem wollen wir niedersächsischen Unternehmen das nötige Know-how vermitteln, um auf dem Weg zur additiven Fertigung voranzugehen (siehe Seite 14).

Auch in anderen Bereichen begleiten wir Unternehmen auf dem Weg in die digitale Zukunft. Beispielsweise unterstützen wir Erfinder dabei, ihre Entwicklung zur Marktreife zu bringen – und zwar rundum vom Fertigungsprozess über die Qualitätskontrolle bis zum wandlungsfähigen Montagekonzept (siehe Seite 32). Wir unterstützen Unternehmen dabei, ihre Fabrik effizienter zu strukturieren (siehe Seite 42) und ihre Produktion zu automatisieren (siehe Seite 54).

Und wir entwickeln völlig neue Technologien: Von Leichtbauverfahren für die Automobilindustrie (siehe Seite 46) über digitale Physiotherapeuten (siehe Seite 44) bis hin zu Softwaretools, die selbstständig Fabriklayouts entwickeln und bewerten (siehe Seite 36). Ob das in 20 Jahren selbstverständlich ist, können wir zwar nicht voraussehen – aber wir tun alles, um es möglich machen.



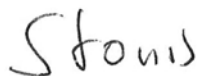
Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer



Dr.-Ing. Malte Stonis

Geschäftsführung und Beirat

Geschäftsführung

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter und Sprecher der Geschäftsführung* |

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Dr.-Ing. Malte Stonis

| *Koordinierender Geschäftsführer* |

Beirat

Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek

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

Dr. Sabine Johannsen

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

Dr.-Ing. Andreas Jäger

| *Geschäftsführer der Jäger Gummi und Kunststoff GmbH* |

Dr. Volker Müller

| *Hauptgeschäftsführer der Unternehmerverbände Niedersachsen e. V.* |

Dr. sc. techn. Andreas Sennheiser

| *Geschäftsführender Gesellschafter der Sennheiser electronic GmbH & Co. KG* |

Dr.-Ing. Thomas Tracht

| *Leiter Montageplanung im Mercedes-Benz Werk Bremen der Daimler AG* |

Inhaltsverzeichnis

5	Vorwort
7	Geschäftsführung und Beirat
8	Inhaltsverzeichnis

Das war 2017

14	Niedersachsen macht Druck
16	Arbeitskreis feiert 20-jähriges Bestehen
17	IPH schafft Raum für Kreativität
18	Ausgezeichnete Arbeit: Eric Pieper
18	Dienstjubiläum: Georg von Dömming
19	Benjamin Küster wird Abteilungsleiter
20	Theorie trifft Praxis: Seminare am IPH
22	Mobile Fabrik: Digitalisierung auf Tour
24	Veranstaltungen
26	Dissertationen
27	Zahlen und Fakten

Ausgewählte Projekte

30	3D-Drucker mieten statt kaufen Mit Betreibermodellen können Unternehmen Investitionskosten sparen Die Additive Fertigung revolutioniert die Produktionstechnik – doch gerade kleine und mittlere Unternehmen schrecken noch davor zurück, 3D-Drucker einzusetzen. Der Hauptgrund sind die hohen Investitionskosten. Eine Lösung könnten sogenannte Betreibermodelle sein, die es ermöglichen, 3D-Drucker zu mieten statt zu kaufen.
32	Wartungsfreundlicher, leichter, sicherer Neues Bremssystem für Züge: IPH unterstützt bei der Markteinführung Von der Idee zur Marktreife ist es ein weiter Weg, der viel Zeit und Geld kosten kann. Damit geniale Ideen nicht in der Schublade verschwinden, benötigen Erfinder oft Unterstützung. Das IPH hilft derzeit einem mittelständischen Unternehmen, ein neues Produkt zu optimieren und einen wirtschaftlichen Fertigungsprozess zu gestalten.

- 34 **Kamera-Drohne erfasst Fabriklayout**
Automatisierte Kartographierung erleichtert die Fabrikplanung
Wenn Unternehmen ihre Produktionsstätte effizienter gestalten wollen, müssen sie zunächst Unmengen von Daten aufnehmen: Wo stehen welche Maschinen? Wie breit sind die Wege, wie groß die Lager- und Pufferflächen? Diese aufwendige Vorarbeit soll künftig im Flug erfolgen: Per Kamera-Drohne.
- 36 **Kästchen schieben war gestern**
Automatisierte Layoutplanung und -bewertung spart viel Zeit
In kürzester Zeit zum optimalen Fabriklayout: Das ermöglicht künftig ein Software-tool des IPH. Die automatisierte Bewertung von Fabriklayouts ist damit bereits möglich, eine Methode zur automatisierte Layoutplanung entwickeln die Forscher in einem neuen Forschungsprojekt.
- 38 **Pannenhilfe für fahrerlose Fahrzeuge**
Mit maschinellem Lernen lassen sich Störungen automatisiert beheben
Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) bewegen sich vollautomatisch durch die Produktion und bringen Bauteile beispielsweise vom Lager in die Montage. Sobald jedoch eine Störung auftritt, muss ein Experte manuell eingreifen. Forscher am IPH arbeiten daran, auch das Störungsmanagement zu automatisieren.
- 40 **Ventile aus der Walzmaschine**
Machbarkeitsstudie für internationalen Automobilzulieferer
Auch hohle Bauteile lassen sich mittels Querkeilwalzen in Form bringen – zu diesem Ergebnis kommt das IPH in einer Machbarkeitsstudie, die es im Auftrag eines Kunden erstellt hat. Der international tätige Automobilzulieferer will Motor-Ventile künftig im Querkeilwalzverfahren herstellen.
- 42 **Produktion steigern auf engem Raum**
Neues Layout für bestehende Fabrik: IPH optimiert Lager und Montage
Wenn die Zahl der Aufträge steigt und der Platz in der Fabrik knapp wird, stehen Unternehmen vor einer Entscheidung: Ist ein Neubau nötig – oder genügt es, die bestehende Fabrik effizienter zu strukturieren? Das IPH hat für einen Kunden ein Fabriklayout entwickelt, mit dem sich die Produktion um 30 Prozent steigern lässt.

- 44 **Alles ergonomisch?**
3D-Kameras erkennen ungesunde Bewegungsabläufe in der Montage
Ein digitaler Physiotherapeut soll künftig erkennen, ob sich Arbeiter in der Montage ergonomisch bewegen – und sie warnen, wenn sie sich beispielsweise falsch bücken. Unternehmen können damit die Gesundheit ihrer Mitarbeiter erhalten, den Krankenstand senken und letztlich Kosten sparen.
- 46 **Ein Verfahren, zwei Leichtbau-Ansätze**
Verbundhybridschmieden kombiniert massives Aluminium mit Stahlblech
Massivteile aus Aluminium während der Umformung stoffschlüssig mit Stahlblechen verbinden: Das ist das Ziel des Verbundhybridschmiedens. Mit dem neuen Leichtbauverfahren lassen sich nicht nur zwei unterschiedliche Werkstoffe optimal fügen, sondern gleichzeitig die Vorteile von Blech- und Massivbauteilen kombinieren.
- 48 **Digitalisierung schafft Arbeitsplätze**
Assistenzsystem unterstützt Menschen mit Behinderung bei der Montage
Die Digitalisierung hat oft einen schlechten Ruf: Es heißt, sie vernichte Arbeitsplätze. Das Gegenteil trifft bei der Schubs GmbH in Hameln zu. Dort unterstützt ein digitaler Assistent Menschen mit Behinderung bei der Montage – und schafft somit Jobs. "Mit uns digital!" hat die Entwicklung des Assistenzsystems unterstützt.
- 50 **Technikauswahl leichtgemacht**
Welches Lager-, Kommissionier- und Transportsystem ist das richtige?
Investitionsentscheidungen wollen gut durchdacht sein. Das gilt auch für Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme – schließlich beeinflussen sie die Effizienz der gesamten Fabrik. Welche Technik zu welchem Unternehmen passt, ist nicht immer leicht zu beantworten. Eine Software soll künftig bei der Auswahl helfen.
- 52 **Hart wie Diamant gegen den Verschleiß**
Werkzeuge zum Halbwarmschmieden sollen künftig länger halten
Halbwarm geschmiedete Bauteile besitzen eine bessere Oberflächenstruktur und höhere Maßhaltigkeit als warm geschmiedete Bauteile. Um Stahl bei niedrigeren Temperaturen umzuformen, sind jedoch höhere Kräfte nötig, deshalb nutzen sich die Gesenke schneller ab. Das IPH untersucht eine Möglichkeit zum Verschleißschutz.

- 54 **Automatisierte Fertigung nach Maß**
Sonderanfertigungen aus Holz schnell und flexibel herstellen
Roboter sind hocheffizient, wenn es darum geht, immer gleiche Arbeitsabläufe auszuführen. Individuelle Produkte werden dagegen meist noch von Menschenhand hergestellt. Für einen Anbieter von maßgefertigten Holzverpackungen sollte das IPH beides vereinen und die Produktion automatisieren, ohne an Flexibilität einzubüßen.
- 56 **Europa wird digital**
Partner aus sieben EU-Ländern erstellen Studie zum "Smart Engineering"
Die Digitalisierung europaweit vorantreiben: An diesem Ziel arbeitet das IPH mit Partnern aus sieben Ländern. Im Auftrag der Europäischen Union erstellen sie eine Übersicht der Förderprogramme aller Mitgliedsstaaten und ermutigen Unternehmen, zusammen mit Forschungseinrichtungen smarte Technologien zu entwickeln.

Projekte, Partner, Publikationen

- 61 Projekte 2017
68 Partner 2017
71 Publikationen 2017
77 Bildquellen
78 Impressum

Das war 2017

Niedersachsen macht Druck

Beim 3D-Druck sollen niedersächsische Unternehmen Vorreiter werden – mit der Unterstützung von "Niedersachsen ADDITIV", dem Zentrum für Additive Fertigung. Drei Jahre lang, von 2017 bis 2020, fördert die niedersächsische Landesregierung das Zentrum mit insgesamt 1,2 Millionen Euro. Das Geld fließt in Forschung, Weiterbildung und Technologietransfer. Am 20. Oktober 2017 hat der damalige Wirtschaftsminister Olaf Lies das Zentrum offiziell eröffnet (Foto rechts).

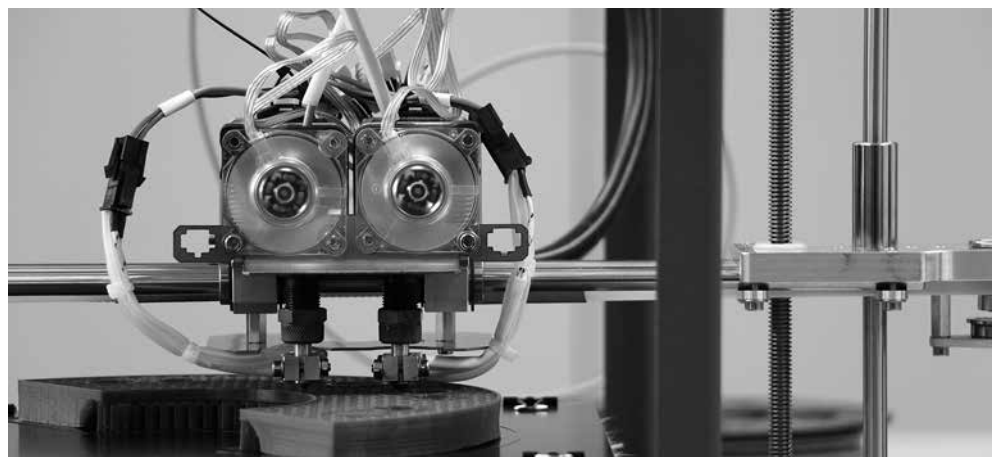
Radikaler Wandel in der Produktionstechnik

Die additive Fertigung wird die Produktionstechnik grundlegend verändern. Maßgefertigte Produkte lassen sich künftig zum Preis von Massenware herstellen – etwa Laufschuhe, die individuell an den Fuß des Sportlers angepasst werden, oder Kopfhörer und Hörgeräte, die perfekt im Ohr sitzen. Damit kleine und mittlere Unternehmen in Niedersachsen von den Chancen des 3D-Drucks profitieren, bietet



"Niedersachsen ADDITIV" Unterstützung an. Am Zentrum sind vier Partner beteiligt: Das IPH, das Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH), die Deutsche Messe Technology Academy GmbH und die LZH Laser Akademie GmbH.

Das IPH und das LZH konzentrieren sich vor allem auf die Forschung – mit dem Ziel, die Grenzen der additiven Fertigungsverfahren zu verschieben und den 3D-Druck serientauglich zu machen. Zwar ist mit den aktuellen Technologien schon vieles möglich, allerdings sind die heute erhältlichen 3D-Drucker noch auf wenige Materialien beschränkt und können nur relativ kleine Produkte herstellen. Zudem sind





die Verfahren oft noch nicht wirtschaftlich. Das LZH entwickelt daher maßgeschneiderte additive Verfahren für Werkstoffe wie Edelstahl- und Aluminiumlegierungen, Polyamide oder Magnesium. Das IPH erforscht, wie sich 3D-Drucker in bestehende Produktionsprozessketten integrieren lassen. Zudem nehmen die Ingenieure die Wirtschaftlichkeit der additiven Verfahren unter die Lupe – von den Investitionskosten über den Materialverbrauch bis hin zur Prozessgeschwindigkeit.

Know-how für den niedersächsischen Mittelstand

Die Laser Akademie und die Deutsche Messe widmen sich verstärkt der Information und Weiterbildung. Fach- und Führungskräften aus dem niedersächsischen Mittelstand bieten sie einen Überblick über die Grundlagen der additiven Fertigung. Die Experten erklären, welche Technologien es bereits auf dem Markt gibt, für welche Materialien sie sich eignen und wie 3D-Drucker im Vergleich zu herkömmlichen Fertigungsverfahren abschneiden – etwa in Bezug auf Herstellungskosten, Durchsatz und Produktqualität.

Neben Forschung und Weiterbildung unterstützt "Niedersachsen ADDITIV" auch bei der Umsetzung. Niedersächsische Unternehmen, die additive Fertigungstechnologien in ihre eigene Produktion integrieren möchten, erhalten hier kostenlos Hilfestellung – schließlich will das Zentrum den niedersächsischen Mittelstand zum Pionier der Additiven Fertigung machen.

 www.niedersachsen-additiv.de

Das Projekt wird vom Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung gefördert.

Arbeitskreis feiert 20-jähriges Bestehen

Seit 20 Jahren bringt der Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB) Fach- und Führungskräfte aus ganz Deutschland zusammen. 1997 wurde das Branchennetzwerk am IPH gegründet, 2017 fand am selben Ort die Jubiläumsveranstaltung statt – mit Fachvorträgen und einer Podiumsdiskussion.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich der Werkzeugbau stark verändert. Unternehmen stellen zunehmend individuelle Produkte in Kleinserien her, die Werkzeuge und Formen werden dadurch immer komplexer. Neue Technologien revolutionieren die Branche, etwa die Additive Fertigung: Damit lassen sich maßgefertigte Einzelstücke und Prototypen mit relativ geringem Aufwand herstellen. Und dank der Digitalisierung wird die Produktion zunehmend effizienter – davon profitiert auch eine Traditionsbranche wie der deutsche Werkzeug- und Formenbau.



Arbeitskreis Werkzeug- & Formenbau

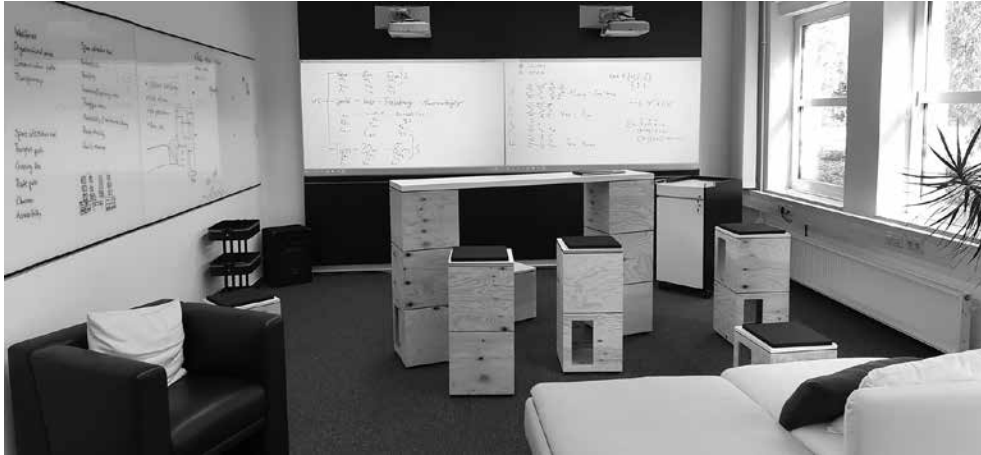
Neue Entwicklungen kennenzulernen, sich darüber auszutauschen und voneinander zu lernen: Mit diesem Ziel wurde der AKWZB einst gegründet.

IPH-Gründungsgesellschafter Professor Dr. Hans Kurt Tönshoff hat den Arbeitskreis 1997 mit seiner Doktorandin Kirsten Tracht ins Leben gerufen. Bei der Jubiläumsveranstaltung blickte der Gründer persönlich auf die vergangenen 20 Jahre zurück und diskutierte in einer Expertenrunde über aktuelle Entwicklungen im Werkzeugbau mit Dr. Sven Holsten von der Phoenix Contact GmbH & Co. KG und Alfred Graf Zedtwitz vom VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (Foto). Susanne Schröder, Chefredakteurin der Zeitschrift "FORM+Werkzeug", moderierte das Gespräch.



www.akwzb.de





IPH schafft Raum für Kreativität

Außerhalb der gewohnten Arbeitsumgebung auf neue Gedanken kommen: Dafür hat das IPH im Sommer 2017 einen Kreativraum eingerichtet. Dorthin können sich die Mitarbeiter zurückziehen, um in Ruhe nachzudenken, neue Forschungsansätze zu entwickeln und für Industriekunden kreativ zu werden – allein oder im Team.

An einem vier Meter breiten Bildschirm an der Stirnseite des Raumes können bis zu sieben Personen gleichzeitig schreiben, zeichnen oder Mindmaps erstellen. Wer lieber auf Papier schreibt, kann seine Notizen direkt vom Schreibblock an die Wand projizieren und anschließend digital abspeichern.

Ein Arbeitsort ohne Schreibtisch

Schreibtische und Bürostühle fehlen im Kreativraum gänzlich – stattdessen besteht die Einrichtung aus Sesseln, Sofa-Elementen sowie Holzwürfeln, die sich beliebig zu Tischen, Hockern und Bänken zusammensetzen lassen. So sind bereits beim Mobiliar Kreativität und Tatendrang gefragt. Anders als im Büro lässt sich der Arbeitsort flexibel an die Bedürfnisse der Nutzer anpassen.

Die Idee für einen Kreativraum hatte der ehemalige Geschäftsführer des IPH, Dr. Georg Ullmann. Um die Einrichtung haben sich die Mitarbeiter selbst gekümmert: Sie suchten die Möbel aus, entwickelten ein Farbkonzept, strichen die Wände und dekorierten den Raum. Gemeinsam haben sie einen Ort geschaffen, der sich stark von klassischen Büros unterscheidet – und gerade deshalb fast täglich von wechselnden Teams genutzt wird.

Ausgezeichnete Arbeit: Eric Pieper

Eric Pieper hat den IPH-Zukunftspreis 2017 gewonnen. In seiner Masterarbeit untersucht der Wirtschaftsingenieur das Repowering-Potenzial sämtlicher Windparks in Deutschland. Beim Repowering werden alte Anlagen abgebaut und durch neue ersetzt, die meist wesentlich leistungsfähiger sind. An welchem Standort sich das zu welchem Zeitpunkt lohnt, können Windparkbetreiber künftig mit einem Excel-Tool herausfinden, das Pieper entwickelt hat.



Mit dem Zukunftspreis zeichnet das IPH jeden Herbst den Verfasser der besten studentischen Abschlussarbeit aus. In die Auswahl kommen alle Studierenden, die ihre Bachelor-, Master- oder Diplomarbeit am IPH schreiben und spätestens am 30. September bei der Fakultät einreichen. Der Gewinner erhält neben einer Urkunde auch ein Preisgeld von 500 Euro.

 www.iph-hannover.de/de/karriere/nachwuchsfoerderung

Dienstjubiläum: Georg von Dömming

Der erfahrenste Ingenieur am IPH hat 2017 sein Dienstjubiläum gefeiert: Georg von Dömming gehört seit 25 Jahren zum Unternehmen. Eingestellt wurde der Maschinenbauingenieur 1992 als Anwendungsprogrammierer und Systementwickler.

Seit seiner Anfangszeit programmiert Georg von Dömming Softwaredemonstratoren und -prototypen. Inzwischen gilt er als Experte für Materialflusssimulationen. Für die Software Plant Simulation hat er eigene Modellbausteine entwickelt, sodass sich nicht nur Materialflüsse in Fabriken, sondern auch Bewegungen von Güterzügen realistisch darstellen lassen – seit einigen Jahren ist das ein Spezialgebiet des IPH.



Anders als die meisten seiner Kollegen zog es Georg von Dömming nie in die Industrie. Der inzwischen 60-Jährige schätzt bis heute die "unglaubliche Freiheit", die die Wissenschaft bietet. Und er genießt es, mit deutlich jüngeren Kollegen zusammenzuarbeiten: "Das hält geistig jung."



Benjamin Küster wird Abteilungsleiter

Führungswechsel in der Produktionsautomatisierung: Benjamin Küster hat im Herbst 2017 die Abteilungsleitung übernommen. Der Wirtschaftsingenieur führt nun das Team von rund neun Mitarbeitern. Gemeinsam erforschen sie die Automatisierungstechnik von morgen – dazu gehören digitale Assistenzsysteme, fahrerlose Transportfahrzeuge, Messsysteme sowie optische Technologien – und entwickeln Automatisierungslösungen für Industriekunden. "Unser Ziel ist es, Produktionsprozesse so effizient wie möglich zu gestalten", sagt Benjamin Küster.

Forschung vorantreiben und neue Themen erschließen

Seit Anfang 2013 ist Benjamin Küster am IPH tätig. Damals studierte er noch an der Leibniz Universität Hannover und arbeitete parallel als wissenschaftliche Hilfskraft in der Abteilung Produktionsautomatisierung. Seine Masterarbeit schrieb er am IPH über die Steuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen per Handzeichen und gewann dafür den ersten Preis der Jungheinrich Excellence Awards.

Seit November 2014 arbeitet Benjamin Küster als Projektingenieur in der Produktionsautomatisierung, zu seinen Forschungsschwerpunkten gehörten zunächst Transporttechnik und Qualitätssicherung. Als neuer Abteilungsleiter will er an die sehr gute Arbeit seines Vorgängers Dr. Björn Eilert anknüpfen, weitere Themengebiete erschließen und insbesondere die Forschung zur additiven Fertigung vorantreiben.



Theorie trifft Praxis: Seminare am IPH

Nicht nur Wissen schaffen, sondern auch vermitteln: Das ist das Ziel des IPH. In drei Praxisseminaren geben die Ingenieure aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung an die Industrie weiter.

Praxisseminar Fabrikplanung

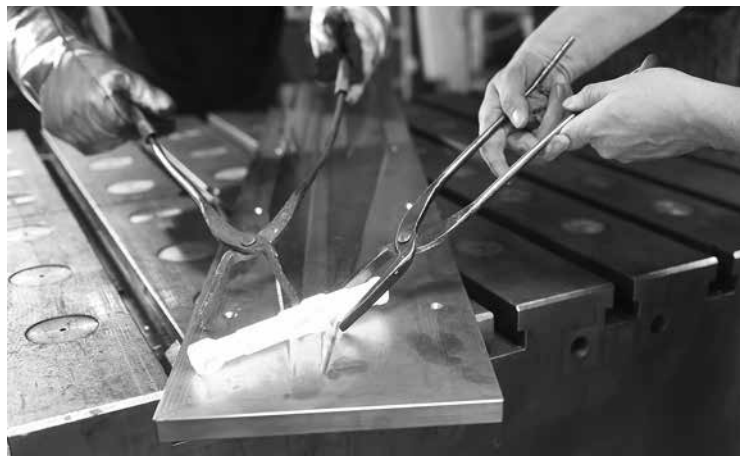
Umfangreiches Grundlagenwissen zur Planung wandlungsfähiger Fabriken vermittelt das Praxisseminar Fabrikplanung, ein gemeinsames Angebot des IPH und des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover. Das zweitägige Seminar richtet sich an Fach- und Führungskräfte, die eine neue Fabrik planen oder ihre bestehende Produktionsstätte umgestalten wollen. Im Seminar erfahren sie, wie sie ein solches Projekt systematisch angehen und erfolgreich umsetzen.

Das Weiterbildungsangebot zeichnet sich durch den sehr hohen Praxisanteil aus: In einer Fallstudie planen die Teilnehmer eine Fabrik für ein fiktives Unternehmen. Die Praxisaufgaben bauen unmittelbar auf dem Theorieteil auf – so können die Teilnehmer ihr erworbenes Wissen sofort anwenden und vertiefen. Zudem lernen sie von Best-Practice-Beispielen, die erfahrene Fabrikplaner, Unternehmer und Architekten in Praxisvorträgen vorstellen.

Angeboten wird das Seminar ein- bis zweimal pro Jahr. Ab einer Gruppengröße von sechs Personen können Unternehmen auch individuelle Schulungstermine vereinbaren.




www.praxisseminar-fabrikplanung.de



Praxisseminar Energiemanagement

Wie Unternehmen ihren Energieverbrauch senken können, erlernen Fach- und Führungskräfte im Praxisseminar Energiemanagement. Das IPH bietet die eintägige Schulung gemeinsam mit der GREAN GmbH an. Die Teilnehmer erfahren, wie ein Energiemanagementsystem gemäß der DIN EN ISO 50001 aufgebaut ist und wie sie Schritt für Schritt vorgehen, um ein solches System erfolgreich im Unternehmen einzuführen. Anwendungsbeispiele aus der Praxis untermauern die theoretischen Grundlagen. Seminartermine werden ab einer Gruppengröße von sechs Personen nach Absprache angeboten.

 www.praxisseminar-energiemanagement.de

Praxisseminar Massivumformung

Eine individuelle Schulung zu Umformtechnik und FEM-Simulationen bietet das IPH für Berufseinsteiger und Vertriebsmitarbeiter aus der Schmiedebranche an. In Einzelschulungen oder Kleingruppen mit maximal sechs Personen erwerben sie theoretisches Wissen und praktische Kenntnisse. Die Teilnehmer lernen die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Umformverfahren und -maschinen kennen, erhalten eine Einführung in gängige Simulationsprogramme und führen auch selbst FEM-Simulationen durch. Auf Wunsch können sie zudem bei Umformversuchen dabei sein.

Die Inhalte des Praxisseminars Massivumformung lassen sich individuell auf die Wünsche und Bedürfnisse der Teilnehmer abstimmen. Je nach Vorkenntnissen und Lehrumfang dauert das Seminar ein bis drei Tage. Termine sind nach Absprache jederzeit möglich.

 www.praxisseminar-massivumformung.de

Mobile Fabrik: Digitalisierung auf Tour

Von Holzminden bis nach Lüneburg, von Braunschweig bis nach Meppen: In ganz Niedersachsen und Bremen informiert "Mit uns digital!" kostenlos über Industrie 4.0. Mit einem zur Fabrik umgebauten Linienbus touren die Experten durchs Land und zeigen kleinen und mittleren Unternehmen direkt vor Ort, welchen Nutzen die Digitalisierung der Produktion bringt.

Industrie 4.0-Lösungen zum Anfassen

In der mobilen Fabrik im Inneren des Busses werden Kugelschreiber in Losgröße 1 gefertigt. Dort zeigen die Experten am praktischen Beispiel, wie RFID, Barcodes und Laser die Fertigung verändern werden. Die Digitalisierungslösungen, die in der mobilen Fabrik zum Einsatz kommen, können auch kleine und mittlere Unternehmen nutzen – mit geringem Aufwand und ohne große Investitionskosten.

Im Jahr 2017 haben die Digitalisierungsexperten 19 Städte und Gemeinden besucht. Die Nachfrage war noch größer: Bereits im Mai war der Bus für das ganze Jahr ausgebucht. Für 2018 stehen bereits einige Termine fest. Städte und Gemeinden, Wirtschaftsförderer und Handelskammern haben aber noch die Möglichkeit, die mobile Fabrik kostenlos in ihre Region zu holen.

Unternehmer, die nicht auf den Bus warten wollen, können in Hannover die Generalfabrik und die Expertenfabriken von "Mit uns digital!" besichtigen. Auch dort werden zu festen Terminen unterschiedliche Digitalisierungslösungen vorgestellt, die die Teilnehmer selbst ausprobieren können. Die Unternehmer erfahren, welche Technik sich für welchen Betrieb eignet, welche konkreten Probleme sie mithilfe der





Digitalisierung lösen und wie sie wirtschaftlicher produzieren können. Zudem informieren die Digitalisierungsexperten über Herausforderungen beim Datenschutz und darüber, wie sich die Arbeitsorganisation und die Aufgaben der Mitarbeiter durch die Digitalisierung verändern.

Die ganze Bandbreite der Digitalisierung

"Mit uns digital!" unterstützt kleine und mittlere Unternehmen in Niedersachsen und Bremen bei der Digitalisierung. Als eines von mehreren Mittelstand 4.0- Kompetenzzentren in Deutschland wurde es Ende 2015 ins Leben gerufen. Finanziert wird es vom Bundeswirtschaftsministerium – mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Mittelstands zu stärken.

Das IPH und das Produktionstechnische Zentrum der Leibniz Universität Hannover stehen an der Spitze von "Mit uns digital!". Zum Konsortium gehören etliche

weitere Partnern, die gemeinsam die ganze Bandbreite der Digitalisierung abdecken – von der Produktionstechnik über die IT-Sicherheit bis zu rechtlichen Herausforderungen. Die Partner bieten auch Schulungen zu ihren Spezialgebieten an.

mit uns digital!

Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen



www.mitunsdigital.de

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover wird vom Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Das Zentrum ist Teil der Förderinitiative "Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse" im Rahmen des Förderschwerpunkts "Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse".

Veranstaltungen

Fachveranstaltungen, Messen und Tagungen

24.-26. Januar 2017 | Hannover

Arbeitskreise der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung

15.-16. März 2017 | Garbsen

Umformtechnisches Kolloquium: Innovationspotenziale in der Umformtechnik

20.-24. März 2017 | Hannover

CeBIT

05. April 2017 | Hannover

Wirtschaftsempfang der Leibniz Universität Hannover

24.-28. April 2017 | Hannover

Hannover Messe

10. August 2017 | Hannover

Industrie 4.0-Praxisforum: Tagung für Industrie und den Mittelstand

7. September 2017 | Hannover

Trans4Log Kongress: Von der Industrie 4.0 zur Logistik 4.0

12.-15. September 2017 | Husum

HUSUM Wind: Fachmesse für Windenergie

14. September 2017 | Hildesheim

Fachforum Effizienzwerkstatt: Effizienz durch Digitalisierung?

18.-23. September 2017 | Hannover

EMO Hannover: Die Welt der Metallbearbeitung

19.- 20. September 2017 | Duisburg

VDI-Fachkonferenz: Additive Manufacturing

27. September 2017 | Hannover

20 Jahre AKWZB: Jubiläumsveranstaltung

20. Oktober 2017 | Hannover

Niedersachsen ADDITIV: Eröffnungsveranstaltung

16. November 2017 | Hannover

European Innovators: Jahresnetzwerktreffen 2017

16. November 2017 | Hannover

Die digitale Praxis leben: Industrie 4.0 für Niedersachsen

13.-14. Dezember 2017 | Loccum

Tagung: Digitalisierung und Innovationspolitik

Internationale Konferenzen

17.-21. Juli 2017 | Spanien

SFLA: European Summer School on Fuzzy Logic and Applications

06.-08. September 2017 | Berlin

OR2017: International Conference on Operations Research

14.-16. September 2017 | Kambodscha

CMECE: International Conference on Mechanical, Electronics and Computer Engineering

14.-16. September 2017 | Kambodscha

ICOAS: International Conference on Automation Sciences

17.-22. September 2017 | Großbritannien

ICTP: International Conference on Technology of Plasticity

10.-13. Dezember 2017 | Singapur

IEEE: International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management

Dissertationen



Knust, J.: Methode zur automatisierten Auslegung von querkeilgewalzten Vorformen für komplexe Schmiedeteile. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2017, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2017.

Podszus, F.: Kognitive, dezentrale Sprachsteuerung von autonom agierenden fahrerlosen Transportfahrzeugen in der Intralogistik. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2017, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2017.



Erhältlich sind die Dissertationen über den TEWISS Verlag, den wissenschaftlichen Verlag der TEWISS – Technik und Wissen GmbH.

 www.tewiss-verlag.de

Zahlen und Fakten

Umsatz (in Tausend Euro)

gesamt	3.127
Aufträge der Industrie	433
gemeinnützige Forschung	2.094
institutionelle Förderung	600

Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

gesamt	65
Wissenschaftliches Personal / Berater	27
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	6
(studentische) Teilzeitbeschäftigte und Praktikanten	32

Projekte

gesamt	53
Aufträge der Industrie	24
gemeinnützige Forschung	29

Ausgewählte Projekte

3D-Drucker mieten statt kaufen

Mit Betreibermodellen können Unternehmen Investitionskosten sparen

Die Additive Fertigung revolutioniert die Produktionstechnik – doch gerade kleine und mittlere Unternehmen schrecken noch davor zurück, 3D-Drucker einzusetzen. Der Hauptgrund sind die hohen Investitionskosten. Eine Lösung könnten sogenannte Betreibermodelle sein, die es ermöglichen, 3D-Drucker zu mieten statt zu kaufen.

Im Rahmen von Betreibermodellen können Unternehmen Investitionskosten sparen, indem sie mit dem Hersteller oder Händler ein Art Mietvertrag schließen. Für klassische Drucker und Kopierer sind Betreibermodelle schon recht verbreitet, für 3D-Drucker sind sie noch unüblich. Dabei könnten Betreibermodelle dazu beitragen, 3D-Drucker auch für kleine Unternehmen erschwinglich zu machen, glauben Forscher des IPH und des IPRI – International Performance Research Institute.

Wirtschaftlichkeit prüfen und Risiken abschätzen

Im Projekt "Betreiber3D" haben die Forscher einen Leitfaden entwickelt, mit dem Unternehmen herausfinden können, ob sich Betreibermodelle für sie lohnen – und unter welchen Bedingungen. Denn die Verträge lassen sich ganz unterschiedlich ausgestalten: Wird der 3D-Drucker dem Kunden zur Verfügung gestellt und in dessen Fertigung integriert? Oder verbleibt er beim Anbieter und wird von mehreren Unternehmen je nach Bedarf genutzt? Wer ist verantwortlich für Reparaturen und für den Nachschub an Druckmaterial?

Welches Modell sich lohnt, hängt nicht nur von der Unternehmensgröße und dem Budget ab, sondern auch davon, wie häufig und wofür der 3D-Drucker eingesetzt wird. Zudem müssen sich Unternehmen überlegen, welche Ziele sie mit dem Betreibermodell verfolgen: Wollen sie hauptsächlich Kosten sparen oder kommt es ihnen darauf an, dauerhaft eine Maschine nutzen zu können, ohne sich um die Wartung kümmern zu müssen? Mithilfe des Leitfadens können Unternehmen Angebote vergleichen, Kosten und Nutzen bewerten und eine optimale Auswahl treffen.

Weil ein Betreibermodell jedoch nur funktioniert, wenn es sich für beide Seiten lohnt, haben die Forscher neben der Anwendersicht auch die Sicht der Hersteller und Händler von 3D-Druckern berücksichtigt. Diese bieten ihre Geräte bisher in der Regel zum Kauf an – Betreibermodelle sind noch unüblich, weil Anbieter die Kosten und Risiken schwer abschätzen können.




So lässt sich kaum planen, wie hoch der Serviceaufwand sein wird, also wie oft ein 3D-Drucker gewartet werden muss. Übernimmt der Anbieter die Versorgung mit Druckmaterial, trägt er das Risiko von Lieferschwierigkeiten – überlässt er es dagegen dem Kunden, läuft er Gefahr, dass der 3D-Drucker durch das falsche Material beschädigt wird. Auch rechtliche Fragen müssen die Anbieter bedenken: Wer haftet beispielsweise, wenn der Kunde gefälschte Produkte herstellt?

Die Forscher haben diese Risiken analysiert und Strategien entwickelt, wie Anbieter von Betreibermodellen darauf reagieren können. Etwa, indem sie ihre Kunden ausreichend schulen – nicht nur zur Bedienung von 3D-Druckern, sondern auch zum Urheberrecht. Oder indem sie Schadenersatzansprüche auf die Kunden übertragen.

Kosten sparen und neue Kunden gewinnen

Dank der Forschungsergebnisse können Hersteller und Händler ihr Risiko minimieren, wenn sie 3D-Drucker vermieten. Anwender können im Gegenzug genau prüfen, welche Betreibermodelle für sie wirtschaftlich sind. Das Konzept kann sich somit für beide Seiten lohnen: Kleine und mittlere Unternehmen können 3D-Drucker nutzen, ohne große Summen investieren zu müssen – und Hersteller und Händler gewinnen neue Kunden, die sich ihre Produkte sonst nicht leisten könnten.

 betreiber3d.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 18850 N der Forschungsvereinigung Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e.V. (GVB) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wartungsfreundlicher, leichter, sicherer

Neues Bremssystem für Züge: IPH unterstützt bei der Markteinführung

Von der Idee zur Marktreife ist es ein weiter Weg, der viel Zeit und Geld kosten kann. Damit geniale Ideen nicht in der Schublade verschwinden, benötigen Erfinder oft Unterstützung. Das IPH hilft derzeit einem mittelständischen Unternehmen, ein neues Produkt zu optimieren und einen wirtschaftlichen Fertigungsprozess zu gestalten.

Das Unternehmen hat ein Bremssystem entwickelt und patentieren lassen, das Züge sicherer, leichter und wartungsfreundlicher macht. Um den Verschleiß der Bremsbeläge intelligent auszugleichen, korrigiert das System permanent elektromechanisch nach.

Bisher wird der Bremsverschleiß an Zügen durch eine umständliche Mechanik kompensiert, die mit viel Aufwand gewartet werden muss. Bei 16 Bremsen pro Waggon braucht das viel Zeit und Kraft. Die Elektronik in der neu entwickelten Bremseinheit erleichtert die Wartung enorm, da sie ein automatisches Öffnen der Bremse ermöglicht und so einen einfachen Zugriff auf die Bremsbeläge sicherstellt. Dank einer Verschleiß-Sensorik werden die Bremsen nicht nur sicherer, sondern sie halten auch länger – weil noch intakte Bremsklötze nicht mehr auf Verdacht vorzeitig ausgewechselt werden müssen.

Leichtere Bauweise soll Züge umweltfreundlicher machen

Bis die Erfindung tatsächlich hergestellt und verkauft werden kann, sind jedoch noch einige Herausforderungen zu meistern. Diese will das mittelständische Unternehmen mit der Unterstützung des IPH angehen.

Zum einen soll die Bremseinheit noch leichter werden. Dafür setzen die Produktionswissenschaftler beim schwersten Bauteil an, der Bremszange. Sie soll künftig geschmiedet statt gegossen werden. Da Schmiedeteile ein besseres Verhältnis von Festigkeit zu Volumen aufweisen, kann das Bauteil auf diese Weise kleiner und leichter ausgelegt werden. Entsprechend geringerer ist der Strombedarf – der Transport auf der Schiene wird noch umweltfreundlicher.

Die Herausforderung: Typische Schmiedeteile sind klein und kompakt, Bremszangen dagegen groß und sperrig. Das IPH soll einen Schmiedeprozess auslegen, mit dem sich das Bauteil trotz untypischer Geometrie wirtschaftlich herstellen lässt.




Zum anderen soll das IPH dabei helfen, die Qualitätskontrolle zu automatisieren. Denn Bremsen müssen absolut zuverlässig sein – stichprobenhafte Qualitätsprüfungen reichen nicht aus. Jedes einzelne Bauteil durchläuft etliche Tests: Kommt das Bremssignal schnell genug an? Ist die Bremskraft groß genug? Kann die Kraft so lange wie benötigt aufrechterhalten werden? Dafür entwickelt das IPH einen Prüfstand.

Voraussetzung für den Erfolg: Wirtschaftliche Produktion

Ob es eine Innovation bis zur Marktreife schafft, hängt jedoch in erster Linie von der Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses ab. Für den Hersteller ist jedes neue Produkt eine große Chance, aber auch ein Risiko, da sich die Nachfrage im Voraus nicht genau abschätzen lässt.

Das IPH entwickelt deshalb ein wandlungsfähiges Montagekonzept, das sich entsprechend der Nachfrage flexibel anpassen lässt. Damit kann das mittelständische Unternehmen seine Erfindung schon bald wirtschaftlich herstellen und vermarkten – und so wesentlich zur Sicherheit und Effizienz im Schienenverkehr beitragen.

 kompaktbremseinheit.iph-hannover.de

Dieses Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Niedersachsen gefördert.

Kamera-Drohne erfasst Fabriklayout

Automatisierte Kartographierung erleichtert die Fabrikplanung

Wenn Unternehmen ihre Produktionsstätte effizienter gestalten wollen, müssen sie zunächst Unmengen von Daten aufnehmen: Wo stehen welche Maschinen? Wie breit sind die Wege, wie groß die Lager- und Pufferflächen? Diese aufwendige Vorarbeit soll künftig im Flug erfolgen: Per Kamera-Drohne.

Derzeit werden sämtliche Flächen aufwendig vermessen und in ein Computermodell übertragen, bevor die eigentliche Layoutoptimierung beginnen kann. Die manuelle Datenaufnahme und -analyse macht bis zu 50 Prozent des gesamten Arbeitsaufwandes bei Fabrikplanungsprojekten aus. In Zukunft soll eine teilautonom fliegende Drohne das Fabriklayout in kurzer Zeit aus der Luft erfassen – daran arbeiten Forscher des IPH im Projekt "Instant Factory Maps".

Die Wissenschaftler statten die Drohne mit einem 3D-Messsystem aus, das im Vorbeiflug Luftaufnahmen erzeugt und die Aufnahmen automatisiert zusammensetzt. Die Daten werden anschließend am Computer verarbeitet und analysiert: Ein Algorithmus erkennt Flächen, die Maschinen, Hochregalen oder Wegen zugeordnet werden, und zeichnet sie ein. So entsteht eine dreidimensionale, maßstabgetreue Karte der Fabrik, die sich beispielsweise mit einem CAD-Programm weiterbearbeiten lässt.

Drohne erkennt Standort, Algorithmus interpretiert Luftaufnahmen

Damit die Layouterfassung im Flug funktioniert, müssen die Forscher zwei Herausforderungen meistern. Zum einen muss die Drohne ihren Standort jederzeit exakt bestimmen können. Zum anderen muss ein Algorithmus die Bilder richtig interpretieren – also zuverlässig erkennen, was eine Maschine ist und wo sich beispielsweise ein Hochregal befindet.

Die Standortbestimmung funktioniert bisher nur unter freiem Himmel, jedoch nicht in geschlossenen Räumen. Zur Lokalisierung innerhalb einer Fabrikhalle soll ein sogenannter SLAM-Algorithmus zum Einsatz kommen. SLAM steht für Simultaneous Localization and Mapping: Die Drohne filmt die Fabrikhalle, erstellt aus den Bildern eine Karte und erkennt auf dieser Karte ihre eigene Position.

Um die Bilder richtig zu interpretieren, entwickeln die Forscher am IPH einen selbstlernenden Algorithmus. Die Luftaufnahmen, die bei den ersten Testflügen der Droh-



ne entstehen, sichtet ein erfahrener Fabrikplaner und markiert Maschinen, Lagerflächen und Wege. Der Algorithmus lernt daraus und ist mit der Zeit in der Lage, die Flächen selbstständig zu unterscheiden.

In kürzester Zeit zum dreidimensionalen Fabriklayout

Die Layouterfassung per Drohne wird Fabrikplanungsprojekte enorm beschleunigen. Statt in wochen- oder monatelanger Handarbeit ließe sich binnen weniger Stunden ein 3D-Modell der Fabrik erzeugen. Mit diesen Daten ließen sich historisch gewachsene, oftmals ineffiziente Fabriklayouts optimieren – ohne aufwendige Vorarbeit. Das nützt vor allem kleinen und mittleren Unternehmen, die wegen des hohen Zeit- und Kostenaufwands oftmals davor zurückschrecken, ihre Produktionsstätte umzugestalten.

Das IPH will die neue Technologie auch selbst nutzen: Seit 30 Jahren planen und optimieren die Ingenieure Fabriken. Mit der automatisierten Layouterfassung können sie diese Dienstleistung künftig günstiger anbieten und ihren Kunden in deutlich kürzerer Zeit Ergebnisse liefern.

 factorymaps.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19170 N der Forschungsvereinigung Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e.V. (GVB) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Kästchen schieben war gestern

Automatisierte Layoutplanung und -bewertung spart viel Zeit

In kürzester Zeit zum optimalen Fabriklayout: Das ermöglicht künftig ein Software-tool des IPH. Die automatisierte Bewertung von Fabriklayouts ist damit bereits möglich, eine Methode zur automatisierte Layoutplanung entwickeln die Forscher in einem neuen Forschungsprojekt.

Bei der Planung von Fabriken verbringen Ingenieure und Architekten viel Zeit mit der Suche nach dem optimalen Layout. In Handarbeit ordnen sie die Fabrikbereiche entweder auf einem Grundriss aus Papier oder in einer Fabrikplanungssoftware an. Anschließend bewerten sie die verschiedenen Varianten, um das optimale Layout auszuwählen. Diese manuellen Prozesse erfordern sehr viel Zeit und Erfahrungswissen. Doch Kästchen schieben war gestern: In Zukunft lassen sich Fabriklayouts automatisiert berechnen, bewerten und optimieren.

Auf Knopfdruck zum optimalen Layout

Ein Softwaretool, das Fabriklayouts auf Knopfdruck bewertet, hat das IPH bereits im Forschungsprojekt "QuaMFaB" entwickelt. Der Nutzer zeichnet das Fabriklayout zunächst in ein Raster ein und definiert unter anderem Büro-, Lager- und Montageflächen. Zudem hinterlegt er Eigenschaften – etwa das Gewicht und den Lärmpegel der Maschinen – und gibt an, wo Starkstrom-, Druckluft- oder Wasseranschlüsse benötigt werden.

Aus all diesen Daten berechnet das Programm 22 Kennwerte in vier Kategorien: Wandlungsfähigkeit, Materialfluss, Umgebungseinfluss und Kommunikation. Gute Noten in der Kategorie Wandlungsfähigkeit gibt es beispielsweise, wenn das Gebäude nicht zu verwinkelt ist und die Anschlüsse kompatibel sind, denn dann lässt sich die Fabrik bei Bedarf umgestalten. Die Länge der Transportwege und die Zugänglichkeit aller Bereiche fließen in die Bewertung des Materialflusses ein, bei den Umgebungseinflüssen spielen Licht, Lärm und Temperaturen eine Rolle.

Zudem kann der Nutzer individuelle Prioritäten setzen: Sind kurze Wege wichtiger als ruhige Arbeitsplätze? Zählt eine optimale Flächenausnutzung mehr als Wandlungsfähigkeit? Aus den einzelnen Kennwerten und der individuellen Gewichtung setzt sich eine Gesamtnote zusammen. So lassen sich mehrere Layoutvarianten schnell und objektiv miteinander vergleichen.



Fabrikplanung: Schneller, besser, günstiger

Ebenso aufwendig wie die Bewertung ist derzeit auch die Planung verschiedener Layoutvarianten. Im Folgeprojekt "MeFaP" wollen die Forscher deshalb ein Softwaretool entwickeln, das Fabriklayouts auch automatisiert erzeugt. Der Nutzer gibt hier zunächst das sogenannte Raumbuch ein, eine detaillierte Bestandsaufnahme der Fabrik mit sämtlichen Maschinen, Lagerflächen, Büros und Meetingräumen. Die Software ordnet die Bereiche anschließend automatisiert an, bewertet die verschiedenen Varianten und wählt das optimale Layout aus.

Während bisher ein ganzes Experten-Team notwendig war, um Fabriklayouts zu entwickeln und zu vergleichen, reicht künftig ein Knopfdruck. Die automatisierte Planung soll aber nicht nur Zeit sparen, sondern auch bessere Ergebnisse liefern: Schließlich kann ein Algorithmus in kürzester Zeit viel mehr mögliche Lösungen betrachten und objektiv bewerten, als ein Mensch überblicken kann.

Das IPH will die Software künftig bei eigenen Fabrikplanungsprojekten einsetzen. Die Ingenieure planen regelmäßig Produktionsstätten für ihre Kunden – dank der Software können sie das bald schneller, besser und günstiger tun.



mefap.iph-hannover.de
quamfab.iph-hannover.de

Die IGF-Vorhaben 18111 N und 19666 N der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. werden über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Pannenhilfe für fahrerlose Fahrzeuge

Mit maschinellem Lernen lassen sich Störungen automatisiert beheben

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) bewegen sich vollautomatisch durch die Produktion und bringen Bauteile beispielsweise vom Lager in die Montage. Sobald jedoch eine Störung auftritt, muss ein Experte manuell eingreifen. Forscher am IPH arbeiten daran, auch das Störungsmanagement zu automatisieren.

Automatischer Warentransport in der Produktion ist zumeist enorm effizient – solange keine Störungen auftreten. Denn wenn Material nicht rechtzeitig an der richtigen Station angeliefert wird, können erhebliche wirtschaftliche Schäden entstehen. Ein gutes Störungsmanagement ist deshalb essentiell, insbesondere bei frei navigierenden fahrerlosen Transportfahrzeugen, die sich ohne vorgegebene Routen selbstständig durch die Fabrik bewegen.

Zur Diagnose und Behebung von Störungen ist heute Fachpersonal nötig. Bleibt ein Fahrzeug stehen, muss ein Experte die Ursache dafür finden: Ist der Weg blockiert, ein Sensor verschmutzt oder ein Akku defekt? Anschließend muss der Experte entscheiden, ob das Fahrzeug das Hindernis auf einer alternativen Route umfahren kann, ob ein Ersatzfahrzeug eingesetzt oder die Transportreihenfolge geändert werden muss. Bis der Experte vor Ort ist, alle Möglichkeiten abgewogen und eine Entscheidung getroffen hat, vergeht Zeit. Dadurch können sich Aufträge verzögern, unter Umständen kommen Bestellungen nicht rechtzeitig beim Kunden an.

Expertensystem lernt aus vergangenen Störfällen

Um Ausfälle zu vermeiden, arbeitet das IPH an einer automatisierten Pannenhilfe. Im Projekt "FTS-Expert" entwickeln die Wissenschaftler ein fallbasiertes Expertensystem, das es fahrerlosen Transportsystemen (FTS) ermöglicht, bei Störfällen selbstständig eine geeignete Lösung zu finden.

Zunächst erstellen die Wissenschaftler eine Falldatenbank mit Störfällen aus der Vergangenheit und den dazugehörigen Lösungen. Wenn eine Störung auftritt, sucht das System in der Datenbank nach ähnlichen Fällen und prüft, ob sich die bekannten Lösungen auf die aktuelle Störung anwenden lassen. Gegebenenfalls passt das System die Lösung an und speichert den neuen Störfall in der Datenbank ab, um in Zukunft darauf zurückgreifen zu können. Dieses Verfahren des maschinellen Lernens nennt sich "Case-based Reasoning". Ein menschlicher



Experte muss nur noch eingreifen, wenn das System keinen vergleichbaren Fall in seiner Datenbank findet.

Effizientere Produktion durch schnellere Fehlerbehebung

Dank der automatisierten Pannenhilfe lassen sich Störungen künftig schneller beheben. Unternehmen müssen seltener auf einen Experten warten, da das System in den meisten Fällen selbst eine geeignete Lösung findet. Davon profitieren vor allem kleine und mittlere Unternehmen, die über geringe Personalressourcen verfügen und sich zur Fehlerbehebung oft an den Hersteller oder an externe Dienstleister wenden müssen. Sie können künftig Verzögerungen vermeiden, Ausfallzeiten verringern und dadurch effizienter produzieren.

Das Expertensystem nützt jedoch nicht nur Unternehmen, die fahrerlose Transportsysteme einsetzen, sondern auch den Herstellern: Sie können künftig FTS mit integrierter Pannenhilfe anbieten – und neue Kunden gewinnen, die dem automatisierten Warentransport bisher skeptisch gegenüberstanden. Die hohen Investitionskosten in ein fahrerloses Transportsystem lohnen sich schließlich umso mehr, je störungsfreier es funktioniert.

 fts-expert.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19327 N der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Ventile aus der Walzmaschine

Machbarkeitsstudie für internationalen Automobilzulieferer

Auch hohle Bauteile lassen sich mittels Querkeilwalzen in Form bringen – zu diesem Ergebnis kommt das IPH in einer Machbarkeitsstudie, die es im Auftrag eines Kunden erstellt hat. Der international tätige Automobilzulieferer will Motor-Ventile künftig im Querkeilwalzverfahren herstellen.

Schmieden und Bohren: So produziert das Unternehmen bisher die Ventile, die in Fahrzeugmotoren zur Einspritzung des Kraftstoffs und zum Auslass der Verbrennungsgase dienen. Die schmale Trichterform (Foto) entsteht in einem Massivumformprozess; eine dünne Öffnung wird anschließend hineingebohrt.

Wesentlich effizienter wäre die Herstellung im Querkeilwalzverfahren. Ließe sich ein dünnes Rohr so walzen, dass der Hohlraum erhalten bleibt, könnte das Bohren entfallen. Das spart nicht nur kostbare Bearbeitungszeit, sondern auch Material. Zudem ist es mit einer Bohrung nicht möglich, einen größeren Hohlraum im Inneren des trichterförmigen Ventilkopfs herzustellen. Ein solcher Hohlraum gefüllt mit Salzlösung trägt dazu bei, die Aufheizung des Ventils zu verringern, die Verbrennungswärme schneller abzuführen und den CO₂-Ausstoß zu verringern.

Ob sich die Ventile mittels Querkeilwalzen herstellen lassen, sollte das IPH deshalb in einer Machbarkeitsstudie für den Automobilzulieferer herausfinden.

Herausforderung: Die schmale Ventilform

Beim Querkeilwalzen wird ein zylindrisches Werkstück zwischen zwei Platten gelegt, die mit einem oder mehreren Keilen versehen sind. Die Platten bewegen sich in gegenläufige Richtungen; dadurch beginnt sich das Bauteil zu drehen und rollt über die Keile hinweg. Die Querschnittsfläche des Bauteils wird dabei lokal verringert – das heißt, es wird an einigen Stellen dünner und länger.

Bei der Herstellung der Ventile stößt dieses Verfahren jedoch an seine Grenzen. Ihre Form ähnelt einem extrem schmalen Trichter: Der Kopf misst bei einer kleinen Ventilform beispielsweise 32 Millimeter im Durchmesser, der Schaft nur etwa 5 Millimeter. So stark lässt sich die Querschnittsfläche mittels Querkeilwalzen nicht reduzieren, ohne dass es zu Umformfehlern kommt – also zu Einschnürungen, Torsion und Schlupf.



Werkzeuggeometrie, Ausgangsform und Temperatur richtig wählen

Ventile im Querkeilwalzverfahren herzustellen ist trotzdem machbar: Mit den richtigen Prozessparametern lassen sich Umformfehler vermeiden. Dutzende Male haben die IPH-Ingenieure den Querkeilwalzprozess am Computer simuliert. Ihre FEM-Simulationen zeigen: Ob die Umformung gelingt, liegt erstens an der Geometrie des Querkeilwalzwerkzeugs, zweitens an der Ausgangsform des Werkstücks und drittens an der Umformtemperatur.

Als Ausgangsform haben die Ingenieure kein 32 Millimeter starkes Rohr gewählt, sondern eine angepasste, deutlich schmalere Vorform. Dadurch muss der Querschnitt beim Walzen nicht mehr so stark reduziert werden. Die Simulationen zeigen, dass sich der Außendurchmesser ungefähr halbieren lässt, ohne dass es zu Umformfehlern kommt. Der Innendurchmesser der Vorform wird dabei auf rund 40 Prozent reduziert. Um die Endgeometrie der Ventile zu erhalten, müssten jedoch sowohl der Außen- als auch der Innendurchmesser auf etwa ein Drittel der Ausgangsmaße reduziert werden.

Ein so hoher Umformgrad ist nicht ohne weiteres möglich, weil das Material während des Querkeilwalzens schnell auskühlt und sich schon nach kurzer Zeit nicht mehr verformen lässt. Um die Endgeometrie zu erreichen, wären also zwei Querkeilwalzdurchgänge nötig, zwischen denen das Bauteil wieder erwärmt wird. Auch mit beheizten Werkzeugen ließe sich der Prozess verbessern.

Mit diesem Wissen kann der Automobilzulieferer den Walzprozess auslegen und bei der Ventilherstellung künftig Zeit und Material sparen.

Produktion steigern auf engem Raum

Neues Layout für bestehende Fabrik: IPH optimiert Lager und Montage

Wenn die Zahl der Aufträge steigt und der Platz in der Fabrik knapp wird, stehen Unternehmen vor einer Entscheidung: Ist ein Neubau nötig – oder genügt es, die bestehende Fabrik effizienter zu strukturieren? Das IPH hat für einen Kunden ein Fabriklayout entwickelt, mit dem sich die Produktion um 30 Prozent steigern lässt.

Ein zukunftsfähiges Layout für die bestehende Fabrik in Alfeld – mit diesem Auftrag wandte sich die WEINIG GRECON GmbH & Co. KG an die Fabrikplanungsexperten des IPH. WEINIG GRECON stellt Keilzinkenanlagen her, mit denen sich kurze Holzstücke zu sehr langen Holzbauteilen verbinden lassen. Die Maschinen und Anlagen werden in Alfeld gefertigt. Durch die Reduzierung der Fertigungstiefe und die Erweiterung des Produktportfolios richtet sich das Unternehmen künftig zu einem reinen Montagebetrieb aus. Im Rahmen eines Outsourcing-Projekts ist der Bereich Zerspannungsfertigung bereits ausgelagert worden. Das veränderte Geschäftskonzept führt dazu, dass die bestehende Fabrik neu strukturiert werden muss.

Zudem erwartet das Unternehmen in den kommenden Jahren eine Umsatzsteigerung von bis zu 30 Prozent. Ob der knappe Platz im Lager und in der Montage ausreicht, um deutlich mehr zu produzieren, sollten die Fabrikplaner des IPH untersuchen und anschließend ein optimiertes Fabriklayout gestalten.

Platz gewinnen durch verbessertes Lagerkonzept...

Verbesserungspotential sah der Auftraggeber insbesondere im Lager. Dort war der Platz schon vor der Umstrukturierung knapp, deshalb hatte das Unternehmen zusätzliche Lagerflächen in einem Zelt außerhalb der Fertigungshalle geschaffen. Wegen des eingeschränkten Platzes wurden Anlagenteile zudem häufig in der Fertigung zwischengelagert statt auf fest definierten Lagerplätzen. Das erschwerte es den Mitarbeitern, die benötigten Teile wiederzufinden.

Ein durchdachtes Lagerkonzept mit effizienter Technik war daher die wichtigste Anforderung, die der Auftraggeber an das neue Fabriklayout stellte. Die Ingenieure des IPH untersuchten zu diesem Zweck die Bewegungen in sämtlichen Lagern und analysierten die Buchungen eines gesamten Kalenderjahres. Das Ergebnis: Ein Drittel aller Artikel im Zentrallager wurde innerhalb des untersuchten Jahres nur ein einziges Mal gebucht – nämlich bei der Inventur. Offenbar hatten sich viele Produkte



im Lager angesammelt, die nicht mehr benötigt wurden. Mit diesem Wissen kann das Unternehmen in Zukunft viel Platz einsparen.

Zudem hat das IPH die passende Lagertechnik für WEINIG GRECON ausgewählt: Eine Kombination aus Liftregalen, Palettenregalen und Bodenlagern. Liftregale eignen sich für Produkte, die häufig benötigt werden, wie etwa Verbindungselemente, Schläuche und Ventile. Da der Lift automatisch das richtige Regalfach ansteuert, können die Mitarbeiter sehr schnell und unkompliziert auf die benötigten Waren zugreifen.

Palettenregale sollen künftig für Halbzeuge und Anlagenteile genutzt werden, die nur für einen bestimmten Auftrag benötigt werden – sie werden gemeinsam eingelagert und dadurch schneller wiedergefunden. Auf definierten Bodenlagerplätzen lagern künftig alle Bauteile, die zu groß oder zu schwer für die Regale sind.

... und flexible Montage

Nicht nur im Lager, sondern auch in der Montage ließ sich der vorhandene Platz besser ausnutzen. Besonderen Wert legte WEINIG GRECON auf ein flexibles Montagekonzept, denn das Unternehmen stellt Anlagen unterschiedlicher Größe her, die sich nicht auf einer gemeinsamen Linie fertigen lassen. Somit wären zwei Fertigungslinien notwendig – eine für große, eine für kleine Anlagen – die allerdings kaum gleichmäßig ausgelastet wären.

Deutlich flexibler ist die Baustellenmontage: Hier wird jedem Auftrag ein fester Platz in der Fabrik zugewiesen. Ist der Auftrag abgeschlossen, kann die vorhandene Fläche ganz nach Bedarf neu aufgeteilt werden und wird dadurch viel besser ausgenutzt. Dank des platzsparenden Lagerkonzepts und der flexiblen Montage kann WEINIG GRECON künftig deutlich mehr produzieren und die erwartete Umsatzsteigerung bewältigen, ohne eine neue Fabrik bauen zu müssen.

Alles ergonomisch?

3D-Kameras erkennen ungesunde Bewegungsabläufe in der Montage

Ein digitaler Physiotherapeut soll künftig erkennen, ob sich Arbeiter in der Montage ergonomisch bewegen – und sie warnen, wenn sie sich beispielsweise falsch bücken. Unternehmen können damit die Gesundheit ihrer Mitarbeiter erhalten, den Krankenstand senken und letztlich Kosten sparen.

Bisher ist die Ergonomiebewertung in der Montage aufwendig und teuer. Große Konzerne beschäftigen oftmals Physiotherapeuten und Arbeitswissenschaftler, die ihre Mitarbeiter beobachten, Bewegungsabläufe auswerten und Tipps geben, wie sie beispielsweise Rückenschmerzen oder Sehnenscheidenentzündungen vorbeugen können. Eine Alternative zur Experten-Beobachtung ist die automatisierte Bewegungsanalyse per Kamera. Bei heutigen Systemen müssen die Arbeiter jedoch Ganzkörperanzüge mit Markern tragen, die bei der Arbeit stören.

Kamerasystem gibt Feedback in Echtzeit

Ein neues System zur Ergonomiebewertung, das weder spezielle Anzüge noch Experten zur Auswertung erfordert, entwickeln das IPH und das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover im Forschungsprojekt "WorkCam". Die Wissenschaftler wollen Bewegungen ausschließlich mit Hilfe von 3D-Kameras erfassen und automatisch auswerten. Auf spezielle Anzüge, Marker oder Sensoren verzichten die Wissenschaftler – schließlich wollen sie weder die Produktion unterbrechen noch die Arbeiter in ihren Bewegungen einschränken.

Der größte Vorteil des neuen Kamerasystems: Es soll in Echtzeit Feedback geben. Bückt sich der Arbeiter beispielsweise mit krummen Rücken, warnt ihn das System umgehend, dass diese Bewegung schädlich ist. So kann der Arbeiter seine Körperhaltung sofort korrigieren und lernt mit der Zeit, den Rücken gerade zu halten.

Zunächst muss die Software jedoch lernen, welche Bewegungen als ergonomisch gelten und welche nicht. Um das zu erreichen, sehen die Forscher mehrere Möglichkeiten: Zum einen ließe sich der ideale Bewegungsablauf abspeichern und jede relevante Abweichung als potenziell schädlich einstufen. Dabei muss die Software jedoch berücksichtigen, dass nicht jeder Mensch ideal proportioniert und gleichermaßen beweglich ist. Zum anderen könnten ungesunde Körperhaltungen einprogrammiert werden, die die Software dann erkennt. Denkbar ist, dafür Methoden des maschinellen Lernens zu nutzen: Die ersten Videoaufnahmen würden wie bisher



von einem Experten ausgewertet, der ungünstige Bewegungen markiert und damit den Algorithmus trainiert.

Kostengünstige Technik für den Mittelstand

Damit sich die Ergonomiebewertung auch für kleine und mittlere Unternehmen lohnt, setzen die Forscher auf eine kostengünstige Lösung. Die Hardware für das Kamerasystem wollen sie aus handelsüblichen Komponenten zusammenstellen. Zudem soll das System mobil sein, damit es sich ohne großen Aufwand an unterschiedlichen Montagearbeitsplätzen einsetzen lässt.

Dank des digitalen Physiotherapeuten können Unternehmen die Arbeitsumgebung verbessern. Wenn beispielsweise ein Behälter mit häufig verwendeten Schrauben über Kopfhöhe angebracht ist, muss der Arbeiter ständig nach oben greifen – ergonomischer und effizienter wäre es, die Behälter zu tauschen und häufig benötigte Teile in Reichweite zu lagern. Zudem kann der Algorithmus erkennen, wenn der Mitarbeiter seine Bewegungen mit der Zeit verändert, weil er beispielsweise ermüdet. Dann kann ihn das System warnen und zu einer Pause motivieren. So können Unternehmen dazu beitragen, ihre Mitarbeiter gesund und fit zu halten, Kosten zu sparen sowie dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken.

 workcam.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19343 N der Forschungsvereinigung Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e.V. (GVB) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Ein Verfahren, zwei Leichtbau-Ansätze

Verbundhybridschmieden kombiniert massives Aluminium mit Stahlblech

Massivteile aus Aluminium während der Umformung stoffschlüssig mit Stahlblechen verbinden: Das ist das Ziel des Verbundhybridschmiedens. Mit dem neuen Leichtbauverfahren lassen sich nicht nur zwei unterschiedliche Werkstoffe optimal fügen, sondern gleichzeitig die Vorteile von Blech- und Massivbauteilen kombinieren.

Mit dem Verbundhybridschmieden lassen sich künftig Bauteile für die Automobil- und Luftfahrtbranche fertigen – beispielsweise Längsträger, Aufnahmen für Heckleuchten oder Ösen zur Frachtsicherung. Das Verfahren verbindet ein Massivbauteil aus leichtem Aluminium mit einem belastbaren Stahlblech und eignet sich damit für viele Bauteile, die sowohl gewichtsoptimiert als auch robust sein müssen.

Besonders im Automobil- und Flugzeugbau spielt der Leichtbau eine große Rolle, denn mit jeder Gewichtseinsparung sinkt auch der Kraftstoffverbrauch. Hybridbauteile aus unterschiedlichen Materialien oder aus einer Kombination von Blech- und Massivelementen gibt es deshalb bereits – bisher werden die einzelnen Komponenten jedoch erst umgeformt und dann verbunden, etwa mittels Bolzenschweißen. Das Verbundhybridschmieden soll den zusätzlichen Fügeschritt überflüssig machen: In einem einzigen Prozessschritt werden die beiden Elemente gleichzeitig umgeformt und stoffschlüssig gefügt.

Stoffschluss zwischen Stahl und Aluminium

Eine formschlüssige Verbindung ist den Forschern am IPH bereits gelungen: In einem Vorgängerprojekt haben sie ein Stahlblech während der Umformung mit einem Aluminiumbolzen verbunden. Nun arbeitet das IPH gemeinsam mit dem Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (ISAF) der TU Clausthal an einer stoffschlüssigen Verbindung.

Die Herausforderung: Wenn sich Stahl und Aluminium vermischen, entstehen spröde intermetallische Phasen. Eine solche stoffschlüssige Verbindung ist nicht belastbar und damit ungeeignet für den Automobilbau oder die Luftfahrt. Die Forscher setzen deshalb auf Zink als Lotwerkstoff. Zink lässt sich sowohl mit Aluminium als auch mit Stahl stoffschlüssig verbinden, ohne dass spröde Phasen entstehen. Da Zink bei rund 400 °C schmilzt, muss die Umformung bei relativ niedriger Temperatur stattfinden.




Kürzere Prozesskette

Für ihre Schmiedeversuche nutzen die Wissenschaftler ein verzinktes Stahlblech und einen Aluminiumbolzen mit Zinkbeschichtung (Foto). Sie wollen untersuchen, unter welchen Bedingungen das Verfahren gelingt – also bei welcher Temperatur, welchem Druck und welcher Geschwindigkeit die beiden Komponenten umgeformt und mittels einer stoffschlüssigen Verbindung der beiden Zinkschichten gefügt werden können. Zudem erforschen sie, welche Blechdicken und Bolzenformen sich am besten zur Herstellung der Verbindung eignen, welchen Belastungen die Fügezone standhält und inwieweit sich das Hybridbauteil nach dem Fügen weiterverarbeiten lässt.

Das IPH erforscht seit Jahren unterschiedliche Leichtbauansätze im Bereich der Blech- und Massivumformung. Die Forscher widmen sich beispielsweise dem Querkeilwalzen von Titanbauteilen und dem Innenhochdruckumformen von Hybridbauteilen aus Stahl und Aluminium.

Mit dem Verbundhybridschmieden kombinieren sie zwei unterschiedliche Ansätze für den Leichtbau. Zudem lässt sich durch das Verfahren ein Fügeschritt einsparen und die Prozesskette verkürzen. Dadurch können Unternehmen Leichtbauteile in Zukunft schneller und wirtschaftlicher herstellen.

 verbundhybridschmieden.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen BE 1691/216-1 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Digitalisierung schafft Arbeitsplätze

Assistenzsystem unterstützt Menschen mit Behinderung bei der Montage

Die Digitalisierung hat oft einen schlechten Ruf: Es heißt, sie vernichte Arbeitsplätze. Das Gegenteil trifft bei der Schubs GmbH in Hameln zu. Dort unterstützt ein digitaler Assistent Menschen mit Behinderung bei der Montage – und schafft somit Jobs. "Mit uns digital!" hat die Entwicklung des Assistenzsystems unterstützt.

Komplizierte Aufbaupläne und gedruckte Stücklisten gehören bei Schubs bald der Vergangenheit an. Ein Beamer projiziert den Bauplan künftig direkt auf die Montageplatte eines Schaltschranks. Der Werker nimmt sich ein Bauteil, hält es unter einen Scanner – und schon wird direkt im Schrank die Stelle angezeigt, an der er es befestigen muss.

Damit schafft der digitale Assistent Jobs für ungelernte Arbeitskräfte und Menschen mit Behinderung. Denn für die Arbeit in der Montage sind künftig weder technische Vorkenntnisse nötig noch eine lange Einarbeitung, ja nicht einmal Deutschkenntnisse. Die Mitarbeiter müssen keine Stücklisten mehr vergleichen und abhaken – das übernimmt der Computer. Der digitale Assistent erkennt auch, wenn ein Bauteil fehlt oder der Werker ein falsches Teil nimmt, das nicht in den Schaltschrank gehört. Fehler werden dadurch fast ausgeschlossen.

Kompetenzzentrum unterstützt bei der Digitalisierung...

Seit mehr als 20 Jahren kooperiert Schubs mit Werkstätten für Menschen mit Behinderung. 14 Personen sollen bald dauerhaft einen Arbeitsplatz in der Schaltschrank-Montage erhalten. Dank des digitalen Assistenten können sie künftig Tätigkeiten übernehmen, die bisher von Fachkräften erledigt werden. So schafft die Digitalisierung Jobs für ungelernte Arbeitskräfte und wirkt gleichzeitig dem Fachkräftemangel entgegen – denn ausgebildete Elektriker sind rar, ihre Arbeitskraft wird bei Schubs an anderer Stelle dringend benötigt.

Bei der Entwicklung des digitalen Assistenzsystems erhielt Schubs Unterstützung von "Mit uns digital!", dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum für Niedersachsen und Bremen. Das Zentrum wird vom IPH und vom Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH) gemeinsam geführt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie finanziert.



... und entwickelt praxistaugliche Lösungen für den Mittelstand

Das Team von "Mit uns digital!" unterstützt ausgewählte Unternehmen kostenlos bei der Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben – denn gerade kleinen und mittleren Unternehmen fehlt dafür häufig die Zeit, das Personal oder die Erfahrung. Die Digitalisierungsexperten legen Wert darauf, praxistaugliche Lösungen zu entwickeln, die sich leicht umsetzen lassen – auch ohne große Investitionen oder IT-Fachwissen in den Firmen.

Schubs erhielt vom IPH Unterstützung bei der Programmierung eines Software-demonstrators und beim Zusammenstellen der Hardware. Das Assistenzsystem besteht aus einem Computer mit Touch-Bildschirm, einem Scanner und einem Beamer samt Haltevorrichtung – mehr braucht es nicht für den digitalen Assistenten. Mit diesem simplen System kann Schubs nun schnell und relativ kostengünstig alle Arbeitsplätze ausrüsten.

Ähnliche digitale Assistenzsysteme können auch anderen Unternehmen zu Gute kommen: Nicht nur in der Montage, sondern beispielsweise auch bei der Kommissionierung.

 www.mitunsdigital.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 01-MF15002B wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Förderschwerpunkts Mittelstand-Digital gefördert.

Technikauswahl leichtgemacht

Welches Lager-, Kommissionier- und Transportsystem ist das richtige?

Investitionsentscheidungen wollen gut durchdacht sein. Das gilt auch für Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme – schließlich beeinflussen sie die Effizienz der gesamten Fabrik. Welche Technik zu welchem Unternehmen passt, ist nicht immer leicht zu beantworten. Eine Software soll künftig bei der Auswahl helfen.

Ob Waren per Förderband oder per Gabelstapler transportiert werden, wie sie kommissioniert werden und wo sie lagern: All das sollten Unternehmen nicht dem Zufall überlassen. Dennoch fällt es gerade kleinen und mittleren Unternehmen oft nicht leicht, sich für eine Technik zu entscheiden. Denn die Auswahl ist groß, die Preisunterschiede ebenfalls, und die Vor- und Nachteile der einzelnen Techniken lassen sich nur schwer überblicken.

Beispiel Transporttechnik: Fließbänder befördern Waren vollautomatisch durch die Fabrik, sind jedoch auf starre Wege festgelegt. Gabelstapler sind wesentlich flexibler, aber nicht automatisiert – hier muss ein Mensch am Steuer sitzen. Fahrerlose Transportsysteme (FTS) verbinden den automatischen Transport mit veränderbaren Routen, allerdings kann die Anschaffung und Implementierung sehr teuer werden.

Wandlungsfähigkeit und Automatisierungsgrad richtig einschätzen

Bei der Auswahl der optimalen Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme müssen Unternehmen daher zwei Fragen beantworten: Welchen Automatisierungsgrad benötige ich wirklich? Und wie wandlungsfähig muss die Technik sein?

Bei der Beantwortung dieser Fragen hilft künftig ein Softwaredemonstrator, den das IPH im Forschungsprojekt "WALaTra" entwickelt. Der Nutzer gibt Unternehmensdaten ein, beispielsweise zur Produktpalette. Die Software ermittelt daraus den nötigen Grad an Wandlungsfähigkeit und Automatisierung und schlägt passende Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme vor.

Angezeigt werden jene Systeme, die die Anforderungen erfüllen, aber nicht zu stark übertreffen. Denn je automatisierter und wandlungsfähiger die Technik, desto höher ist in der Regel auch der Preis. Und nicht jede Technik eignet sich für jedes Unternehmen. Firmen, die viele unterschiedliche Produkte oder Einzelanfertigungen




anbieten, benötigen meist wandlungsfähige Systeme. Wer dagegen große Stückzahlen fertigt, profitiert eher von einem hohen Automatisierungsgrad.

Auch Wechselwirkungen soll die Software berücksichtigen, denn nicht alle Systeme passen zueinander. Ein Chaoslager kann beispielsweise hocheffizient sein, wenn es mit einem automatischen Kommissioniersystem kombiniert wird oder wenn die Lagerarbeiter digitale Unterstützung erhalten, etwa durch Handcomputer. Wird ausschließlich manuell kommissioniert, ist ein chaotisches Lager dagegen extrem ineffizient. Denn ohne technische Unterstützung brauchen Menschen dort zu viel Zeit, um ein bestimmtes Produkt zu finden.

Software gibt Empfehlungen und erleichtert so die Entscheidung

Die Software soll dem Nutzer die Entscheidung erleichtern, aber nicht abnehmen. Deshalb schlägt sie mehrere geeignete Systeme vor und bewertet nicht nur Wandlungsfähigkeit und Automatisierungsgrad, sondern zeigt auch weitere Fakten an: Beispielsweise, wie hoch der Installationsaufwand, die Investitionskosten und die laufenden Kosten im Vergleich zu anderen Systemen sind. Auf dieser Basis kann das Unternehmen eine fundierte Entscheidung treffen – und Fehlinvestitionen vermeiden.

 walatra.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19373N der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Hart wie Diamant gegen den Verschleiß

Werkzeuge zum Halbwarmschmieden sollen künftig länger halten

Halbwarm geschmiedete Bauteile besitzen eine bessere Oberflächenstruktur und höhere Maßhaltigkeit als warm geschmiedete Bauteile. Um Stahl bei niedrigeren Temperaturen umzuformen, sind jedoch höhere Kräfte nötig, deshalb nutzen sich die Gesenke schneller ab. Das IPH untersucht eine Möglichkeit zum Verschleißschutz.

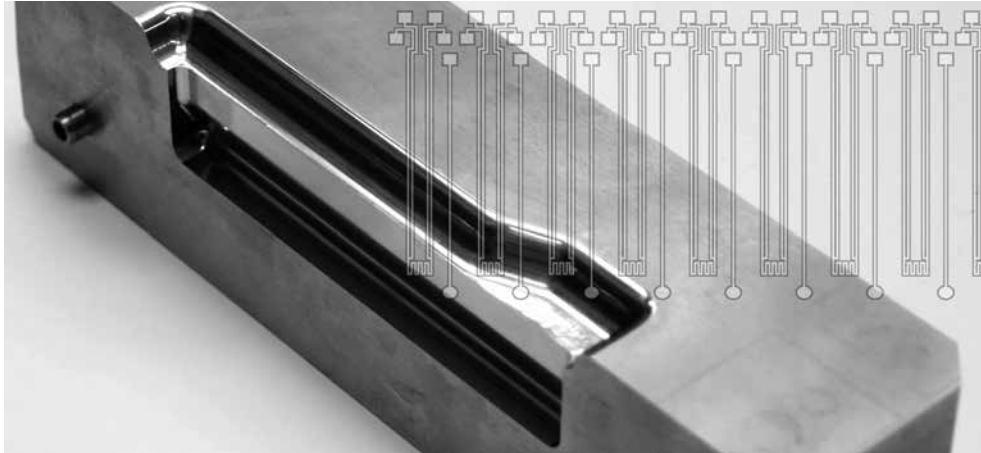
Hart wie Diamant sind die Schutzschichten, die Schmiedegesenke haltbarer machen. Sogenannte Diamond-Like-Carbon-Schichten (DLC-Schichten) können den Werkzeugverschleiß zum Teil deutlich mindern, das haben Wissenschaftler am IPH bereits in einem Vorgängerprojekt nachgewiesen. Wie lange die Schutzschicht hält, hängt jedoch stark von der Temperatur auf der Gesenkeoberfläche ab. Diesen Zusammenhang will das IPH nun näher untersuchen – gemeinsam mit dem Institut für Oberflächentechnik (IOT) der Technischen Universität Braunschweig.

Bei einer gleichmäßigen und möglichst niedrigen Temperatur hält die Schutzschicht am besten, vermuten die Forscher. Deshalb entwickeln sie zunächst eine Methode, um die Temperatur während des Schmiedens direkt an der Gesenkeoberfläche zu messen. Das ist bisher nicht verlässlich möglich, denn beim Halbwarmschmieden herrschen Temperaturen von 600 bis 900 Grad Celsius. Im Vergleich zum klassischen Schmieden bei etwa 1200 Grad Celsius ist das zwar relativ kühl, für die meisten Sensoren sind diese Temperaturen dennoch viel zu heiß.

Dünnschichtsensor misst Temperatur direkt im Gesenk

Die Forscher entwickeln deshalb zunächst einen Dünnschichtsensor, der hohen Temperaturen und Umformkräften standhält und direkt auf der Oberfläche des Schmiedegesenks angebracht werden kann. Mithilfe der Messdaten wollen sie die lokale Prozesstemperatur und den lokalen Schichtverschleiß in einen direkten Zusammenhang setzen.

Darüber hinaus wollen die Wissenschaftler herausfinden, wie sich mehrlagige DLC-Schichten auf den Werkzeugverschleiß auswirken, in welcher Zusammensetzung die Schichten am besten vor Verschleiß schützen und welches Schmiermittel in welcher Menge sich am besten eignet.




Zu diesem Zweck schmiedeten die Forscher am IPH Kleinserien im Halbwarmtemperaturbereich und untersuchen diese anschließend. Aus den gewonnenen Erkenntnissen erstellen sie schließlich ein Verschleißmodell.

Forschungsziel: Hohe Qualität zum wirtschaftlichen Preis

Obwohl das Schmieden im Halbwarmtemperaturbereich zahlreiche Vorteile bietet, ist das klassische Warmschmieden derzeit noch wirtschaftlicher. Halbwarm geschmiedete Bauteile weisen zwar eine höhere Oberflächenqualität und Maßhaltigkeit auf. Gleichzeitig ist jedoch eine höhere Umformkraft notwendig, weil Stahl bei niedrigeren Temperaturen zäher ist. Dadurch wird das Schmiedegesenk deutlich stärker mechanisch beansprucht, verschleißt schneller und muss häufiger ausgetauscht werden – das verursacht hohe Kosten.

Wenn es gelingt, den Gesenkverschleiß beim Halbwarmschmieden zu verringern, lassen sich Bauteile wie Pleuel oder Lenker bald wirtschaftlich im Halbwarmtemperaturbereich schmieden. Unternehmen können dann über einen deutlich längeren Zeitraum Bauteile mit hoher Genauigkeit, sehr guter Oberflächenqualität und geringem Nachbearbeitungsaufwand herstellen.

 dlc2.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen BE 1691/220-1 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Automatisierte Fertigung nach Maß

Sonderanfertigungen aus Holz schnell und flexibel herstellen

Roboter sind hocheffizient, wenn es darum geht, immer gleiche Arbeitsabläufe auszuführen. Individuelle Produkte werden dagegen meist noch von Menschenhand hergestellt. Für einen Anbieter von maßgefertigten Holzverpackungen sollte das IPH beides vereinen und die Produktion automatisieren, ohne an Flexibilität einzubüßen.

Bei der Exportverpackung Sehnde GmbH gleicht kaum ein Auftrag dem nächsten. Das Unternehmen stellt individuelle Holzverpackungen her, in denen beliebige Fracht nach Übersee transportiert werden kann – von Maschinenteilen über Motorräder bis hin zu komplexen Anlagen. So gut wie alle Arbeitsschritte werden derzeit manuell erledigt. Dadurch kann das Unternehmen Kisten mit beliebigen Maßen nach Kundenwunsch fertigen und dringende Bestellungen innerhalb weniger Stunden abwickeln.

Um sich für die Zukunft zu rüsten und wettbewerbsfähig zu bleiben, will das Unternehmen die manuelle Fertigung automatisieren, dabei aber genauso flexibel bleiben wie bisher – und hat das IPH beauftragt, ein entsprechendes Konzept zu entwickeln.

Die Herausforderung: Am Markt existieren bisher keine Automatisierungslösungen, mit denen sich Holzprodukte variabler Größe herstellen lassen. Maschinen für die Möbelindustrie sind auf feste Größen eingestellt. Und flexible Knickarmroboter können zwar problemlos Metall schweißen, scheitern aber am Werkstoff Holz. Denn während sich Metallplatten millimetergenau ausrichten lassen, ist Holz ein lebendiger und ungenauer Werkstoff. Deshalb gibt es keine Maschinen, die Holzplatten automatisiert auf ständig wechselnde Maße zuschneiden, oder Roboterarme, die per Nagelpistole Bretter unterschiedlichster Dicke verbinden können.

Vollautomatisierung: Möglich, aber nicht unbedingt wirtschaftlich

Für maßgeschneiderte Produkte braucht es also eine maßgeschneiderte Automatisierungslösung. Die Ingenieure am IPH haben deshalb verschiedene Technologien zu einem neuen Gesamtkonzept kombiniert – vom Zuschnitt der Holzplatten über den Transport und das Fügen bis zur automatisierten Qualitätsprüfung.

Doch ist es überhaupt möglich, hochflexible Handarbeit komplett zu automatisieren? Möglich ist es – wirtschaftlich aber nicht unbedingt, so die Einschätzung der Automa-



tisierungsexperten am IPH. Um Verpackungen in jeder beliebigen Größe herstellen zu können, wäre eine komplexe Zusammenstellung teurer Maschinen und Roboter notwendig. Allein die Hardware würde mehrere Millionen Euro kosten, Investitionen in die Steuerungs- und Sicherheitstechnik noch nicht eingerechnet.

Zudem wäre die Umstellung von einer weitgehend manuellen zur vollautomatisierten Fertigung im laufenden Betrieb nicht möglich. Die Vielzahl an neuen Maschinen aufzubauen, einzurichten und zu testen würde wohl Monate dauern und die Produktion zeitweise komplett stilllegen.

Teilautomatisierung: Mit kleinen Schritten zum Ziel

Eine vollständige Automatisierung ist in diesem Fall also nicht die beste Lösung. Stattdessen hat das IPH vorgeschlagen, zunächst einzelne Arbeitsschritte zu automatisieren, die monoton sind und viel Zeit in Anspruch nehmen. Darunter fällt etwa das Bestücken der Sägen, das per Roboter viel schneller ginge als von Hand. Ein Vakuumgreifer kann Bretter unterschiedlichster Größe handhaben und sie nicht nur in die Säge legen, sondern auch dafür sorgen, dass Reste zwischengelagert und für spätere Aufträge verwendet werden.

Teilweise automatisieren ließe sich der Nagelprozess: Mit einem Knickarmroboter, der zunächst nur für jene Kistengrößen eingesetzt wird, die am häufigsten produziert werden. Und auch die Qualitätskontrolle bietet Potenzial: Mittels Kameratechnik ließen sich die Bretter noch vor dem Sägen auf Astlöcher, Risse und Schimmel überprüfen – schneller und zuverlässiger als bei der manuellen Kontrolle.

Statt viel Geld in eine vollständige Automatisierung zu investieren, erreicht das Unternehmen mit kleinen Schritten leichter sein Ziel: Eine deutlich effizientere, aber weiterhin hochflexible Fertigung nach Maß.

Europa wird digital

Partner aus sieben EU-Ländern erstellen Studie zum "Smart Engineering"

Die Digitalisierung europaweit vorantreiben: An diesem Ziel arbeitet das IPH mit Partnern aus sieben Ländern. Im Auftrag der Europäischen Union erstellen sie eine Übersicht der Förderprogramme aller Mitgliedsstaaten und ermutigen Unternehmen, zusammen mit Forschungseinrichtungen smarte Technologien zu entwickeln.

Damit der europäische Mittelstand bei der Digitalisierung nicht den Anschluss verpasst, will die EU Unternehmen unterstützen und hat eine europaweite Studie zum Thema "Smart Engineering" in Auftrag gegeben. Daran beteiligen sich 14 Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus Spanien, Italien, Slowenien, Österreich, Belgien, den Niederlanden und Deutschland – darunter auch das IPH. Projektkoordinator ist die Fachhochschule des Mittelstands (FHM).

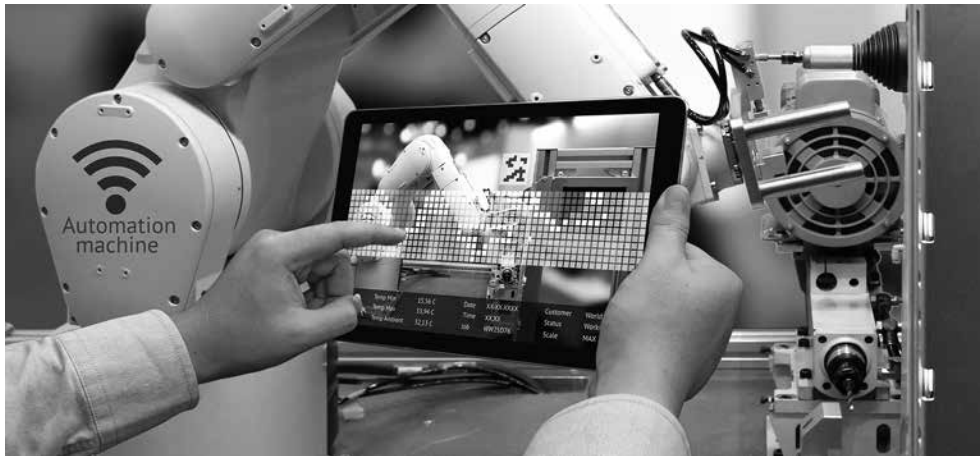
Digitalisierung und Vernetzung verändern die Produktion radikal. In modernen Fabriken werden rund um die Uhr Daten erfasst, Maschinen kommunizieren miteinander und fahrerlose Transportfahrzeuge bringen Bauteile automatisiert aus dem Lager zur Maschine. Produktionsprozesse werden dadurch enorm effizient. Davon profitieren nicht nur große Konzerne, sondern auch kleine und mittlere Unternehmen. Doch gerade diese wissen oft nicht, wie sie die Technologien bestmöglich einsetzen – oder sie schrecken vor großen Investitionen zurück.

Viele EU-Länder haben deshalb bereits nationale Förderprogramme ins Leben gerufen, um Unternehmen auf dem Weg in Richtung Industrie 4.0 zu unterstützen. Über die Landesgrenzen hinweg gibt es bisher jedoch nur wenig Austausch. Dabei könnten Unternehmen und Forschungseinrichtungen, aber auch Förderer und die Politik viel voneinander lernen.

Förderlandkarte: Welche Initiativen existieren in den Mitgliedsstaaten?

Die Europäische Union hat deshalb das Forschungsprojekt "SMeART" ins Leben gerufen. Die EU-weite Studie soll erstmals einen Überblick über die Förderinitiativen aller 28 Mitgliedsstaaten ermöglichen.

Mehrere Monate lang haben die Projektpartner recherchiert; aus den gesammelten Daten erstellen sie einen etwa hundertseitigen Katalog in sechs Sprachen. Er soll



aufzeigen, welche Förderinitiativen auf nationaler Ebene existieren, welche Unterstützung bei kleinen und mittleren Unternehmen wirklich ankommt und wo noch Bedarf für Förderprogramme besteht.

Die Europäische Union will die Forschungsergebnisse nutzen, um insbesondere kleine und mittlere Unternehmen zielgerichtet bei der Digitalisierung zu unterstützen – damit sie gegenüber der internationalen Konkurrenz wettbewerbsfähig bleiben.

Stresstest zur Digitalisierung: Wo besteht noch Nachholbedarf?

Zusätzlich zur Förderlandkarte entwickeln die Forscher ein Stresstest-Tool und ein Digitalisierungs-Handbuch. Mit dem Stresstest-Tool können Unternehmen ihren eigenen Digitalisierungs-Stand realistisch einschätzen und herausfinden, wo sie im Vergleich zur Konkurrenz noch Nachholbedarf haben. Das Handbuch soll die Technologien des Smart Engineering verständlich erklären und Möglichkeiten aufzeigen, wie Forschungseinrichtungen Unternehmen auf dem Weg zur Digitalisierung begleiten können.








Ziel ist es, die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Universitäten zu verbessern und Hemmschwellen abzubauen – um gemeinsam die Technologien der Zukunft zu entwickeln.

 www.smeart.eu

Das Projekt wird kofinanziert durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union (Fördervereinbarung Nummer 2016-3319/001-001).


Projekte, Partner, Publikationen

Projekte 2017

- S. 16 Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB)
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/1997
 www.akwzb.de
- Arbeitskreis XXL-Produkte (AKXXL)
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2010
 www.xxl-produkte.net
- Auswahl Kapazitätsplanungstool
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2016 – 08/2017
- Automatisierungskonzept Automobilzulieferer
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2017 – 03/2017
- S. 54-55 Automatisierungskonzept Holzverarbeitung
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2017 – 01/2018
- S. 44-45 Echtzeitfähige und kamerabasierte Ergonomiebewertung und Maßnahmenableitung
in der Montage (WorkCam)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 04/2017 – 03/2019
 workcam.iph-hannover.de
- Effizienzsteigerung eines Aluminiumschmelzofens (ALSO 4.0)
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 06/2017 – 11/2019
 also40.iph-hannover.de
- Einsatznahe Charakterisierung des Laufverhaltens angetriebener und konventionel-
ler Tragrollen für (Schüttgut-)Förderanlagen (EiLaT)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 10/2016 – 09/2018
 eilat.iph-hannover.de
- S. 34-35 Entwicklung einer automatisierten 3D-Layouterfassung zur Unterstützung von
Fabrikplanungsprozessen (Instant Factory Maps)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2017 – 12/2018
 factorymaps.iph-hannover.de
- S. 36-37 Entwicklung einer Methode zur quantitativen, mehrdimensionalen Fabriklayoutpla-
nung mittels mathematischer Modellierung von fabrikplanungsrelevanten Eigen-
schaften (MeFaP)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2017 – 11/2019
 mefap.iph-hannover.de

S. 32-33 Entwicklung eines Produktionsverfahrens zur Herstellung einer neuartigen mas-seoptimierten Leichtbau-Kompaktbremseinheit für Schienenfahrzeuge (Kompakt-bremseinheit)

Auftraggeber: MW | Laufzeit: 04/2017 – 03/2019

 kompaktbremseinheit.iph-hannover.de

Entwicklung eines Prognosemodells zur Bestimmung des kurz- und mittelfristigen Absatzes mittels Suchmaschinen Daten (ProSuma)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 06/2016 – 05/2018

 prosuma.iph-hannover.de

Entwicklung eines Reifegradmodells zur Steigerung der Befähigung in Produktion und Logistik am Beispiel von interaktiven Assistenzsystemen (4.0-Ready)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 12/2015 – 01/2018

 40ready.iph-hannover.de

Entwicklung eines TEG auf $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ -Basis im Siebdruckverfahren (DruckTEG)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 10/2017 – 09/2019

 druckteg.iph-hannover.de

Entwicklung eines Verfahrens zur umformtechnischen Herstellung von Kühler-lamellen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2017 – 08/2017

Entwicklung eines Wirkmodells für eine effiziente Gestaltung von Demontagenetz-werken für XXL-Produkte (DemoNetXXL)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 01/2016 – 12/2017

 demonetxxl.iph-hannover.de

Entwicklung ökologisch-logistischer Wirkmodelle zur gezielten Einflussnahme auf die Ökologie und Logistikleistung von KMU (ÖkologWi)

Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2017 – 12/2018






 oekologwi.iph-hannover.de

Erhöhung der Standzeit mehrdirektionaler Schmiedewerkzeuge

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2017 – 12/2017

Exzentrisches Querkeilwalzen durch Verwendung von Übergangszonen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2017 – 12/2017

- S. 42-43 Fabrik- und Lagerlayoutplanung
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2017 – 07/2017
- Fabrikplanung und Automatisierungsgrobkonzept
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2017 – 10/2017
- S. 38-39 Fallbasiertes Expertensystem zur automatisierten Reaktion auf Betriebsstörungen
 in frei navigierenden Fahrerlosen Transportsystemen (FTS-Expert)
 Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 02/2017 – 01/2019
 fts-expert.iph-hannover.de
- Flittergratvermeidung beim Präzisionsschmieden von Aluminium entlang der Prozesskette (ProGrAl)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/2014 – 01/2017
 progral.iph-hannover.de
- S. 46-47 Hybrides Verbundschmieden als Fügeverfahren für Aluminiummassivteile und
 Stahlbleche (Verbundhybridschmieden)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 03/2017 – 12/2018
 verbundhybridschmieden.iph-hannover.de
- Industrie 4.0-Testumgebung
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2017 – 12/2017
- Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen (SFB 1153 B1)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 07/2015 – 06/2019
 www.sfb1153.uni-hannover.de
- KI-basierte Prognose der Ergebnisse von Massivumformsimulationen (KImulation)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/2015 – 03/2018
 kimulation.iph-hannover.de
- Konzept Magnetringgreifer
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2017 – 06/2017
- Projektkoordination
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2017 – 03/2017
- Metamodell Werkzeugentwicklung
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2016 – 02/2017

- S. 22-23 Mit uns digital! Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen (Mittelstand 4.0 –
S. 48-49 Kompetenzzentrum, Hannover)
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 12/2015 – 11/2018
 www.mitunsdigital.de
- S. 14-15 Niedersachsen ADDITIV – Zentrum für Additive Fertigung
Auftraggeber: MW | Laufzeit: 07/2017 – 06/2020
 www.niedersachsen-additiv.de
- Nutzung von Lagerbeständen als Energiespeicher (LagBEnS)
Auftraggeber: AiF/IUTA | Laufzeit: 03/2016 – 02/2018
 lagbens.iph-hannover.de
- S. 20-21 Praxisseminar Fabrikplanung
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 02/2017
 www.praxisseminar-fabrikplanung.de
- S. 20-21 Praxisseminar Fabrikplanung
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 10/2017
 www.praxisseminar-fabrikplanung.de
- S. 36-37 Quantitative, mehrdimensionale ad hoc Fabrikbewertung mittels mathematischer
Modellierung von fabrikplanungsrelevanten Eigenschaften (QuaMFaB)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 05/2015 – 03/2017
 quamfab.iph-hannover.de
- Rail Transport Mobilität Optimierung – Teil 3 (RTMO)
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2017 – 05/2018
- S. 20-21 Schulung Umformtechnik und FEM
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2017 – 04/2017
 www.praxisseminar-massivumformung.de
- S. 20-21 Schulung: Fortgeschrittene Techniken bei der Auslegung von Umformprozessen
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2017 – 02/2017
 www.praxisseminar-massivumformung.de
- Simulation Verladebahnhof
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 03/2017


S. 40-41 Studie zur Ermittlung einer querkeilgewalzten Vorform
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2016 – 12/2016

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2017 – 04/2017

Umformen und Fügen von Blech- und Massivelementen in Folgeverbundwerkzeugen zur Erzeugung eines hybriden Querlenkers aus Stahl (Folgeverbundhybridschmieden)

Auftraggeber: AiF/FOSTA | Laufzeit: 11/2017 – 10/2019

 folgeverbundhybridschmieden.iph-hannover.de

Umformtechnische Machbarkeitsstudie

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2017 – 12/2017

Untersuchung und Optimierung der Übereinstimmung von FEM-Simulationen und realen Ergebnissen


Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2017 – 12/2017

Untersuchungen zur Machbarkeit einer exzentrischen Umformung mittels Querkielwalzen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2016 – 03/2017

S. 52-53 Untersuchungen zur Vorformung von Stahl im Halbwarmtemperaturbereich mit modifizierten kohlenstoffbasierten Schichtsystemen (Halbwarm DLC2)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/2017 – 07/2018


 dlc2.iph-hannover.de

Variantenmanagement

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2017 – 05/2017


Verfahren zur kostenoptimalen Losgrößenbildung unter Berücksichtigung des Verschleißes von Schmiedewerkzeugen (LöWe)





Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 09/2015 – 08/2017

 loewe.iph-hannover.de

S. 50-51 Wandlungsfähigkeit und Automatisierungsgrad für Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme (WALaTra)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 08/2017 – 07/2019

 walatra.iph-hannover.de

- S. 30-31 Wirtschaftlicher Einsatz von 3D-Druckern mittels Betreibermodellen unter Berücksichtigung der Perspektive der anbietenden und nachfragenden Unternehmen (Betreiber3D)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 09/2015 – 02/2017
 betreiber3d.iph-hannover.de
- S. 56-57 Wissensverbund zur Qualifizierung europäischer KMU für die Herausforderungen der Industrie 4.0 (SMeART)
Auftraggeber: EU | Laufzeit: 01/2017 – 12/2019
 www.smeart.eu
- S. 20-21 Workshop Massivumformung
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2017 – 07/2017
 www.praxisseminar-massivumformung.de
- Zustandsdiagnose von Schiffsgetriebenen durch ein drahtloses, energieautarkes Sensornetzwerk (CoMoGear)
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 08/2016 – 07/2018
 comogear.iph-hannover.de

Abkürzungen

AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V.
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BVL	Bundesvereinigung Logistik e. V.
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V.
EU	Europäische Union
FOSTA	Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
GVB	Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V.
IPH	Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH
IUTA	Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V.
MW	Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung

Partner 2017

3D Systems Software GmbH, Ettlingen | AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | AIRBUS Operations GmbH, Hamburg | ALU-Kanttechnik GmbH, Alfeld/Leine | AREVA Wind GmbH, Bremerhaven | Armbruster Engineering GmbH & Co. KG, Bremen | Artur Küpper GmbH & Co. KG, Velbert | AuE Kassel GmbH, Kassel | Basler AG, Ahrensburg | beta Data Science GbR, Hannover | BEUMER Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Beckum | BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen | BIK – Institut für integrierte Produktionsentwicklung, Bremen | BLG LOGISTICS GROUP AG & Co. KG, Bremen | BLG WindEnergy Logistics GmbH & Co. KG, Bremerhaven | BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin | BVL – Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, Hannover | cirp GmbH, Heimsheim | Compose 2 Compete GmbH, Rastede | CopterCloud® GmbH, Hamburg | CutMetall Komponenten GmbH, Bamberg | DEPA Gesellschaft für Kranauslegerbauteile mbH, Leverkusen | Deutsche Messe Technology Academy GmbH, Hannover | DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | Dornburger Kunststoff-Technik GmbH, Dornburg-Camburg | Dr. Bergfeld Schmiedetechnik GmbH, Solingen | Dr. R. Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg | E&K Automation GmbH, Rosengarten | e.optimum AG, Offenburg | Erwin Quarder Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp | ESCHA GmbH & Co. KG, Halver | Europäische Union | Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder) | EVO-tech GmbH, Schörfling am Attersee, Österreich | Fachhochschule des Mittelstands (FHM) GmbH, Bielefeld | FIBRO GmbH, Hassmersheim | FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf | Georg Ebeling Spedition GmbH, Wedemark | Gestamp Umformtechnik GmbH, Bielefeld | Götting KG, Lehrte | GREAN GmbH, Garbsen | GTT – Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | GVB – Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V., Rohr | HAGEDORN GmbH, Gütersloh | hannoverimpuls GmbH, Hannover | Herfurth & Partner Rechtsanwalts-gesellschaft mbH, Hannover | Hochschule Hannover, Fakultät I – Elektro- und Informationstechnik, Hannover | HOMAG Group AG, Schopfloch | HR-Energie GmbH, Duisburg | HSG-IMIT – Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft e.V., Villingen-Schwenningen | ibk IngenieurConsult GmbH, Hannover | IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen | ifs – Institut für Füge- und Schweißtechnik, Braunschweig | IFUM – Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Garbsen | IFW – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Garbsen | IGP – Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik, Rostock | IHK – Industrie- und Handelskammer, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | InfraServ GmbH & Co. Gendorf, Burgkirchen | Institut für Produktionswirtschaft, Hannover | io-consultants GmbH

& Co. KG, Heidelberg | IOT – Institut für Oberflächentechnik, Braunschweig | IPO.Plan GmbH, Leonberg | IPRI – International Performance Research Institute GmbH, Stuttgart | ISAF – Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, Clausthal-Zellerfeld | IUTA – Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V., Duisburg | IW – Institut für Werkstoffkunde, Garbsen | IWF – Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Braunschweig | J. Müller Stahl & Projekt Terminal GmbH & Co. KG, Brake | Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover | Kardex Germany GmbH, Bellheim | Karl Groll GmbH & Co. KG, Plettenberg | KB Schmiedetechnik GmbH, Hagen | KUKA Roboter GmbH, Augsburg | LASCO Umformtechnik GmbH, Coburg | Leibniz Universität Hannover, Hannover | LMZS – Leichtmetallzentrum Soltau, Soltau | logical line GmbH, Hannover | LZH – Laser Zentrum Hannover e.V., Hannover | LZH Laser Akademie GmbH, Hannover | MFL Maschinen & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt am Rübenberge | microsensys GmbH, Erfurt | Miele & Cie. KG, Gütersloh | MTU Maintenance Hannover GmbH, Langenhagen | MVI PROPLANT Nord GmbH, Wolfsburg | Nbank – Investitions- und Förderbank Niedersachsen, Hannover | NiedersachsenMetall – Verband der Metallindustriellen Niedersachsens e. V., Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Hannover | OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg | Parbleu, Egmond aan den Hoef, Niederlande | Paul Beier GmbH Werkzeug- und Maschinenbau & Co. KG, Kassel | Paul Hafner GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | PCI – Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Hannover | phi Engineering Services GmbH, Norderstedt | Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | Pierau Unternehmensberatung GmbH, Hamburg | PrämaB GmbH, Burg | PreciTorc GmbH, Bremen | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | PWS GmbH Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik, Ravensburg | PZH – Produktionstechnisches Zentrum der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Reintjes GmbH, Hameln | Reutter GmbH, Leutenbach-Nellmersbach | RMA – Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG, Essen | RULMECA GERMANY GmbH, Leipzig | RWE Power AG, Frechen | Saarstahl AG, Völklingen | Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Göttingen | Schraubenwerk Zerst GmbH, Zerst | Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark | SLF Oberflächentechnik GmbH, Emsdetten | SOFI – Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen e.V., Göttingen | Sport-Thieme GmbH, Grasleben | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STM Stahl Service Center GmbH, Gräfelfing | Takraf GmbH, Lauchhammer | Technische Universität Braunschweig, Braunschweig | Teckentrup Stanztechnik GmbH & Co. KG, Herscheid | TEWISS GmbH, Garbsen | Tower Automotive GmbH



& Co. KG, Köln | Ubimax GmbH, Bremen | University of Primorska, Slovenija | UVN – Unternehmerverbände Niedersachsen e. V., Hannover | VDI – Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf | VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., Frankfurt (Main) | Veolia Umweltservice West GmbH, Herford | VERMDOK GmbH, Berlin | VSB Neue Energien Deutschland GmbH, Dresden | Weserland GmbH, Hannover | WESSLING GmbH, Neuried | WFT GmbH & Co. KG, Sulzbach-Rosenberg | Wilco Wilken Lasertechnik GmbH & Co. KG, Wadersloh | windConsultant, Düsseldorf | WIV GmbH, Geschäftsbereich wind-turbine.com, Gelnhausen | ZPF GmbH, Siegelsbach

Publikationen 2017

Behrens, B.-A. et al.: Aktuelle Forschungsschwerpunkte in der Massivumformung. In: 22. Umformtechnische Kolloquium Hannover (2017), Hrsg. B.-A. Behrens, ISBN 978-3-95900-122-9, S. 15-32.

Bellmann, V. K.; Brede, S.; Nyhuis, P. (2017): Ergonomiebewertung 4.0 - Echtzeitfähige und kamerabasierte Ergonomiebewertung und Maßnahmenableitung in der Montage, ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 112 (9), p. 588-592.

Bellmann, V.K.; Majid Ansari, S.; Nyhuis, P., Brede, S. (2017): Development of a System for a Real Time Ergonomic Assessment - Real Time Identification of Non-Ergonomic Motion Sequences and Recommendations for an Ergonomic Workplace Design, In: Proceedings of the 3rd International Conference on Production Automation and Mechanical Engineering (ICPAME). Montréal: Innovative Research Publication, pp. 158-165.

Blohm, T. et al.: Influence of Cross Wedge Rolling on the Coating Quality of Plasma-Transferred Arc Deposition Welded Hybrid Steel Parts. In: International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal, vol. 7 (2017) no. 7, pp. 1-7.

Blohm, T. et al.: Investigation of the coating thickness of plasma-transferred arc deposition welded and cross wedge rolled hybrid parts. In: Production Engineering Research and Development. Springer-Verlag, 2017, DOI: 10.1007/s11740-017-0734-7.

Blohm, T. et al.: Investigation of the joining zone of laser welded and cross wedge rolled hybrid parts. In: International Journal of Material Forming, Springer-Verlag France (2017), DOI: 10.1007/s12289-017-1393-0.

Blohm, T.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Basic study of incremental forming of serially arranged hybrid parts using cross-wedge rolling. In: Procedia Engineering. Elsevier, vol. 207 (2017), pp. 1677-1682.

Blohm, T.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen. In: 22. Umformtechnisches Kolloquium Hannover (2017), Konferenzband, Hrsg.: Prof. Dr.-Ing. Behrens, PZH Verlag, ISBN 978-3-95900-122-9, S. 196.

Böning, C.; Prinzhorn, H.; Hund, E. C.; Stonis, M.: A Memetic Algorithm for an Energy-Costs-Aware Flexible Job-Shop Scheduling Problem. In: World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 125, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 11. Jg. (2017) H. 5, pp. 1215-1228.

Fritzsich, B.; Ullmann, G.; Stonis, M.; Nyhuis, P.; Mach, F.: Absatzprognose mit Suchmaschinenendaten. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 112. Jg. (2017), H. 1/2, S. 16-19. ISSN 0947-0085.

Heinke, A.: Das digitale Abbild als Grundlage für vernetzte, kognitive Produktionssysteme. In: Overmeyer, L.; Stichweh, H. (Hrsg.): Vernetzte, kognitive Produktionssysteme. TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2017, S. 35-46, ISBN 978-3-95900-165-6.

Kasselmann, S.; Willeke, S.: Adaptiertes Vorgehen zur Reifegradmodellentwicklung am Beispiel der Einführung interaktiver Assistenzsysteme in der Produktion und Logistik. In: IPRI-Praxis Paper (2017), Nr. 31. ISSN 0947-0085.

Küster, B.; Alschow, A.; Eilert, B.; Overmeyer, L.: Tragrollen auf dem Prüfstand. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 57. Jg. (2017), H. 10, S. 24-26.

Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Test stand for the investigation of driven rollers. In: 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Singapore, 2017, pp. 2098-2101.

Mach, F.; Hund, E.; Stonis, M.: A Control Model for the Dismantling of Industrial Plants. In: World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 122, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering, 11. Jg. (2017), H. 2, pp. 167-176.

Mohammadifard, S. et al.: Monitoring of an Aluminum Melting Furnace by Means of a 3D Light-Field Camera. In: 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2017, p. 784-788. ISSN 2157-362X.

Müller, M.; Westbomke, M.; Stonis, M.: Wandlungsfähigkeit und Automatisierung von Lager-, Kommissionier- und Transportsystemen. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 112. Jg. (2017), H. 12, S. 881-884. ISSN 0947-0085.

Podszus, F.; Reichert, S.: Gestatten: Kollege Gabelstapler. In: VDI Technik und Leben, VDI Verein Deutscher Ingenieure, Bezirksverein Hannover e. V., o. Jg. (2017), H. 2, S. 1-2.

Podszus, F.; Reichert, S.: Wie effizient ist meine Fabrik? Software bewertet Layout. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 14 / März 2017, ISSN 2198-1922.

Prinzhorn H., Böning C., Stonis M.: Flexible job-shop scheduling considering human performance fluctuations. In: Logistics Journal, vol. 2017. ISSN 1860-5923.

Prinzhorn, H.: Produktionsfaktor Mensch: Leistungskurven nutzen, Qualität steigern. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 15 / Juni 2017, ISSN 2198-1922.

Prinzhorn, H.; Richter, J.; Langner, J.; Stonis, M.: Lot sizing in the forging industry considering lot size dependent tool wear. In: Production Engineering, Springer Berlin Heidelberg, vol. 2017, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11740-017-0777-9>.

Prinzhorn, H.; Rochow, P.; Nyhuis, P: Grundlagen einer Methode für eine qualitätsorientierte Belegungsplanung. In: Logistics Journal, vol. 2017. ISSN 1860-5923.

Rasche, N.: Automatisiert FEM-Daten für Umformabläufe erzeugen. In: Umformtechnik, Massiv + Leichtbau, Meisenbach Verlag, 51. Jg. (2017), H. 06/2017, S. 26-28.

Rasche, N.: Geringere Kontaktzeit senkt Werkzeugverschleiss. In: MM Maschinenmarkt – Das Industriemagazin, Vogel Business Media, o. Jg. (2017), H. 3/4, S. 27-30.

Rasche, N.; Langner, J; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Experimental investigation of different parameters at a combined cross wedge rolling and multi-directional forging process. In: Production Engineering (2017), DOI: 10.1007/s11740-017-0783-y.

Rasche, N.; Langner, J; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Predicting Forming Forces and Lack of Volume with Data Mining Methods for a Flange Forging Process. In: IJMO 2017 vol. 7 (6): 363-369 ISSN 2010-3697, DOI: 10.7763/IJMO.2017.V7.613.

Rasche, N.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Influence of the cross section area reduction in cross wedge rolling on the multi-directional forging of crankshafts. In: Advances in Materials and Processing Technologies (2017), DOI: 10.1080/2374068X.2017.1328151.

Reichert, S.: Tourbus bringt die Digitalisierung aufs Land. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 15 / Juni 2017, ISSN 2198-1922.

Reichert, S.; Brede, S.: 3D-Kameras bewerten Ergonomie in der Montage. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 17 / Dezember 2017, ISSN 2198-1922.

Reichert, S.; Kramprich, S.: 3D-Druck für den Mittelstand: Kostenlose Unterstützung für KMU. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 17 / Dezember 2017, ISSN 2198-1922.

Richter, J.; Blohm, T.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Quality optimization for aluminum precision forging processes in completely enclosed dies of long forging parts by prediction and avoidance of thin flash generation. In: Procedia Engineering. Elsevier, vol. 207 (2017), pp. 484-489.

Richter, J.; Blohm, T.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Analysis of an aluminum forging process in completely enclosed dies considering the numerical prediction of thin flash generation in small gaps. In: Journal of Mechanical Science and Technology. Springer Verlag, vol. 31 (2017), no. 7, pp. 3429-3435.

Richter, J.; Prinzhorn, H.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Wie die Losgröße den Gesenkverschleiß bestimmt. In: Umformtechnik, Meisenbach Verlag GmbH, 51. Jg. (2017), H. 3, S. 18-20.

Richter, J.: Quality optimization for aluminum precision forging processes in completely enclosed dies of long forging parts by prediction and avoidance of thin flash generation, 12th International Conference on Technology of Plasticity, 20.09.2017, University of Cambridge, Cambridge (UK).

Ross, J.; Gerland, H.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Wie man hinterschnittene Bauteile einfacher schmiedet. In: Umformtechnik, Vogel Business Media, H. 1/2017, S. 24f.

Ross, J.; Kalweit, M.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Gesenkkonstruktion erlaubt Schmieden von Hinterschnitten. In: Maschinenmarkt, Vogel Business Media, H. 38/2017, S. 16f.

Ross, J.; Nothdurft, S.; Langner, J.; Springer, A.; Kaierle, S.; Behrens, B.-A.: Innenhochdruckumgeformte laserstrahlgelötete Tailored Hybrid Tubes aus Stahl-Aluminium-Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau. In: Energie / Effiziente Verarbeitung zukunftsweisender Leichtbauwerkstoffe; Tagungsband T 44 des 37. EFB-Kolloquiums Blechverarbeitung 2017, 28./29. März Fellbach, EFB Hannover 2017; S. 125-133. ISBN 978-3-86776-503-9.

Schneider, T. et al.: IntegrAD Integrierter optischer Absolutgeber und Drehmomentmesser, Abschlussbericht. In: Forschungsbericht Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V., o. Jg. (2017), H. 33, ISBN 978-3-8163-0712-9.

Schneider, T.: Schiffsgetriebe aus der Ferne überwachen. In: ti - Technologie-Informationen, o. Jg. (2017), H. 3, S. 26.

Schneider, T.; Wortmann, J.; Eilert, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Validierung einer optischen Drehmomentmessung. In: wt Werkstattstechnik online, 107. Jg. (2017), H. 9, S. 590-593.

Schweers, D.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Volatilitätspotenziale kostenoptimal nutzen. In: IT&Production, TeDo Verlag, 18. Jg. (2017), H. 3, S. 100-101. ISSN 1439-7722.

Schweers, D.; Vogt, M.; Peil, S.: Voraussetzungen zur Planung energiekostenoptimaler Produktionsprogramme. In: VIK-Mitteilungen, Verlag Energieberatung, o. Jg. (2017), H. 5, S.28-31. ISSN 0341-2318.

Uttendorf, S.; Eilert, B.; Overmeyer, L.: Automatisiert ausgelegt – Vereinfachte Planung von FTS-Wegenetzen. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 3. (2017), S. 18-20.

Uttendorf, S.; Eilert, B.; Overmeyer, L.: Combining a fuzzy inference system with an A* algorithm for the automated generation of roadmaps for Automated Guided Vehicles. In: at – Automatisierungstechnik, Bd. 65, H. 3 (März 2017).

Uttendorf, S.; Eilert, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Automatisierte "Pannenhilfe" – Expertensystem zur Reaktion auf Störungen im FTS-Betrieb. In: Hebezeuge-Fördermittel, Ausg. 7-8, 2017, S. 22-24.

Westbomke, M.: Rückbau von Altanlagen – Forschungsprojekt entwickelt Strategie. In: Erneuerbare Energien, SunMedia Verlags GmbH, o. Jg. (2017), H. 5, S. 48 ff., ISSN 1436-8773.

Willeke, S.: 4.0 Ready - Neue Möglichkeiten durch interaktive Assistenzsysteme. IHK-Praxistour Industrie 4.0, RICOH Deutschland, 15. Juni 2017, Hannover.

Willeke, S.; Kassermann, S.; Stonis, M.: Einführungsbegleitung für interaktive Assistenzsysteme. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 112. Jg. (2017), H. 12, S. 869-872. ISSN 0947-0085.

Willeke, S.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Potentialanalyse einer energiepreis-orientierten Reihenfolgebildung. In: wt Werkstattstechnik online, Springer VDI-Verlag, 107. Jg. (2017), H. 9, S. 617-624. ISSN 1436-4980.


Zenker, M., Prinzhorn, H., Böning, C., Strating, T.: An Optimization Model for the Arrangement of Assembly Areas Considering Time Dynamic Area Requirements. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering (2017), 11(2), pp. 175-182.

Bildquellen


Titelbild:	© maria_savenko / fotolia.com
Seite 14:	© Susann Reichert / IPH
Seite 15:	© Ralf BÜchler
Seite 16:	© Alfred Graf Zedtwitz / VDMA
Seite 17:	© Ralf BÜchler
Seite 18:	© IPH
Seite 19:	© Ralf BÜchler
Seite 20:	© Ralf BÜchler
Seite 20/21:	© Thorsten Schier / fotolia.com
Seite 21:	© Ralf BÜchler
Seite 22:	© Philipp Cartier / IPH
Seite 23:	© Philipp Cartier / IPH
Seite 31:	© AA+W / fotolia.com
Seite 33:	© den-belitsky / stock.adobe.com
Seite 35:	© Sven Gutberlet / IPH
Seite 37:	© Susann Reichert / IPH
Seite 39:	© Petinovs / fotolia.com
Seite 41:	© mauro1969 / fotolia.com
Seite 43:	© industrieblick / stock.adobe.com
Seite 45:	© Sebastian Brede / IPH
Seite 47:	© IPH
Seite 49:	© Ralf BÜchler
Seite 51:	© Halfpoint / stock.adobe.com
Seite 53:	© IPH / Fotomontage: Susann Reichert
Seite 55:	© prat / stock.adobe.com
Seite 57:	© zapp2photo / fotolia.com

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. Malte Stonis

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

Sitz der Gesellschaft: Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 50530


© IPH 2017. Alle Rechte vorbehalten.

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

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit verzichten wir auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten selbstverständlich für beiderlei Geschlecht.

Redaktion, Satz und Layout: Susann Reichert, IPH

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

 www.iph-hannover.de