
Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2015

"Es gibt auf Dauer keinen wirtschaftlichen Fortschritt,
ohne dass die Wissenschaft auch gepflegt wird."

Konrad Adenauer, erster Bundeskanzler der Bundesrepublik Deutschland (1876-1967)

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

2015 war das erfolgreichste Jahr in der Geschichte des IPH: Fast 4 Millionen Euro Umsatz haben wir erreicht, das ist eine Steigerung von nahezu 25 Prozent im Vergleich zum Vorjahr.

Auch dem deutschen Staat geht es finanziell so gut wie nie, er hat 2015 einen Rekordüberschuss von 19,4 Milliarden Euro erzielt. Zufall? Sicher nicht. Denn Erfolg basiert auf Bildung und Innovation. Ohne die Wissenschaft gibt es auf Dauer keinen wirtschaftlichen Fortschritt, bemerkte schon Konrad Adenauer – und geht es der Wirtschaft gut, steigen die Staatseinnahmen.

Wir am IPH tragen mit anwendungsnaher Forschung unseren Teil dazu bei. So treiben wir beispielsweise den Einsatz von 3D-Druckern in der Fertigung voran, besonders in kleinen und mittleren Unternehmen (Seite 42). Wir entwickeln Fertigungsprozesse, mit denen Schmiedeunternehmen schneller und günstiger produzieren können (Seite 36), wir unterstützen Unternehmen bei der Planung wandlungsfähiger Fabriken (Seite 28) und bei der Auswahl effizienter Materialflusssysteme (Seite 38).

Zudem vernetzen wir Wirtschaft und Wissenschaft. Gemeinsam mit dem Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH) bieten wir im neu gegründeten Kompetenzzentrum Schulungen und Beratungen zum Thema Industrie 4.0 (Seite 24). Ein Beispiel für eine besonders enge und langfristige Zusammenarbeit, von der beide Seiten profitieren, ist Satoru Ookawa: Der japanische Ingenieur tauschte seinen Arbeitsplatz in der Industrie gegen eine Stelle als Gastwissenschaftler am IPH (Seite 14).

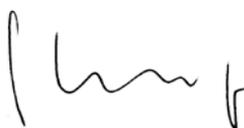
Um auf Erfolgskurs zu bleiben, investieren wir kräftig in unsere Ausstattung und Forschungsinfrastruktur: Beispielsweise in ein Optiklabor, einen Kreativraum und einen modernen Internetauftritt (Seite 18). Zudem haben wir zusammen mit fast 70 mittelständischen Forschungseinrichtungen die Zuse-Gemeinschaft gegründet (Seite 17). Gemeinsam machen wir uns stark für industrieorientierte Forschung – und damit für den wirtschaftlichen Fortschritt.



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer



Dr.-Ing. Georg Ullmann

Geschäftsführung und Beirat

Geschäftsführung

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

| *Geschäftsführender Gesellschafter und Sprecher der Geschäftsführung* |

Dr.-Ing. Georg Ullmann

| *Koordinierender Geschäftsführer* |

Beirat

Prof. Dr.-Ing. Jörg Seume

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

Dr. Sabine Johannsen

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

Dr.-Ing. Andreas Jäger

| *Geschäftsführer der Jäger Gummi und Kunststoff GmbH* |

Dr.-Ing. Kai Brüggemann

| *Hamburg Plant Management, Airbus Operations GmbH* |

Dr. Volker Müller

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

Dr. sc. techn. Andreas Sennheiser

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

Inhaltsverzeichnis

5	Vorwort
7	Geschäftsführung und Beirat
8	Inhaltsverzeichnis

Das war 2015

14	Von Japan nach Deutschland und zurück
16	Querkeilwalzen erreicht Industriereife
17	68 Institute, ein Ziel: Starke Forschung
18	IPH-Webseite komplett überarbeitet
20	Dissertationen
21	Zahlen und Fakten

Ausgewählte Projekte

24	Industrie 4.0 für den Mittelstand "Mit uns digital!" bietet kostenlose Schulungen und Unterstützung vor Ort Intelligente Maschinen, vernetzte Fabriken und interaktive Assistenten: Von diesen Industrie-4.0-Technologien profitieren nicht nur große Konzerne, sondern auch der Mittelstand. Vielen kleineren Unternehmen fehlt allerdings das entsprechende Know-how. Das soll sich bald ändern.
26	Massivumformung maßgeschneidert Neuer Sonderforschungsbereich zu hybriden Hochleistungs-Bauteilen Wenn Stahl zu schwer und Aluminium zu weich ist, können künftig mehrere Werkstoffe miteinander kombiniert werden – zu maßgeschneiderten, hybriden Hochleistungs-Bauteilen. Ein neuer Sonderforschungsbereich untersucht verschiedene Ansätze, um die Materialien erst zu fügen und dann gemeinsam umzuformen.
28	Eine Fabrik, die mitwächst Groblayout für die Werkserweiterung eines Automobilzulieferers Lässt sich ein Fabrikgebäude Schritt für Schritt erweitern, ohne die Produktion zu unterbrechen? Und wie können Maschinen und Lager auf engstem Raum untergebracht werden? Für die Benecke-Kaliko AG hat das IPH eine Fabrik geplant, die mitwächst, wenig Platz benötigt und Kosten spart.

- 30 **Dem optimalen Wegenetz auf der Spur**
Fuzzy-Logik generiert praxistaugliche und effiziente FTS-Wegenetze
Fahrerlose Transportfahrzeuge bewegen sich auf vorgegebenen Wegen durch Fabriken und Lager. Diese sogenannten Wegenetze wurden bisher aufwendig manuell geplant. Das IPH hat einen Algorithmus entwickelt, der praxistaugliche Wegenetze automatisch auslegt – und dabei menschlichen Planern überlegen ist.
- 32 **Mit Logistik gegen den Verschleiß**
Optimale Losgröße kann Fertigungskosten von Schmiedeteilen senken
Um die Herstellungskosten von Schmiedeteilen zu reduzieren, untersucht das IPH den Einfluss der Losgröße auf den Werkzeugverschleiß. Lässt sich die Losgröße so optimieren, dass die Werkzeuge möglichst wenig belastet werden, dann können Schmiedeunternehmen Kosten für die Instandhaltung sparen.
- 34 **Hochsensible Bauteile exakt platzieren**
IPH konzipiert Greifroboter für die Produktionsanlage eines Kunden
Sehr präzise, klein und schnell: Das sind die Anforderungen an die Produktionsanlage, bei deren Entwicklung das IPH einen Industriekunden unterstützt. Hergestellt werden hochsensible Produkte aus Bauteilen, die teils nur wenige Mikrometer dick sind und bei der Produktion nicht beschädigt werden dürfen.
- 36 **Leichtes Blech ergänzt massiven Stahl**
Hybridschmieden: Neues Leichtbauverfahren für die Automobilindustrie
Fahrzeugteile wie Pleuel oder Querlenker werden in der Regel geschmiedet, also aus einem massiven Stück Stahl geformt. Solche Massivbauteile halten hohe Belastungen aus, sind jedoch auch sehr schwer. Um leichtere Bauteile herstellen zu können, will das IPH Massiv- und Blechumformung kombinieren.
- 38 **Transport: Automatisch oder manuell?**
Simulation erleichtert die Auswahl eines Materialflusssystemes
Lohnt sich die Investition in ein halbautomatisches Transportsystem? Diese Frage sollte das IPH im Auftrag eines Automobilzulieferers klären. Mithilfe eines Simulationsmodells konnten die Ingenieure den Kunden bei der Entscheidung für ein Materialflusssystem unterstützen.
- 40 **Simulieren in Sekundenschnelle**
Künstliche Intelligenz soll FEM-Simulationen deutlich beschleunigen
FEM-Simulationen sind oft zermürend langsam: Stunden oder sogar Tage kann es dauern, einen Umformprozess am Computer durchzuspielen. Künstliche Intelligenz soll künftig aufs Tempo drücken: Ein Algorithmus könnte das Ergebnis der Simulation in Sekundenschnelle vorhersagen.

- 42 **3D-Drucker für den Mittelstand**
Mit Betreibermodellen wird die Technologie auch für KMU bezahlbar
Vom Hörgerät bis zum Brillengestell, vom Armaturenbrett bis zum PC-Gehäuse: Mit 3D-Druckern lässt sich fast jedes beliebige Produkt nach Kundenwunsch anfertigen. Künftig sollen sich auch kleine und mittelständische Unternehmen die teuren Geräte leisten können – dank sogenannter Betreibermodelle.
- 44 **Gut vernetzt ist halb gewonnen**
Produktiver Austausch im Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau
Als Netzwerkveranstaltung für eine ganze Branche dient der Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau. Hersteller und Anwender, Dienstleister und Wissenschaftler tauschen sich bei den regelmäßigen Treffen aus, diskutieren über aktuelle Herausforderungen und finden gemeinsam neue Lösungsansätze.
- 46 **Schnelltest fürs Fabriklayout**
IPH entwickelt Software zur quantitativen Layout-Bewertung
Kurze Wege, ausreichende Wandlungsfähigkeit, niedrige Energiekosten: All das müssen Fabrikplaner beachten, wenn sie ein neues Layout entwerfen. In Zukunft soll sie eine Software dabei unterstützen. Sie bewertet automatisch, ob der Fabrik-Entwurf die Anforderungen erfüllt.
- 48 **Messen, ohne zu berühren**
Neuartiges Messsystem erfasst den absoluten Drehwinkel einer Welle
Von der Automobilindustrie bis zum Bergbau kommt kaum eine Branche ohne Antriebswellen aus, die etwa in Motoren und Generatoren verbaut sind. Um permanent den Verdrehwinkel und dadurch unter anderem das Drehmoment zu erfassen, entwickelt das IPH ein kontaktloses, kleines und kostengünstiges optisches Messsystem.
- 50 **Rissen an den Kragen gehen**
Für einen Hersteller von Flanschen untersucht das IPH Bauteilschäden
Ein japanisches Unternehmen verkauft Flansche für die Leitung von Fluiden. Bei manchen der Flansche entstanden bei der Produktion Risse. Um komplett rissfreie Bauteile anbieten zu können, hat das IPH die Schmiedeprozesse simuliert und analysiert, wie die Schäden entstehen.
- 52 **Morgenfrische und Mittagstief**
Warum Unternehmen die Leistungskurve ihrer Mitarbeiter nutzen sollten
Qualitätsmängel kosten deutsche Industriebetriebe bis zu 30 Prozent ihres Jahresumsatzes – sei es durch Ausschuss, Nacharbeit oder Wertminderung. Um solche Fehlerkosten zu vermeiden, sollten Unternehmen bei der Auftragsplanung die Leistungsschwankungen ihrer Mitarbeiter berücksichtigen.

- 54 **Gute Noten fürs Qualitätsmanagement?**
Automatisiertes Bewertungssystem überprüft 8D-Berichte
Im Qualitätsmanagement setzen viele Unternehmen auf 8D-Berichte, um Fehler zu analysieren und zu beseitigen. Die Berichte selbst unterliegen jedoch keiner Qualitätskontrolle und werden häufig mangelhaft ausgefüllt. Künftig soll ein automatisiertes Bewertungssystem 8D-Berichte formal und inhaltlich prüfen.
- 56 **Die Kurbelwelle im Fokus**
Optimierung der Vorformung beim Gratlosschmieden
Das IPH erforscht seit 15 Jahren das gratlose Schmieden von Kurbelwellen und berät Unternehmen zu diesem Thema. Für einen asiatischen Automobilzulieferer haben die Experten Vorformschritte in zwei verschiedenen Bereichen verbessert: Dem Querkeilwalzen und der Verschleißreduktion im Gesenk.
- 58 **XXL-Produkte auf engem Raum**
Dynamische Layouts sollen die Baustellenfertigung optimieren
Ob Turbinen, Kräne oder Baumaschinen: XXL-Produkte herzustellen dauert lange und braucht viel Platz. Je weiter die Montage voranschreitet, desto mehr Raum nehmen die Produkte in der Fabrik ein. Um produktiv zu sein, müssen die Hersteller ihre begrenzten Flächen optimal nutzen.

Projekte, Partner, Publikationen

- 62 Projekte 2015
69 Partner 2015
71 Publikationen 2015
77 Bildquellen
78 Impressum

Das war 2015

Von Japan nach Deutschland und zurück

Ein Jahr lang intensiv forschen – für diese Möglichkeit zog Satoru Ookawa aus einer japanischen Millionenstadt ins beschauliche Hannover. Der Ingenieur arbeitet in der Qualitätssicherung eines Großkonzerns. Während seines Forschungsjahrs untersuchte er den Verschleiß von Schmiedegesenken und arbeitete dabei eng mit der Abteilung Prozesstechnik des IPH zusammen (siehe Foto). Inzwischen ist Satoru Ookawa zurück in Japan. Im Interview spricht er über seine Eindrücke aus Hannover und die Arbeitseinstellung der Deutschen.

Satoru, du hast am IPH das Thema Verschleiß erforscht. Worum ging es genau?

Satoru Ookawa: "Ich habe untersucht, wie sich die Lebensdauer von Schmiedegesenken in der Warmmassivumformung verbessern lässt, und neue Methoden entwickelt, um Schäden zu evaluieren – beispielsweise Risse, Verschleiß oder Verformung. Außerdem habe ich eine Methode zur Optimierung von Schmiedeprozessen entwickelt, mit der sich sicherstellen lässt, dass die Gesenke lang genug halten."

Dein Arbeitgeber hat dich zum Forschen nach Deutschland geschickt. Wieso?

Satoru Ookawa: "Weil die Deutschen in der Produktionstechnik so erfinderisch sind und weil die Universität Hannover und das IPH hervorragende Kenntnisse im Bereich Schmieden besitzen. Es gibt keine Universität und kein Institut, das sich stärker auf diese Technologien spezialisiert hat – weder in Japan noch weltweit. Deshalb hat unser Unternehmen entschieden, mich für ein Jahr ans IPH zu entsenden."

Konntest du von der Erfahrung des IPH profitieren?

Satoru Ookawa: "Ja, ich habe viele technische Tipps bekommen, wurde bei Experimenten unterstützt und konnte die Ausstattung nutzen, zum Beispiel die Schmiedepresse. So konnte ich jede Menge tolle Ergebnisse erzielen. Ein großer Gewinn ist natürlich auch, dass ich viele gute Beziehungen aufbauen konnte, sowohl zu den Ingenieuren am IPH als auch am IFUM."

Nach einem Jahr kennst du Hannover ganz gut. Was hat dir besonders gefallen?

Satoru Ookawa: "Vieles – das Stadtbild, das Essen, das Bier, die Festivals und so weiter. Aber das beste und aufregendste waren die Sportveranstaltungen, beson-



ders die Fußballspiele live im Stadion. Die IPH-Kollegen haben mich außerdem mit zum Handball und zum Eishockey genommen, das hat mir wirklich gut gefallen."

Sicher gab es auch Dinge, die dir in Deutschland eher seltsam vorkamen...

Satoru Ookawa: "Es gibt viele Unterschiede zwischen Deutschland und Japan – beim Essen, in der Kultur und so weiter. Aber besonders befremdlich fand ich die vielen Streiks. Ich war nur ein Jahr in Deutschland und habe etliche Streiks miterlebt, bei der Bahn, bei der Post, bei der Kinderbetreuung. In Japan gibt es seit Jahrzehnten fast gar keine Streiks mehr, obwohl auch wir Gewerkschaften haben. Die Deutschen scheinen dagegen ständig für bessere Arbeitsbedingungen zu streiken. Ich denke, das ist einer der größten Unterschiede zwischen Japan und Deutschland."

Und in der Forschung und Entwicklung, gibt es da große Gegensätze?

Satoru Ookawa: "Was ist wichtiger – die Herangehensweise oder das Ergebnis? Dazu hat man in Deutschland eine völlig andere Einstellung als in Japan. Ich habe den Eindruck, dass Deutsche viel Wert auf schnelle Ergebnisse legen und weniger auf den Prozess, der zum Ergebnis führt. So sparen sie Zeit. In Japan dagegen ist der Weg genauso wichtig wie das Ziel. Die meisten Japaner würden die Herangehensweise wählen, mit der alle Beteiligten einverstanden sind, um ein gutes Ergebnis zu erzielen – auch wenn es länger dauert. Wenn wir allerdings von diesen gegensätzlichen Ansätzen lernen, können wir ganz neue Dinge erreichen. Deshalb glaube ich, dass wir gute Partner sind."

Interview und Übersetzung aus dem Englischen von Susann Reichert

Querkeilwalzen erreicht Industriereife

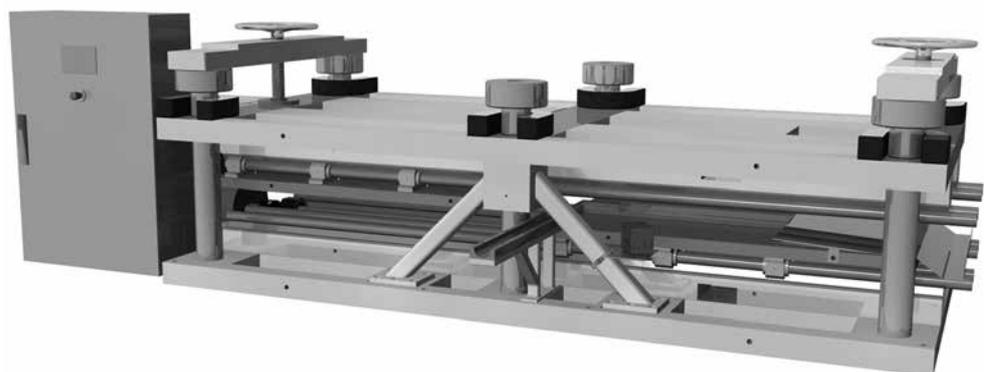
Seit Jahren tüfteln IPH-Ingenieure an günstigen Querkeilwalzapparaten in Flachbackenbauart – jetzt ist die Technologie reif für den Industrieinsatz. Ein türkisches Schmiedeunternehmen nutzt seit Februar eine Querkeilwalzmaschine, die das IPH entwickelt hat, um Vorformen für Hüftimplantate herzustellen. Dadurch kann das Unternehmen mehr als die Hälfte an Material einsparen.

Um ein 137 Gramm leichtes Hüftimplantat aus Titan zu fertigen, war bisher ein Rohteil von 443 Gramm erforderlich. Gut zwei Drittel des Materials gingen verloren. Die IPH-Ingenieure haben einen der Schmiedeschritte durch Querkeilwalzen ersetzt, da bei dieser Vorformoperation keinerlei Grat entsteht. Zudem haben sie den Prozess so ausgelegt, dass sich aus einem Rohteil von nur 406 Gramm gleich zwei Hüftimplantate schmieden lassen. In Simulationen und Experimenten konnten sie nachweisen, dass der neue Schmiedeprozess 54 Prozent Material spart. Zudem wird weniger Energie benötigt, um das Rohteil zu erwärmen.

Trotz dieser Vorteile wird Querkeilwalzen bisher kaum industriell genutzt, da die Auslegung kompliziert ist und die Werkzeuge teuer sind. Bisherige Querkeilwalzapparate in Rundbackenbauart lohnen sich nur für hohe Stückzahlen. Der Apparat des IPH wurde deshalb in Flachbackenbauart entwickelt, dadurch sinken die Werkzeugkosten auf ein Zehntel. Mit dem Verfahren lassen sich nicht nur Vorformen für Hüftimplantate herstellen, sondern beispielsweise auch für Antriebswellen und Common-Rails.

Entstanden ist der Apparat im EU-Projekt „CoVaForm“. Zwei Jahre lang haben drei Forschungsinstitute und vier Industrieunternehmen aus fünf Ländern das Querkeilwalzen erforscht – darunter ein Werkzeugbauer aus Spanien sowie das Schmiedeunternehmen aus der Türkei, das die Maschine nun in der Produktion einsetzt.

 www.covaform.eu



68 Institute, ein Ziel: Starke Forschung

Gemeinsam die Industrieforschung in Deutschland stärken – das ist das Ziel der Zuse-Gemeinschaft, die 2015 ins Leben gerufen wurde. Das IPH gehört zu den 68 Gründungsmitgliedern. Die Mitglieder forschen in ganz unterschiedlichen Bereichen: Von der Biotechnologie bis zur Mikrosystemtechnik, von der Gesundheitsforschung bis zur Produktionstechnologie. Gemeinsam ist ihnen allen die

Nähe zur Industrie. Die Zuse-Institute sehen sich als Bindeglieder zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und wollen mit anwendungsorientierter Forschung Innovationen vorantreiben.



Mit der Gründung der Zuse-Gemeinschaft hat die deutsche Forschungslandschaft eine dritte Säule erhalten, denn die beteiligten Institute gehören weder Universitäten noch Großforschungsverbänden wie Fraunhofer oder Helmholtz an. Sie sind wirtschaftlich und rechtlich unabhängig, gemeinnützig tätig und bilden mit durchschnittlich 70 Mitarbeiter den Mittelstand der deutschen Forschungslandschaft.

Diese dritte Säule zu stärken ist die Kernaufgabe der Zuse-Gemeinschaft. Als erste bundesweite Interessenvertretung des Forschungsmittelstands wird sie die gemeinsamen Anliegen in der Öffentlichkeit vertreten – sowohl gegenüber Bund und Ländern als auch gegenüber der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen. Ziel der Zuse-Gemeinschaft ist es, die Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation im Sinne des Forschungsmittelstands umzugestalten und dessen Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dazu gehört beispielsweise eine kontinuierliche Förderung durch Bund und Länder, wie Großforschungsverbände sie längst erhalten.

Zuse-Tage in Berlin

Im Sommer 2016 stellen sich die Mitgliedsinstitute der Zuse-Gemeinschaft erstmals gemeinsam der Öffentlichkeit vor. Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Forschung sind eingeladen, bei den Zuse-Tagen den Forschungsmittelstand kennenzulernen. Neben Fachvorträgen ist eine Ausstellung im Lichthof geplant. Die Zuse-Tage finden am 7. und 8. Juni 2016 im dbb-forum in Berlin statt.

 www.zuse-gemeinschaft.de

IPH-Webseite komplett überarbeitet

Benutzerfreundlicher, informativer und interaktiver: Das ist die neue IPH-Webseite, die Ende 2015 ans Netz gegangen ist. Der Internetauftritt hat nicht nur ein völlig neues Design erhalten, sondern basiert auch auf einem neuen Content-Management-System und einer eigens entwickelten Datenbankstruktur. Fast 20.000 Euro und mehr als 1.000 Arbeitsstunden hat das IPH in den Relaunch investiert.

Die hannoversche Internetagentur goldorange hat der IPH-Webseite ein völlig neues Gesicht gegeben: Sie ist zugleich moderner und übersichtlicher geworden, wie der Vorher-Nachher-Vergleich (rechts) zeigt. Dank Responsive Design wird die neue Webseite nicht nur am PC ansprechend dargestellt, sondern auch auf Smartphones und Tablets. Das Design passt sich automatisch der Bildschirmgröße an, ohne dass Informationen verloren gehen. Damit wollen wir insbesondere jüngere Nutzer erreichen: Beispielsweise Studenten und Absolventen, die per Smartphone nach Jobangeboten suchen.

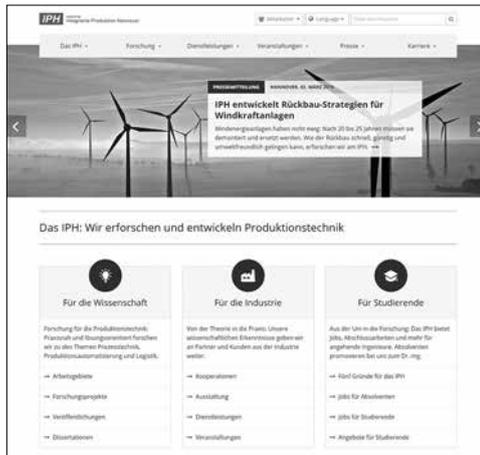
Höhere Informationsdichte

Auch Forscherkollegen und Industriepartner profitieren von der neuen Webseite – insbesondere von der deutlich höheren Informationsdichte. Zu jedem Forschungsprojekt der vergangenen sechs Jahre finden sich weiterführende Informationen und Ansprechpartner, sämtliche Veröffentlichungen seit 2010 sind mit einem Abstract und thematischen Schlagworten versehen worden. Zudem lassen sie sich nach

Themengebieten und Kategorien filtern. Im Vergleich zur alten Webseite findet man so deutlich schneller die Informationen, die man sucht. Neu ist zudem der Veranstaltungskalender, der bereits auf der Startseite auf Messen, Seminare und Arbeitskreistreffen hinweist.



Eine weitere wichtige Neuerung auf der Webseite sind die persönlichen Profilseiten der IPH-Mitarbeiter. Hier wird auf einen Blick ersichtlich, welche Forschungsprojekte der Mitarbeiter bearbeitet hat und welche Veröffentlichungen er bereits vorweisen kann. So lässt sich viel gezielter der richtige Ansprechpartner für ein spezielles Thema finden. Zudem lassen sich sämtliche Kontaktdaten per vCard komfortabel ins Adressbuch auf dem PC oder Smartphone laden.



Im passwortgeschützten Alumni-Bereich können sich unsere ehemaligen Mitarbeiter informieren. Neben Veranstaltungshinweisen, Fotos und News finden sie dort die Kontaktdaten ihrer ehemaligen Kollegen. Jeder Alumnus kann seine persönlichen Daten über die Webseite aktualisieren und entscheiden, ob Informationen wie etwa Arbeitgeber oder Wohnort für andere sichtbar sein sollen.

Gestiegene Nutzerzahlen

Seit Mitte Dezember 2015 ist die neue Webseite online. Dass sich die Investition gelohnt hat, spüren wir nicht nur an den positiven Rückmeldungen von Forschungspartnern, Kunden und ehemaligen Mitarbeitern, sondern auch an den Besucherzahlen, die sich fast verdoppelt haben: Von rund 24.000 Besuchern im November 2015 auf gut 40.000 im Februar 2016.

Vollständig abgeschlossen ist unser Web-Relaunch allerdings noch nicht. Bisher haben wir nur die Hauptseite www.iph-hannover.de auf das neue System umgestellt, 2016 wollen wir weitere Webseiten nachziehen – von der Homepage des Arbeitskreises Werkzeug- und Formenbau bis zum Intranet.

 www.iph-hannover.de

Dissertationen



Eilert, B.: Merkmalebasierte Herstellkostenermittlung im Werkzeugbau. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2015, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2015.

Meyer, M.: Querkeilwalzen und mehrdirektionales Umformen als Vorformverfahren zur Herstellung von Kurbelwellen. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2015, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2015.



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

 www.pzh-verlag.de

Zahlen und Fakten

Umsatz (in Tausend Euro)

gesamt	3.896
Aufträge der Industrie	1.255
gemeinnützige Forschung	2.041
institutionelle Förderung	600

Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

gesamt	66
Wissenschaftliches Personal / Berater	29
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	6
(studentische) Teilzeitbeschäftigte und Praktikanten	31

Projekte

gesamt	52
Aufträge der Industrie	22
gemeinnützige Forschung	30

Ausgewählte Projekte

Industrie 4.0 für den Mittelstand

"Mit uns digital!" bietet kostenlose Schulungen und Unterstützung vor Ort

Intelligente Maschinen, vernetzte Fabriken und interaktive Assistenten: Von diesen Industrie-4.0-Technologien profitieren nicht nur große Konzerne, sondern auch der Mittelstand. Vielen kleineren Unternehmen fehlt allerdings das entsprechende Know-how. Das soll sich bald ändern.

"Mit uns digital! Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen" will kleine und mittlere Unternehmen bei der Digitalisierung und Vernetzung unterstützen und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken. Ziel ist es, den Unternehmen praxisnahe Lösungen aufzuzeigen, die sich mit kleinem Budget umsetzen lassen. Geplant sind fast 500 Informationsgespräche vor Ort bei Unternehmen, rund 250 Schulungen, etwa 70 Workshops und 15 Umsetzungsprojekte bis Ende 2018. Die Angebote sind für kleine und mittlere Unternehmen kostenlos.

Bezahlbare Industrie-4.0-Lösungen zum Nachahmen

Welche praktischen Nutzen Digitalisierung und Vernetzung mit sich bringen, erfahren Fach- und Führungskräfte unter anderem in Lernfabriken. Hier wird Know-how zu vielfältigen Aspekten der Industrie 4.0 vermittelt – von Arbeitsorganisation über Produktionstechnik, Automatisierung und Big Data bis zu IT-Sicherheit und Recht.

In der Generalfabrik auf dem Messegelände in Hannover können die Besucher ein Produkt vom Design bis zur Fertigung begleiten. Per Tablet individualisieren sie ihren persönlichen Kugelschreiber und können anschließend beobachten, wie er hergestellt wird – teils aus maßgefertigten Einzelteilen. Entlang der Produktionskette werden intelligente Lösungen zur Digitalisierung aufgezeigt, die sich schrittweise umsetzen lassen und auch für kleine und mittlere Unternehmen bezahlbar sind. Nachahmen ist ausdrücklich erwünscht.

Unternehmensvertreter müssen aber nicht unbedingt nach Hannover reisen, um sich praxisnah über Industrie 4.0 zu informieren. Das Zentrum geht auch auf Tour: Mit einer mobilen Fabrik bringt es Know-how in die ländlichen Regionen Niedersachsens sowie nach Bremen. Auch mit Informationsveranstaltungen und Workshops ist das Zentrum im gesamten Einzugsgebiet unterwegs. Zudem werden Schulungen angeboten, um Fach- und Führungskräfte für die digitale Zukunft zu rüsten.



Unterstützung vor Ort wird ebenfalls geboten. Die Mitarbeiter des Zentrums besuchen kleine und mittelständische Unternehmen und erarbeiten im persönlichen Dialog individuelle, bedarfsgerechte Lösungen zur Digitalisierung und Vernetzung. Ausgewählte Unternehmen werden zudem bei der Umsetzung begleitet: Für die Dauer von sechs bis zwölf Monaten unterstützen Mitarbeiter des Zentrums konkrete Vorhaben. So sollen Projekte mit Vorzeigecharakter entstehen, von denen andere lernen können.

Deutschlands erstes Kompetenzzentrum

Gegründet wurde "Mit uns digital! Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen" Ende 2015 als erstes von elf Kompetenzzentren in ganz Deutschland. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat diese Zentren ins Leben gerufen, um mittelständische Unternehmen und Handwerksbetriebe bei der digitalen Transformation zu unterstützen.

Geleitet wird das Zentrum für Niedersachsen und Bremen vom Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) und dem Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH). Als Konsortialführer stehen sie an der Spitze eines breit aufgestellten Teams aus Forschungseinrichtungen, Industrieunternehmen und Verbänden.

 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.

Massivumformung maßgeschneidert

Neuer Sonderforschungsbereich zu hybriden Hochleistungs-Bauteilen

Wenn Stahl zu schwer und Aluminium zu weich ist, können künftig mehrere Werkstoffe miteinander kombiniert werden – zu maßgeschneiderten, hybriden Hochleistungs-Bauteilen. Ein neuer Sonderforschungsbereich untersucht verschiedene Ansätze, um die Materialien erst zu fügen und dann gemeinsam umzuformen.

Rund 40 Wissenschaftler arbeiten im Sonderforschungsbereich (SFB) 1153 an einer Revolution der Massivumformung – am sogenannten „Tailored Forming“, dem maßgeschneiderten Umformen. Bisher werden Massivbauteile, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen, erst während oder nach der Umformung gefügt. Künftig sollen bereits die Halbzeuge aus unterschiedlichen Werkstoffen gefertigt werden. Dadurch entstehen festere Verbindungen und exakt auf den Anwendungsfall zugeschnittene Bauteile.

Maßgeschneidert heißt: Teure Werkstoffe nur dort, wo es nötig ist

Aus hybriden Halbzeugen ließen sich beispielsweise Antriebswellen für Fahrzeuge herstellen: Diese Wellen haben Absätze, auf denen die Lager befestigt werden und für die besonders feste – und somit teure – Werkstoffe notwendig sind. Um nicht das gesamte Bauteil aus dem teuren Material fertigen zu müssen, könnte man die Welle aus einer Materialkombination fertigen – mit einem günstigen Wellenstahl als Kernmaterial und einem hochfesten Lagerstahl für die Lagersitze. Dadurch lassen sich die Produktionskosten senken, ohne die bauteilspezifischen Eigenschaften zu verschlechtern.

Sinnvoll ist die Kombination von unterschiedlichen Materialien bei allen Bauteilen, die unterschiedlich stark beansprucht werden: Von Turbinenschaufeln über Generatorwellen bis zu Hüftimplantaten. Um solche maßgeschneiderten Bauteile herzustellen, müssen die Wissenschaftler eine völlig neuartige Prozesskette entwickeln. In den Teilprojekten des SFB1153 untersuchen sie deshalb ganz unterschiedliche Ansätze, um die Materialien zu fügen, umzuformen und nachzubearbeiten.

Beteiligt sind acht Institute der Fakultät für Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover, das Laser Zentrum Hannover e. V. (LZH) und das Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH (IPH). Die Federführung hat das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM).



Bisher völlig unerforscht: Querkeilwalzprozess für hybride Bauteile

Das IPH untersucht im Teilprojekt B1, wie sich hybride Bauteile aus Materialkombinationen mittels Querkeilwalzen in Form bringen lassen. Beim Querkeilwalzen wird das Material optimal ausgenutzt: Die Querschnittsfläche wird teilweise reduziert und eine Massenvorverteilung erreicht, ohne dass Grat entsteht. Die Auslegung von Querkeilwalzprozessen ist jedoch sehr komplex: Je nach Werkstoff müssen beispielsweise Umformgeschwindigkeit, Werkstücktemperatur und Werkzeuggeometrie neu eingestellt werden. Gerade für Stahl und Aluminium sind völlig verschiedene Einstellungen nötig. Für hybride Halbzeuge muss der Querkeilwalzprozess deshalb völlig neu erforscht werden.

Die Wissenschaftler untersuchen nicht nur, ob sich hybride Halbzeuge prinzipiell walzen lassen – sondern auch, wie sie sich dadurch verändern, beispielsweise ob bei zu starker Umformung Risse entstehen oder ob sich die Materialien voneinander lösen. Zunächst beschäftigen sich die Forscher mit der Walzbarkeit von Bauteilen aus lediglich zwei Materialien, nämlich aus zwei verschiedenen Stahlsorten sowie aus Stahl und Aluminium. Langfristig wollen sie jedoch mit hybriden Bauteilen aus drei, vier oder noch mehr Werkstoffen experimentieren.

 www.sfb1153.uni-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen SFB 1153 – B1 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Eine Fabrik, die mitwächst

Groblayout für die Werkserweiterung eines Automobilzulieferers

Lässt sich ein Fabrikgebäude Schritt für Schritt erweitern, ohne die Produktion zu unterbrechen? Und wie können Maschinen und Lager auf engstem Raum untergebracht werden? Für die Benecke-Kaliko AG hat das IPH eine Fabrik geplant, die mitwächst, wenig Platz benötigt und Kosten spart.

Der Automobilzulieferer will eines seiner Werke in den kommenden fünf Jahren Schritt für Schritt erweitern. An das bestehende Gebäude soll insgesamt dreimal angebaut werden, Maschinen und Lager müssen bei laufendem Betrieb umziehen oder neu aufgebaut werden. Für eine erste Kostenschätzung sollte das IPH ein Groblayout entwickeln. Die Herausforderung: Auf dem Grundstück rund um das bestehende Werk ist nicht viel Platz, Nachbargebäude und städtische Infrastruktur schränken die Erweiterung ein. Deshalb sollte die neue Fabrik nicht nur wandlungsfähig sein, sondern auch platzsparend und effizient.

Wandlungsfähige Fabrik dank austauschbarer Module

In Fabrikplanungsprojekten geht das IPH strukturiert vor, um alle Teildisziplinen berücksichtigen zu können – von der Architektur über die Logistik bis zur Gebäudetechnik. Dieser Prozess wird als synergetische, also zusammenwirkende Fabrikplanung bezeichnet.

Bei der Entwicklung eines Groblayouts legen die IPH-Ingenieure zunächst gemeinsam mit dem Kunden Zielkriterien fest, beispielsweise kurze Transportwege, geringe Energiekosten oder eine flexible Anordnung der Maschinen. Diese Kriterien werden schließlich gewichtet, um zu einem späteren Zeitpunkt unterschiedliche Layoutvarianten anhand einer Nutzwertanalyse bewerten zu können.

Zudem nehmen die Ingenieure die Daten der Maschinen und Anlagen auf, die sich bereits in der Fabrik befinden oder neu angeschafft werden sollen. Wichtig ist nicht nur die benötigte Fläche, sondern beispielsweise auch, von welcher Seite die Maschine bedient wird, die elektrische Anschlussleistung oder die Traglast. Gleichzeitig wird der zukünftige Produktionsprozess mit seinen Material- und Informationsflüssen aufgenommen. Auf dieser Grundlage können die Ingenieure die benötigten Flächen berechnen – sowohl für die einzelnen Prozessschritte als auch für soziale Bereiche wie Pausenräume, Toiletten und Umkleiden.



Damit die Fabrik wandlungsfähig bleibt – also Maschinen, Lager und Büros bei Bedarf umziehen und Prozessschritte ausgetauscht werden können – teilen die Ingenieure die Fläche in Module einheitlicher Größe auf. Für das Werk der Benecke-Kaliko AG bildeten sie Module der Größe 5 Meter mal 5 Meter und legten einheitliche Gangbreiten fest. Anschließend ordneten sie die Flächenmodule in verschiedenen Varianten an und erzeugten so unterschiedliche Layoutvarianten, die sich jeweils Schritt für Schritt umsetzen lassen – wie vom Kunden gewünscht.

Drei Layoutvarianten haben die IPH-Experten mit dem Automobilzulieferer diskutiert, teilweise abgeändert und abschließend anhand der Zielkriterien bewertet, um das optimale Layout zu finden.

Neue Lagertechnologie spart viel Platz – und Geld

Bei der schrittweisen Werkserweiterung sollte auch ein großes Halbfertigwarenlager entstehen. Das IPH analysierte zunächst die Lagertechnologien in den 13 bisherigen Lagern und identifizierte neue Technologien, die eine geringere Fläche benötigen – beispielsweise Schmalgangstapler. Für einige Waren boten sich auch alternative Lagerarten an: So lassen sich besonders große und schwere Bauteile entweder auf dem Boden oder in speziellen Regalen lagern.

Das Ergebnis: Fast 3.000 Quadratmeter lassen sich einsparen, wenn im Werk der Benecke-Kaliko AG künftig Schmalgangstapler statt Schubmaststapler verwendet werden. So passt mehr Lagerfläche in ein kleineres Fabrikgebäude – ein wichtiges Kriterium für den Kunden, da der Platz auf seinem Grundstück begrenzt ist. Und obwohl das Unternehmen zunächst in relativ teure Schmalgangstapler investieren muss, spart es durch die geringere Fläche Kosten in Millionenhöhe.

Dem optimalen Wegenetz auf der Spur

Fuzzy-Logik generiert praxistaugliche und effiziente FTS-Wegenetze

Fahrerlose Transportfahrzeuge bewegen sich auf vorgegebenen Wegen durch Fabriken und Lager. Diese sogenannten Wegenetze wurden bisher aufwendig manuell geplant. Das IPH hat einen Algorithmus entwickelt, der praxistaugliche Wegenetze automatisch auslegt – und dabei menschlichen Planern überlegen ist.

In Computersimulationen hat das IPH mehrere manuell und automatisch ausgelegte Wegenetze verglichen und gezeigt: Der Algorithmus liefert bessere Ergebnisse als die manuelle Auslegung durch erfahrene Systemplaner. Auf den automatisch ausgelegten Wegenetzen waren die fahrerlosen Transportfahrzeuge auf vielen Strecken schneller unterwegs, die Fahrzeuge blockierten sich seltener gegenseitig und es gab weniger Leerfahrten.

Mathematische Optimierung plus menschliche Logik

Bisher war es nicht möglich, Wegenetze automatisch per Computer zu erstellen: Die Algorithmen lieferten zwar Ergebnisse, die mathematisch effizient waren, praxistauglich waren sie jedoch nicht. Die automatisch erstellten Routen führten oft kreuz und quer durch die Fabrik. Deshalb wurden die Wegenetze, auf denen sich fahrerlose Transportfahrzeuge bewegen, bisher manuell erstellt – ein äußerst aufwendiger und langwieriger Prozess.

Der intelligente Algorithmus, den das IPH im Forschungsprojekt "FTS-Wegenetz" entwickelt hat, liefert dagegen praxistaugliche Ergebnisse. Er basiert nicht nur auf mathematischer Optimierung, sondern auch auf menschlicher Logik: Die Entwickler haben das Wissen erfahrener Wegenetz-Planer in einem Expertensystem zusammengetragen und in einem Fuzzy-Logic-Controller implementiert.

"Fuzzy" bedeutet so viel wie "unscharf". Durch seine unscharfe Form ist der Algorithmus in der Lage, linguistische Variablen zu verarbeiten und somit Aussagen zu verarbeiten wie beispielsweise: „Wenn die Auslastung hoch ist, dann vermeide Kreuzungen.“ „Wenn das Transportaufkommen gering und wenig Platz vorhanden ist, dann lege zwei Wege zusammen“, „Wenn die Fahrzeuge schwerfällig sind, dann vermeide häufige Richtungswechsel“. Für erfahrene Wegenetzplaner ist all das selbstverständlich – ihr Erfahrungswissen in einen Algorithmus zu übersetzen ist allerdings eine Herausforderung.



Software plant Wegenetze auf Knopfdruck

Die Entwickler am IPH haben ihren Algorithmus in die Software MatLab implementiert – mit dem Ziel, die Bedienung so einfach wie möglich zu halten. Der Nutzer muss nur wenige Daten ins System eingeben: Er lädt das Fabriklayout in Form von CAD-Daten, gibt die Anzahl, die Maße und Kinematiken der fahrerlosen Fahrzeuge ein und lädt das Transportprofil, also welche Waren an einem durchschnittlichen Arbeitstag wohin transportiert werden müssen.

Auf Knopfdruck interpretiert die Software die CAD-Daten, erkennt Lager- und Montageplätze, identifiziert freie Flächen und legt die Wege fest, auf denen sich die Fahrzeuge bewegen dürfen

 www.fts-wegenetz.de

Das IGF-Vorhaben 18007 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.

Mit Logistik gegen den Verschleiß

Optimale Losgröße kann Fertigungskosten von Schmiedeteilen senken

Um die Herstellungskosten von Schmiedeteilen zu reduzieren, untersucht das IPH den Einfluss der Losgröße auf den Werkzeugverschleiß. Lässt sich die Losgröße so optimieren, dass die Werkzeuge möglichst wenig belastet werden, dann können Schmiedeunternehmen Kosten für die Instandhaltung sparen.

Wie schnell ein Schmiedewerkzeug verschleißt, hängt nicht nur von seiner Form und der Presskraft der Maschine ab, sondern auch von der Losgröße – also der Zahl der Bauteile, die in einem Schmiedezyklus umgeformt werden. Vor jedem Schmiedezyklus wird das Werkzeug erwärmt, anschließend kühlt es wieder ab. Je häufiger dieser sogenannte thermische Zyklus durchlaufen wird, umso größer sind die Werkzeugbelastung, der Verschleiß und die damit verbundenen Instandhaltungskosten.

Werkzeugverschleiß kontra Kapitalbindung

Um den Verschleiß zu verringern und so die Instandhaltungskosten zu senken, sollten Schmiedeunternehmen also Aufträge zusammenfassen und möglichst viele Teile auf einmal herstellen, statt die gleiche Anzahl an Bauteilen auf mehrere Fertigungsdurchgänge zu verteilen. Doch ganz so einfach ist es nicht – denn bei der Optimierung der Losgröße müssen neben dem Verschleiß auch die klassischen logistischen Zielgrößen berücksichtigt werden.

Hohe Losgrößen sorgen beispielsweise dafür, dass Unternehmen viel Material auf Lager halten und viele halbfertige Bauteile zwischenlagern müssen. Logistiker sprechen hierbei von Kapitalbindung und Lagerhaltungskosten. Ein weiterer Kostenfaktor ist die sogenannte Rüstzeit: Zwischen zwei Schmiedezyklen werden Werkzeuge ausgetauscht, um auf der gleichen Maschine ein anderes Produkt fertigen zu können. Während die Maschine umgerüstet wird, kann darauf nichts hergestellt werden.

Das bedeutet: Je größer das Los, umso niedriger sind zwar die Instandhaltungs- und die Rüstkosten – doch umso höher sind die Kapitalbindung und die Lagerhaltungskosten. Die optimale Losgröße für möglichst geringe Fertigungskosten ist daher nicht leicht zu bestimmen. Zwar existieren logistische Modelle zur Optimierung der Losgröße, doch bisher lässt sich damit lediglich ein Kompromiss zwischen Kapitalbindung und Rüstzeit finden, der Verschleiß bleibt außen vor.



Auf der Suche nach der optimalen Losgröße

Im Forschungsprojekt „Losgrößenoptimierter Werkzeugeinsatz (LöWe)“ wollen Wissenschaftler am IPH das bestehende Verfahren zur Losgrößenbildung erweitern und erstmals auch den Werkzeugverschleiß einbeziehen. Zunächst wollen die Forscher in Schmiedeeexperimenten herausfinden, wie genau sich die Losgröße auf den Verschleiß auswirkt. Im nächsten Schritt entwickeln sie das Verfahren zur kostenoptimalen Losgrößenbildung weiter – sowohl unter Beachtung der Instandhaltungskosten als auch der direkten und indirekten Logistikkosten – und setzen es in einem Softwaredemonstrator um.

Die Forschungsergebnisse kommen vor allem kleinen und mittleren Schmiedeunternehmen zu Gute: Sie können in Zukunft unkompliziert die optimale Losgröße bestimmen und so nicht nur den Verschleiß minimieren, sondern ihre gesamten Herstellungskosten senken.

 loewe.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 18780 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.

Hochsensible Bauteile exakt platzieren

IPH konzipiert Greifroboter für die Produktionsanlage eines Kunden

Sehr präzise, klein und schnell: Das sind die Anforderungen an die Produktionsanlage, bei deren Entwicklung das IPH einen Industriekunden unterstützt. Hergestellt werden hochsensible Produkte aus Bauteilen, die teils nur wenige Mikrometer dick sind und bei der Produktion nicht beschädigt werden dürfen.

In großen Produktionsräumen stellt der Industriekunde seine Produkte derzeit her. Künftig soll die gleiche Produktionsanlage in wenige Schiffscontainer passen. So könnte das Unternehmen theoretisch an jedem Ort der Welt produzieren oder sein Know-how ins Ausland verkaufen.

Ein platzsparendes Konzept für einen Teil der Produktionsanlage hat das IPH im Auftrag des Kunden entwickelt. In dem Anlagenteil sollen die einzelnen Bauteile vor der Weiterverarbeitung hochgenau zueinander positioniert werden. Da sie sehr dünn und fragil sind und leicht beschädigt werden können, erfordern die Bauteile zudem eine sehr sensible Handhabung. Dafür soll ein Roboter eingesetzt werden, der mit einem speziell entwickelten Vakuum-Greifer die Bauteile anheben, transportieren und hochpräzise zueinander ausrichten kann.

Positionierung auf den Zehntelmillimeter genau

Um die Bauteile möglichst gut zu greifen, wurde der Vakuumgreifer als flächiger Sauggreifer konzipiert – ähnlich zu sogenannten Wafer-Greifern, welche üblicherweise für die Handhabung von Photovoltaik-Wafern eingesetzt werden. Das IPH hat nicht nur das Konzept entwickelt, sondern auch in ersten Handhabungsversuchen die Funktionsweise überprüft.

Untersucht wurde insbesondere die exakte Platzierung der Bauteile: Der Kunde forderte eine Positioniergenauigkeit von weniger als einem Zehntelmillimeter. Bei ihren Versuchen berücksichtigten die IPH-Ingenieure unterschiedliche Verfahrensvarianten des Roboters und variierten unter anderem die Geschwindigkeit, Beschleunigung und Saugkraft. Dabei galt es, die optimalen Einstellungen zu finden, mit denen sich sowohl die geforderte Positioniergenauigkeit als auch die geringste Prozesszeit erreichen lässt.



Kamerasystem erkennt kleinste Abweichungen

Für ihre Analyse haben die IPH-Ingenieure einen statistischen Versuchsplan aufgestellt und systematisch den Einfluss der unterschiedlichen Parameter auf die Zielgrößen untersucht. Den komplexen Bewegungsprozess untergliederten sie dafür in einzelne Sequenzen, wie zum Beispiel Bauteil aufnehmen, verfahren und ablegen.

Um in den jeweiligen Bewegungssequenzen die Position der Bauteile zu bestimmen, wurde ein kamerabasiertes Messsystem verwendet. Die Kamera blickte dabei von unten durch eine hochtransparente Glasscheibe auf die vom Roboter angehobenen Bauteile. So war es möglich, in allen Bewegungssequenzen die Position des Bauteils zu messen und Ungenauigkeiten zu detektieren – zum Beispiel wenn das Bauteil beim Ansaugen verrutschte, wenn es beim Transport durch zu hohen Luftwiderstand seine Position veränderte oder wenn es nach dem Ablegen in einen Luftstrom geriet.

Als Ergebnis konnte das IPH dem Industriekunden eine optimale Parameterkombination bereitstellen, mit der die geforderte Positioniergenauigkeit von weniger als einem Zehntelmillimeter erreicht wird – und das innerhalb der geforderten Taktzeit.

Leichtes Blech ergänzt massiven Stahl

Hybridschmieden: Neues Leichtbauverfahren für die Automobilindustrie

Fahrzeugteile wie Pleuel oder Querlenker werden in der Regel geschmiedet, also aus einem massiven Stück Stahl geformt. Solche Massivbauteile halten hohe Belastungen aus, sind jedoch auch sehr schwer. Um leichtere Bauteile herstellen zu können, will das IPH Massiv- und Blechumformung kombinieren.

Automobilkonzerne suchen ständig nach neuen Leichtbauverfahren – schließlich benötigen leichte Fahrzeuge weniger Kraftstoff. Viel Gewicht ließe sich beispielsweise sparen, wenn es gelänge, massive Fahrzeugteile wie Pleuel oder Querlenker zum Teil aus Blech zu fertigen. Möglich macht dies ein neues Fertigungsverfahren, das derzeit am IPH entwickelt wird: Das sogenannte Hybridschmieden. Damit lassen sich Bauteile aus massivem Stahl und leichtem Blech in einem Schritt umformen und fügen. Das Hybridschmieden reduziert so nicht nur das Gewicht des Fahrzeugs, sondern spart bereits während der Produktion Zeit und Geld.

Blech- und Massivteile kombinieren, Gewicht sparen

Damit die hybridgeschmiedeten Bauteile leicht, aber dennoch stabil sind, wollen die Ingenieure lediglich die gering belasteten Bereiche aus Blech fertigen. Bei einem Querlenker, der den Radträger mit dem Fahrgestell verbindet, müssten beispielsweise die Enden weiterhin aus massivem Stahl gefertigt sein, denn dort wirken hohe Kräfte. Der mittlere Bereich könnte dagegen aus leichtem Stahlblech bestehen.

Dass solche Hybridbauteile nicht längst hergestellt werden, liegt vor allem am hohen Aufwand, der bei einer heutigen Produktion bestünde: Zunächst müssten die massiven Komponenten auf herkömmliche Weise geschmiedet und das Blech zugeschnitten und umgeformt werden, erst dann könnte man alle Komponenten miteinander verbinden. Das kostet Zeit und macht die Fertigung momentan unwirtschaftlich. Künftig sollen sich die Blech- und Massivelemente in einem einzigen Fertigungsschritt umformen und fügen lassen.

Dass das sogenannte Hybridschmieden grundsätzlich funktioniert, haben die Ingenieure des IPH in einem Vorgängerprojekt bewiesen: Bereits 2012 ist es ihnen gelungen, einen massiven Stahlzylinder formschlüssig mit einem Blech zu verbinden (siehe Foto). Später fertigten die Ingenieure im Auftrag eines Industrieunternehmens



einen Flansch aus einem anderthalb Zentimeter starken Blech und einem zylindrischen Mittelstück.

Leichtere Bauteile, schnellere Fertigung

Im Moment lässt sich das Hybridschmieden noch nicht auf jedes beliebige Bauteil anwenden. Deshalb wollen die Ingenieure das Verfahren nun für die Industrie weiterentwickeln: Im aktuellen Projekt wollen sie einen Zweipunktlenker fertigen, der zum großen Teil aus Blech besteht. Massiver Stahl soll lediglich an den Enden eingesetzt werden, nämlich an den Verbindungsstellen zum Radträger und zum Fahrgestell. Dafür wollen die Ingenieure ein Werkzeug konstruieren, mit dem sich die beiden Massivelemente so umformen lassen, dass sie sich zugleich fest mit dem Blech verbinden.

In Zukunft soll das Hybridschmieden nicht nur Fahrzeuge leichter machen, sondern auch Fertigungsprozesse beschleunigen und deren Wirtschaftlichkeit steigern. Weil ein kompletter Arbeitsschritt entfällt – das Fügen –, können Schmiedeunternehmen in Zukunft schneller und günstiger produzieren.

 hybridschmieden2.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen STO 1011/6-2 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Transport: Automatisch oder manuell?

Simulation erleichtert die Auswahl eines Materialflusssystems

Lohnt sich die Investition in ein halbautomatisches Transportsystem? Diese Frage sollte das IPH im Auftrag eines Automobilzulieferers klären. Mithilfe eines Simulationsmodells konnten die Ingenieure den Kunden bei der Entscheidung für ein Materialflusssystem unterstützen.

Sollte ich ein Monatsticket für die Straßenbahn kaufen oder doch lieber zu Fuß gehen? Diese scheinbar banale Frage ist aus ökonomischer Sicht gar nicht leicht zu beantworten: Die Bahn ist zwar bequemer und meist schneller, der Fußgänger spart jedoch Geld und ist flexibler, weil er nicht an feste Haltestellen und Fahrpläne gebunden ist. Unternehmen stellen sich ganz ähnliche Fragen, wenn sie Materialflusskonzepte für die Montage auswählen.

Die Suche nach dem optimalen Materialflusskonzept

So musste sich ein Unternehmen aus der Automobilzulieferindustrie für sein neues Werk in Osteuropa zwischen einem halbautomatischen und einem manuellen Materialflusssystem entscheiden. Bei der halbautomatischen Variante werden die Produkte in ein Schienensystem an der Decke gehängt und auf festen Routen durch die Montage geschoben. Die Schienenführung spart Kraft, sodass ein Mitarbeiter mehrere Produkte gleichzeitig bewegen kann. Bei der manuellen Variante kann jeder Mitarbeiter nur ein Transport-Gestell schieben. Dafür wird mehr Personal benötigt – allerdings ist diese Variante flexibler und die Investitionssumme niedriger. Ähnlich wie bei der Entscheidung zwischen Straßenbahn und Fußweg lässt sich nur schwer sagen, welche Variante die bessere ist.

Insbesondere war es für das Unternehmen schwierig, den Einfluss der Variante des Materialflusssystems auf die Leistung der Montage zu bestimmen. Das Unternehmen wollte beispielsweise wissen, wie viele Transportmittel von welcher Art benötigt werden, um eine bestimmte Produktionsmenge pro Woche zu erreichen, wie dabei die Transportmittel, wie Montagestationen ausgelastet sind und ob die Produkte termingerechtmontiert werden.

Um diese Fragen zu beantworten, hat das IPH ein Simulationsmodell erstellt und die beiden Materialflusssysteme realgetreu nachgebildet.



Simulation erleichtert Entscheidungen – nicht nur in Sachen Transport

Grundlage für die Entwicklung des Simulationsmodells waren Treffen beim Auftraggeber und Diskussionen, in denen die abzubildenden Schritte der Montage identifiziert und die entsprechenden Abläufe besprochen wurden. Durch einen Besuch vor Ort im osteuropäischen Werk konnten die Ingenieure des IPH ihr Verständnis für den Materialfluss weiter vertiefen. Um das Simulationsmodell zu validieren – also zu überprüfen, wie gut es die Realität abbildet – stellte der Auftraggeber praxisrelevante Daten zur Verfügung.

Im Anschluss erstellten die IPH-Ingenieure für beide Materialflusssysteme ein Simulationsmodell und untersuchten jeweils den Einfluss auf Ausbringungsmenge, Auslastung und Termintreue. Parameter wie die Bearbeitungszeiten an den einzelnen Montagestationen, die Anzahl der Transportmittel und die Transportgeschwindigkeit lassen sich in den Simulationen beliebig anpassen.

Das Ergebnis: Die geplante Ausbringungsmenge ist mit beiden Varianten zu schaffen – sowohl mit dem halbautomatischen Schienensystem als auch mit der manuellen Transportvariante. Die manuelle Variante ist zunächst günstiger, die Investition in ein Schienensystem rechnet sich erst nach mehreren Jahren. Schließlich hat sich der Automobilzulieferer für das manuelle Materialflusskonzept entschieden – sozusagen für den Fußweg statt fürs Bahnticket.

Die Materialflusssimulation des IPH erleichtert auch zukünftige Unternehmensentscheidungen: Weil sich das Modell flexibel anpassen lässt, kann der Auftraggeber unterschiedliche Produktionsanlaufstadien und Konfigurationen simulieren und herausfinden, wie sich die Ausbringungsmenge verhält beziehungsweise weiter steigern lässt.

Simulieren in Sekundenschnelle

Künstliche Intelligenz soll FEM-Simulationen deutlich beschleunigen

FEM-Simulationen sind oft zermürbend langsam: Stunden oder sogar Tage kann es dauern, einen Umformprozess am Computer durchzuspielen. Künstliche Intelligenz soll künftig aufs Tempo drücken: Ein Algorithmus könnte das Ergebnis der Simulation in Sekundenschnelle vorhersagen.

Bei welcher Temperatur, unter welchem Druck und mit welchem Werkzeug lässt sich Stahl zu einer Kurbelwelle oder einem Kolben formen? Um das herauszufinden, nutzen Ingenieure die sogenannte Finite-Elemente-Methode (FEM) und spielen neue Umformprozesse vorab am Computer durch. Die Bauteile werden in der FEM-Software in eine endliche (finite) Anzahl von Teilbereichen (Elemente) unterteilt. Um die Umformung zu simulieren, berechnet die Software eine Verschiebung dieser Bereiche und berücksichtigt dabei die Materialfestigkeit, die Geometrie des Gesenks und des Rohteils sowie viele weitere Faktoren.

Die Berechnungen können allerdings Stunden oder gar Tage dauern. Zudem ist es mit einem Durchgang in der Regel nicht getan. Wenn die Computersimulation ergibt, dass bei der Umformung Fehler auftreten – dass etwa die Form nicht vollständig gefüllt ist – müssen Ingenieure den Schmiedeprozess anpassen und die Simulation erneut starten. Bis zum optimalen Ergebnis sind meist etliche Durchgänge nötig.

Ingenieure am Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) entwickeln nun eine wesentlich schnellere Alternative. Am IPH werden fast täglich Schmiedeprozesse simuliert – die Mitarbeiter wissen also aus eigener Erfahrung, wie langsam FEM-Simulationen häufig ablaufen.

Algorithmus lernt dazu

Im Forschungsprojekt Klmutation arbeiten Experten für Massivumformung interdisziplinär mit Spezialisten für Künstliche Intelligenz zusammen. Das Ziel der Forscher: Sie wollen einen selbstlernenden Algorithmus programmieren, der die Ergebnisse von FEM-Simulationen vorhersagen kann. Das nötige Wissen dafür soll sich der Algorithmus mittels Data Mining selbst aneignen, indem er Datensätze von FEM-Simulationen analysiert und darin Muster erkennt, die er anschließend auf ähnliche Umformprozesse anwenden kann.



Simulationsaufwand sinkt enorm

Nach dem Willen der Forscher soll der Algorithmus in weniger als 60 Sekunden das Umformergebnis vorhersagen – mit einer Prognosegenauigkeit von mindestens 95 Prozent. Detaillierte FEM-Simulationen lassen sich mit dieser Methode zwar nicht vollständig ersetzen, aber auf ein Minimum reduzieren.

Zumal ein weiterer Arbeitsschritt entfallen soll: Bisher konstruieren die Ingenieure ihre Schmiedeteile in CAD-Programmen und importieren sie für die Simulation in ein FEM-Programm. Mithilfe des Algorithmus, den die Forscher entwickeln, soll künftig eine Umformprognose direkt aus dem CAD-Programm heraus möglich sein.

Außerdem soll das Programm später in der Lage sein, automatisch komplette Versuchsreihen durchzuspielen und zu analysieren – also beispielsweise die Umformung von Rohteilen mit unterschiedlicher Länge und unterschiedlichem Durchmesser bei verschiedenen Umformkräften und -temperaturen zu testen. So müssten die Ingenieure nicht für jede Variante eine zeitaufwändige FEM-Simulation starten, sondern könnten sich auf jene Parameterkombinationen konzentrieren, die in der Prognose am erfolgversprechendsten wirken. Das würde die Auslegung von Umformprozessen extrem beschleunigen – nicht nur für die Forscher am IPH, sondern auch für Ingenieure in Schmiedeunternehmen.

 kimulation.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen OV 36/26-1; BE 1691/186-1 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

3D-Drucker für den Mittelstand

Mit Betreibermodellen wird die Technologie auch für KMU bezahlbar

Vom Hörgerät bis zum Brillengestell, vom Armaturenbrett bis zum PC-Gehäuse: Mit 3D-Druckern lässt sich fast jedes beliebige Produkt nach Kundenwunsch anfertigen. Künftig sollen sich auch kleine und mittelständische Unternehmen die teuren Geräte leisten können – dank sogenannter Betreibermodelle.

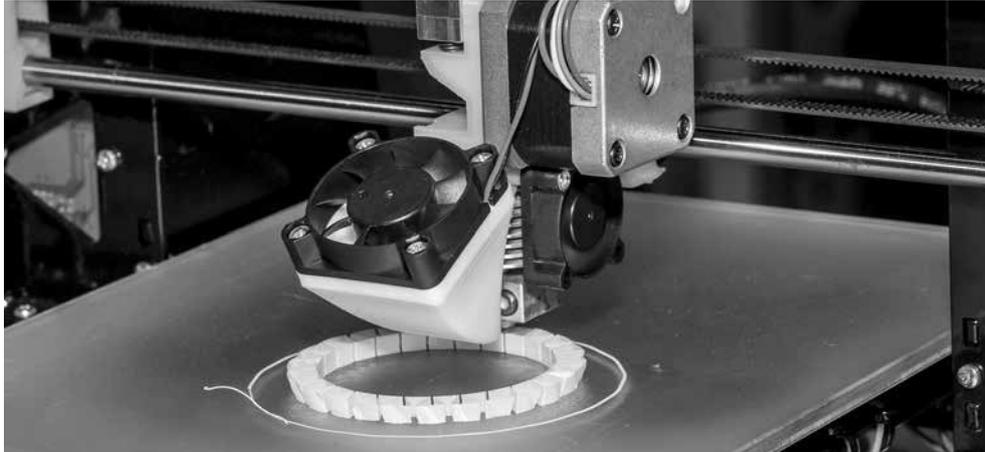
Mieten statt kaufen: Nach dieser Devise will das IPH die Verbreitung von 3D-Druckern in der Produktion vorantreiben. Derzeit scheuen viele Mittelständler die Investition in ein Gerät, dessen Anschaffungskosten im fünf- bis siebenstelligen Euro-Bereich liegen – je nach Genauigkeit und Druckmaterial. Die Lösung könnten Betreibermodelle sein, bei denen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) 3D-Drucker mieten, statt sie zu kaufen.

Produktion „just in time“ und speziell nach Kundenwunsch

Mithilfe von 3D-Druckern könnten sich Mittelständler ganz neue Geschäftsmodelle erschließen. Nicht nur Prototypen lassen sich damit schnell und einfach herstellen, sondern auch Sonderanfertigungen nach Kundenwunsch. Beim Optiker könnten die Kunden in Zukunft ihr Brillengestell selbst gestalten und ausdrucken, Kopfhörer und Hörgeräte ließen sich optimal ans Ohr des Trägers anpassen. Auch das Gehäuse der Computermouse ließe sich per 3D-Druck so personalisieren, dass es perfekt zur Hand des Bedieners passt.

Zudem sorgt die 3D-Drucktechnologie für niedrigere Lagerhaltungskosten und kurze Lieferzeiten: Schließlich müssten Unternehmen nicht mehr jede denkbare Variante ihrer Produkte auf Lager haben, sondern könnten nach Bedarf „just in time“ produzieren. All das macht 3D-Drucker nicht nur für große Konzerne attraktiv, sondern auch für KMU. Dass sie dort bisher kaum zum Einsatz kommen, liegt vor allem an den hohen Anschaffungskosten.

Damit sich KMU die Geräte trotzdem leisten können, entwickeln Forscher des Instituts für Integrierte Produktion Hannover (IPH) und des International Performance Research Institute (IPRI) sogenannte Betreibermodelle. Solche Konzepte existieren bereits für klassische Drucker und Kopierer. Nun sollen sie dazu beitragen, auch 3D-Drucker massentauglich zu machen.



3D-Drucker zur Miete: Forscher vergleichen Bezahlmodelle

Im Projekt Betreiber3D wollen die Forscher zunächst analysieren und bewerten, welche Bezahlmodelle sinnvoll sind. Denkbar wären etwa eine monatliche Miete für den 3D-Drucker oder eine Gebühr für jedes gedruckte Teil. Ersteres lohnt sich jedoch nur für Unternehmen, die den 3D-Drucker häufig einsetzen – und letzteres stellt ein Risiko für die Anbieter dar, die kein Geld verdienen, wenn der Drucker ungenutzt beim Kunden steht. Weil ein Betreibermodell auf Dauer nur funktioniert, wenn es sich für beide Seiten lohnt, berücksichtigen die Forscher bei ihrer Analyse sowohl die Sicht der Nutzer als auch der Anbieter.

Zudem untersuchen die Wissenschaftler, wie sich 3D-Drucker sinnvoll in den Produktionsprozess integrieren lassen und welche Fertigungsschritte sie übernehmen können. So lohnt es sich beispielsweise kaum, Massenware wie Schrauben mit dem 3D-Drucker zu fertigen. Für selten verwendete Bauteile oder individuelle Anfertigungen bringt er dagegen viele Vorteile.

Geht es nach den Forschern, können sich in Zukunft alle mittelständischen Produktionsbetriebe 3D-Drucker leisten – wenn sie die teuren Geräte nicht kaufen, sondern mieten.

 betreiber3d.ipf-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 18850 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.

Gut vernetzt ist halb gewonnen

Produktiver Austausch im Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau

Als Netzwerkveranstaltung für eine ganze Branche dient der Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau. Hersteller und Anwender, Dienstleister und Wissenschaftler tauschen sich bei den regelmäßigen Treffen aus, diskutieren über aktuelle Herausforderungen und finden gemeinsam neue Lösungsansätze.

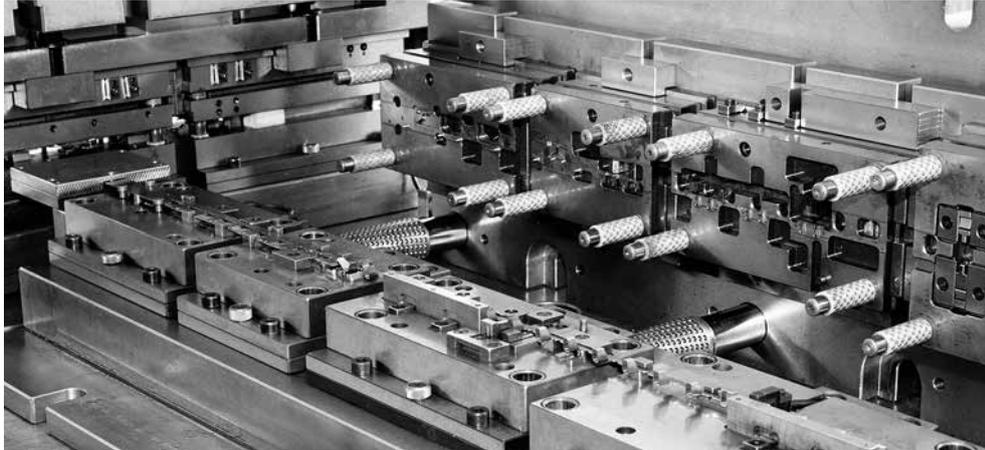
Der Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB) wurde vor mehr als 15 Jahren vom IPH und dem Fachverband Präzisionswerkzeuge im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) ins Leben gerufen – mit dem Ziel, einen intensiven Erfahrungsaustausch zwischen Unternehmen aus dem Werkzeug- und Formenbau und Forschungseinrichtungen zu ermöglichen. Der AKWZB stellt das Bindeglied zwischen Forschungseinrichtungen und Industrie dar. Einerseits werden Forschungsergebnisse und -ideen in die Praxis eingebracht, andererseits können die Unternehmen aktuelle Herausforderungen an die Wissenschaftler herantragen.

Dreimal im Jahr trifft sich der Arbeitskreis und diskutiert über aktuelle Themen der Branche. Die Arbeitskreistreffen finden meist vor Ort bei einem der Mitgliedsunternehmen statt – somit werden nicht nur Fachvorträge geboten, sondern auch spannende Einblicke in die Praxis.

Industrie 4.0 im Werkzeug- und Formenbau

Der aktuelle Trend heißt Industrie 4.0: Intelligente Fabriken, vernetzte Maschinen und digitale Assistenten gehören zur Hightech-Strategie der Bundesregierung, um Unternehmen fit für die Zukunft zu machen. Damit Werkzeug- und Formenbauer nicht allein vor dieser gewaltigen Aufgabe stehen, hat der Arbeitskreis im vergangenen Jahr das Themenfeld Industrie 4.0 fokussiert.

Unter dem Stichwort „Automatisierung im Werkzeugbau“ gewährte die Phoenix Contact GmbH & Co. KG in Blomberg einen Blick hinter die Kulissen. Das Unternehmen ist weltweit auf dem Gebiet der Elektro- und Automatisierungstechnik tätig und stellt neben Messtechnik und Maschinensteuerungen auch Umformwerkzeuge her (siehe Foto). Beim Arbeitskreistreffen stimmte Phoenix Contact die Teilnehmer mit interessanten Vorträgen über Automatisierungslösungen und Fertigungssteuerungen auf die vierte industrielle Revolution ein.



Wie aus Bauteilwürfen und Konstruktionsdaten automatisiert Fertigungsdaten erzeugt werden, zeigte die Escha Bauelemente GmbH in Halver den Arbeitskreis-Teilnehmern in einer Live-Demonstration, ergänzt um Fachvorträge über die „Durchgängigkeit der CAD-/CAM-Kette“.

Bei der Daimler AG in Hamburg erhielten die Teilnehmer mit einer Führung durch das Presswerk und die Spritzgießerei einen Einblick in die Massenfertigung, beispielsweise von Fronträgern und Lenksäulen. Unter dem Motto „Intelligente Werkzeuge“ gab der Gastgeber die eigenen Herausforderungen und Lösungsansätze bei der Integration von Sensorik in Werkzeugen preis.

Vom fremden Blickwinkel profitieren

Anders als Kongresse und Seminare bietet der Arbeitskreis vielfältige Möglichkeiten zum direkten Meinungs- und Erfahrungsaustausch. Die Teilnehmer stammen aus großen und kleinen Unternehmen, aus der Theorie und aus der Praxis – und bringen dadurch ganz unterschiedliche Erfahrungen und Sichtweisen mit ein. Der fremde Blickwinkel hilft dabei, neue Lösungsansätze und Umsetzungsmöglichkeiten für den eigenen Betrieb zu finden.

Über die Jahre sind zahlreiche Kooperationen zwischen den Mitgliedern entstanden. Auch die Zusammenarbeit der Unternehmen mit dem IPH geht inzwischen weit über den Arbeitskreis hinaus und zeigt sich in Form von Entwicklungskooperationen und gemeinsamen Forschungsprojekten.

 www.akwzb.de

Schnelltest fürs Fabriklayout

IPH entwickelt Software zur quantitativen Layout-Bewertung

Kurze Wege, ausreichende Wandlungsfähigkeit, niedrige Energiekosten: All das müssen Fabrikplaner beachten, wenn sie ein neues Layout entwerfen. In Zukunft soll sie eine Software dabei unterstützen. Sie bewertet automatisch, ob der Fabrik-Entwurf die Anforderungen erfüllt.

Wie produktiv und effizient eine Fabrik ist, hängt stark von ihrem Layout ab – also von der Anordnung der Maschinen, Lagerräume und Büros. Steht der siedend heiße Schmelzofen direkt am Durchgang zum klimatisierten Bürotrakt, steigen die Energiekosten. Sind die Wege vom Wareneingang zum Lager zu lang, wird viel Zeit für Transporte verschwendet. Und sind die Maschinen einer einzigen Produktionsstrecke kreuz und quer über die Fabrikhalle verteilt, wird es schnell unübersichtlich und ineffizient.

Layout-Bewertung: Heute kompliziert und teuer...

Bei der Planung einer neuen Fabrik können Ingenieure und Architekten daher viel Zeit in die Suche nach dem optimalen Layout investieren. Lange bevor der erste Spatenstich für die neue Fabrik gesetzt wird, entwickeln sie Materialflusssimulationen, berechnen Energiekosten sowie die Logistikeffizienz und vergleichen verschiedene Layoutvarianten.

Eine solche quantitative Layoutbewertung ist derzeit jedoch sehr aufwändig, weil für fast jeden Aspekt ein eigenes Rechenmodell oder eine spezielle Simulationssoftware existiert. Und weil mit dem Zeitaufwand auch die Kosten steigen, können sich gerade kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) eine umfassende Layoutbewertung oft nicht leisten.

... künftig schnell und mühelos per Software

Das IPH will das ändern und einen Software-Demonstrator entwickeln, mit dem sich ein Fabriklayout mühelos und umfassend bewerten lässt. Künftig sollen Fabrikplaner auf einer intelligenten Zeichenfläche verschiedene Layoutvarianten modellieren können. Auf Knopfdruck berechnet das Programm dann alle relevanten Kennwerte, etwa für Material- und Informationsflüsse, Energieeffizienz und Wandlungsfähigkeit.



So lassen sich verschiedene Layoutvarianten objektiv vergleichen. Zudem kann der Nutzer individuelle Prioritäten setzen: Sind niedrige Energiekosten wichtiger als kurze Wege? Zählt eine optimale Flächenausnutzung mehr als Wandlungsfähigkeit?

Der Software-Demonstrator, den die Wissenschaftler entwickeln, wird zwar nicht so genau sein wie eine detaillierte Simulation, dafür jedoch sehr schnell, aufwandsarm und kostengünstig. So können auch KMU das Programm einsetzen, wenn sie einen neuen Produktionsstandort planen oder ihre bestehende Fabrik umstrukturieren wollen.

Bereits jetzt ist das Interesse an der Fabrikbewertungs-Software groß: Am Forschungsprojekt QuamFab beteiligen sich Unternehmen aus ganz unterschiedlichen Branchen – vom kleinen Architektenbüro über ein mittelständisches Holzbauunternehmen bis zum Lebensmittelkonzern.

 www.quamfab.de

Das IGF-Vorhaben 18111 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.

Messen, ohne zu berühren

Neuartiges Messsystem erfasst den absoluten Drehwinkel einer Welle

Von der Automobilindustrie bis zum Bergbau kommt kaum eine Branche ohne Antriebswellen aus, die etwa in Motoren und Generatoren verbaut sind. Um permanent den Verdrehwinkel und dadurch unter anderem das Drehmoment zu erfassen, entwickelt das IPH ein kontaktloses, kleines und kostengünstiges optisches Messsystem.

Bisherige Systeme zur Drehmoment- und Drehwinkelmessung sind in Kombination entweder groß oder teuer und erfassen meist nur einen Teil der gewünschten Messwerte. Codierscheiben, Messringe und ähnliche Systeme müssen direkt an die Welle angebaut oder in den Antriebsstrang integriert werden. Dadurch nehmen sie zusätzlich Platz weg. Magnetische Messverfahren funktionieren zwar berührungslos, die Kosten liegen aber im drei- bis vierstelligen Bereich. Zudem erfassen magnetostriktive Sensoren entweder nur den Drehwinkel oder nur das Drehmoment – dafür existieren völlig unterschiedliche Technologien.

Ein kontaktloses, platzsparendes und kostengünstiges Messsystem, mit dem sich der Drehwinkel messen und daraus Drehzahl und Drehmoment errechnen lassen, entwickelt das IPH derzeit gemeinsam mit Wissenschaftlern des Laser Zentrums Hannover e. V. (LZH). Ihr neuartiges, optisches Messsystem soll sich einfach nachrüsten lassen, zudem soll es kleiner, leichter und günstiger werden als bisherige Messsysteme – bei gleicher Auflösung.

Mittels Laser-Markierung den Drehwinkel messen

Antriebswellen übertragen beispielsweise die Kraft eines Motors auf die Räder eines Rennwagens oder die Kraft der Rotorblätter an den Generator einer Windkraftanlage. Dabei wird die Welle in sich verdreht. Den absoluten Drehwinkel wollen die Forscher mit ihrem neuartigen Messsystem berührungslos erfassen.

Dafür bringen sie sogenannte Absolutmessskalen auf die Welle auf: Mit einem Laser wird die Stahloberfläche lokal hochaufgelöst geschwärzt, es entstehen sehr feine Strichcodes. Im Messbetrieb werden diese Absolutmessskalen mit einer hochauflösenden Kamera berührungslos gescannt – so lässt sich der Drehwinkel ablesen und es lassen sich bereits kleinste Veränderungen erkennen. Aus dem absoluten Drehwinkel lässt sich die Drehzahl bestimmen. Erfasst man wiederum den absoluten Drehwinkel an zwei unterschiedlichen Positionen zur gleichen Zeit, kann daraus der



Verdrehwinkel und dadurch das Drehmoment abgeleitet werden. Dies ist für ganz unterschiedliche Anwendungen nützlich.

Beispiel Rennwagen: Tritt der Fahrer zu stark aufs Gas, drehen die Räder durch – dann wird die Kraft des Motors nicht mehr auf die Straße übertragen, das Drehmoment ist nahe null. Wird das Drehmoment permanent ermittelt und an die Motorsteuerung übertragen, kann diese gegensteuern, die Kraft etwas drosseln und so vermeiden, dass die Räder durchdrehen. Beispiel Windkraftanlage: Am höchsten ist der Stromertrag bei einer gleichmäßigen Drehzahl. Auch diese lässt sich durch permanentes Messen und Regeln beeinflussen: Die Rotorblätter werden dann so ausgerichtet, dass der Wind optimal genutzt wird.

Industrie zeigt bereits großes Interesse

Obwohl das optische Messsystem noch in der Entwicklung ist, stößt es bereits jetzt auf großen Anklang in der Industrie. Rund 30 Unternehmen haben bereits Interesse bekundet. Sie stammen aus ganz unterschiedlichen Branchen, beispielsweise aus der Automobilindustrie, dem Bergbau und sogar der Lebensmittelindustrie.

 www.integrad.de

Das IGF-Vorhaben 18200 N der Deutschen Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V. (DFAM) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Rissen an den Kragen gehen

Für einen Hersteller von Flanschen untersucht das IPH Bauteilschäden

Ein japanisches Unternehmen verkauft Flansche für die Leitung von Fluiden. Bei manchen der Flansche entstanden bei der Produktion Risse. Um komplett rissfreie Bauteile anbieten zu können, hat das IPH die Schmiedeprozesse simuliert und analysiert, wie die Schäden entstehen.

Woher stammen die Risse an der Bauteiloberfläche von Flanschen, die mittels Hammerschmieden hergestellt werden? Diese Frage sollte das IPH für ein Unternehmen aus Japan klären. Trotz der oberflächlichen Risse erfüllen die Flansche in Tests die mechanischen Anforderungen. Der Käufer der Flansche wünscht jedoch eine Garantie, dass im laufenden Betrieb keine weiteren Risse auftreten – zum Beispiel im Inneren – und dass die Flansche den Anforderungen auch noch in vielen Jahren genügen.

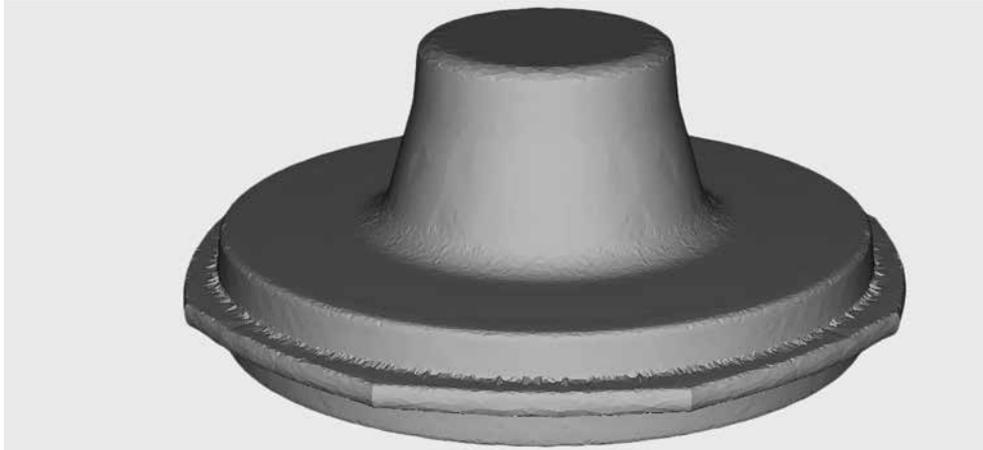
Um zu klären, ob die bereits geschmiedeten Flansche eingebaut werden dürfen, hat das IPH den Schmiedeprozess untersucht. Für die Simulation stellten die Ingenieure zunächst alle relevanten, zu variierenden Parameter wie Material, Reibung und Temperatur sowie die Umgebungsbedingungen von drei zu untersuchenden Flanschgeometrien zusammen.

Insiderwissen hilft, die Herstellung zu verstehen

Mithilfe der Simulationen haben die Schmiedexperten am IPH untersucht, wie wahrscheinlich es ist, dass sich Risse im Bauteilinneren bilden und wo sie gegebenenfalls entstehen. Dafür werteten sie zwei Ursachen aus: Zum einen können Risse aufgrund der Temperaturverteilung auftreten, zum anderen durch ungünstige Spannungsverhältnisse.

Besonders kritisch ist der Temperaturverlauf nach dem Schmieden. Für die einzelnen Parameterkombinationen haben die Ingenieure geprüft, wie lange die Bauteile beim Abkühlen an der Luft im Temperaturbereich von 600 °C bis 800 °C verweilen, da ab einer gewissen Verweildauer spröde Phasen entstehen können. Diese sogenannten Sigma-Phasen treten vor allem bei Stählen mit hohem Chromanteil auf.

Eine weitere Ursache für die Rissbildung können die Spannungsverhältnisse sein, die bei der Umformung auftreten. Ausgewertet wurden diese mithilfe des Latham-



Cockcroft-Kriteriums: Das Kriterium weist ortsabhängig ein Verhältnis von Spannungen aus und gibt dadurch Hinweise, an welchen Stellen des Bauteils ein Riss wahrscheinlich ist.

Keine Garantie, aber Möglichkeiten zur Rissvermeidung

Die Ergebnisse der Untersuchungen sagen eine hohe Wahrscheinlichkeit der Rissbildung aufgrund des Temperaturverlaufes voraus, da der für die Sigma-Phasen signifikante Temperaturbereich nur langsam durchlaufen wird. Je langsamer das Bauteil abkühlt, desto länger verweilt die Bauteiltemperatur in dem kritischen Temperaturbereich. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass spröde Sigma-Phasen und damit Risse entstehen. Unwahrscheinlich ist dagegen, dass sich aufgrund von Spannungen Risse im Bauteilinneren bilden. Gründe sind unter anderem ausreichend kurze Fließwege sowie eine ausreichend gleichmäßige Abkühlung des Bauteils, woraus ein relativ geringer Verzug resultiert.

Für die Flansche bedeuten diese Ergebnisse, dass eine gefahrlose Verwendung über viele Jahre nicht uneingeschränkt möglich ist, da während der Produktion innere Risse entstanden sein könnten. Die vom Käufer gewünschte Garantie des fehlerfreien Einsatzes konnte demnach nicht gegeben werden.

Allerdings konnte das IPH dem Hersteller Maßnahmen vorschlagen, damit er zukünftig fehlerfreie Flansche anbieten kann: Beispielsweise könnte das Unternehmen das Werkstück schneller abkühlen, wenn es den kritischen Temperaturbereich durchläuft. So ließe sich vermeiden, dass sich Risse im Inneren der Flansche bilden.

Morgenfrische und Mittagstief

Warum Unternehmen die Leistungskurve ihrer Mitarbeiter nutzen sollten

Qualitätsmängel kosten deutsche Industriebetriebe bis zu 30 Prozent ihres Jahresumsatzes – sei es durch Ausschuss, Nacharbeit oder Wertminderung. Um solche Fehlerkosten zu vermeiden, sollten Unternehmen bei der Auftragsplanung die Leistungsschwankungen ihrer Mitarbeiter berücksichtigen.

Volle Konzentration am Vormittag, Leistungstief am Nachmittag: Kein Mensch arbeitet zu jeder Zeit gleich konzentriert und sorgfältig. Doch für produzierende Unternehmen wird es schnell teuer, wenn Bauteile verkehrt herum in die Maschine eingelegt, schief gebohrt oder ungenau verschweißt werden. Die fehlerhaften Teile müssen dann nachbearbeitet oder als Ausschuss entsorgt werden. Unternehmen sparen deshalb bares Geld, wenn sie die natürlichen Leistungsschwankungen ihrer Mitarbeiter bereits bei der Auftragsplanung berücksichtigen.

Wissenschaftler des Instituts für Integrierte Produktion Hannover (IPH) wollen jetzt einen Algorithmus entwickeln, der die Auftragsreihenfolge entsprechend festlegt: Komplizierte Aufträge sollen dann abgearbeitet werden, wenn die Mitarbeiter besonders konzentriert sind, während einfache Arbeiten in den Leistungstiefs erledigt werden können. So lassen sich Fehlerkosten zumindest teilweise vermeiden und die Produktqualität steigern.

Leistungskurve bestimmen und nutzen

Im Forschungsprojekt „Qualitätsorientierte Belegungsplanung (QualiBel)“ will das IPH zunächst eine Methode entwickeln, um eine sogenannte Leistungskurve zu erstellen und herauszufinden, wie die Leistung der Mitarbeiter im Verlauf einer Schicht schwankt. Rückschlüsse auf einzelne Personen sind dabei nur möglich, wenn diese ausdrücklich zustimmen.

Darüber hinaus klassifizieren die Forscher Produktionsaufträge nach ihrer Komplexität und untersuchen, welche Fehlerkosten den Firmen bei falscher Bearbeitung entstehen. Anschließend wollen sie einen Algorithmus entwickeln, der die Reihenfolge der Aufträge entsprechend der Leistungskurve und der Auftragskomplexität festlegt. Das nützt nicht nur dem Unternehmen, sondern auch den Angestellten, die sich dadurch seltener unter- oder überfordert fühlen.



Bisher bestimmen Produktionsplaner die Auftragsreihenfolge so, dass die Maschinen und Mitarbeiter möglichst gut ausgelastet werden, die Lieferzeiten kurz und die Lagerbestände niedrig sind. Diese logistischen Zielgrößen sollen weiterhin beachtet werden. Zusätzlich soll der Algorithmus aber die Reihenfolge so optimieren, dass möglichst geringe Fehlerkosten entstehen. Dafür kann es manchmal schon ausreichen, zwei aufeinanderfolgende Aufträge zu tauschen, sodass die kompliziertere Aufgabe dann erledigt wird, wenn der Mitarbeiter konzentrierter ist.

Praxistest in Partnerunternehmen

Wenn Unternehmen den Produktionsfaktor Mensch stärker in den Blick nehmen, können sie die Qualität ihrer Produkte deutlich steigern – davon sind die Wissenschaftler überzeugt. Um ihre Theorie in der Praxis zu testen, arbeiten sie eng mit der Industrie zusammen. Zum projektbegleitenden Ausschuss des Forschungsprojekts gehören fünf Firmen, drei davon aus dem Werkzeug- und Formenbau. Bei den Projektpartnern wollen die Wissenschaftler zunächst die Leistungsschwankungen erforschen und später ihre Methode zur qualitätsorientierten Belegungsplanung überprüfen.

 www.qualibel.de

Das IGF-Vorhaben 18312 N der Forschungsgemeinschaft Qualität e. V. (FQS) 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.

Gute Noten fürs Qualitätsmanagement?

Automatisiertes Bewertungssystem überprüft 8D-Berichte

Im Qualitätsmanagement setzen viele Unternehmen auf 8D-Berichte, um Fehler zu analysieren und zu beseitigen. Die Berichte selbst unterliegen jedoch keiner Qualitätskontrolle und werden häufig mangelhaft ausgefüllt. Künftig soll ein automatisiertes Bewertungssystem 8D-Berichte formal und inhaltlich prüfen.

Aus Fehlern lernt man – das gilt auch für Unternehmen. Wer zufriedene Kunden will, muss Reklamationen effizient managen und sicherstellen, dass bekannte Probleme nicht erneut auftauchen. Ein wirksames Mittel sind 8D-Berichte, die unter anderem in der Automobilindustrie genutzt werden.

8D-Berichte automatisiert prüfen

Reklamiert der Kunde ein Bauteil, geht der Lieferant mithilfe dieses standardisierten Formulars dem Problem auf den Grund und legt fest, mit welchen Maßnahmen sich der Fehler in Zukunft vermeiden lässt. Anschließend schickt er den 8D-Bericht an den Kunden. Allerdings werden 8D-Berichte nicht immer korrekt ausgefüllt. Deshalb dauert die Bearbeitung von Reklamationen häufig zu lang, Fehler werden nicht nachhaltig beseitigt und mangelhafte Berichte werden an den Kunden gegeben.

Zwar gibt es bereits Ansätze, um die Qualität von 8D-Berichten automatisch zu überprüfen, diese decken bisher aber nur formale Mängel auf – sie prüfen beispielsweise, ob der Bericht vollständig ausgefüllt wurde. Ob er inhaltlich korrekt, logisch und eindeutig formuliert ist, lässt sich bislang nicht automatisch überprüfen. Das IPH entwickelt nun erstmals ein Bewertungssystem, das 8D-Berichte sowohl formal als auch inhaltlich überprüfen kann.

Reklamationsmanagement verbessern

Gemeinsam mit Industriepartnern haben die Forscher 21 Qualitätskriterien festgelegt, anhand derer sich die Qualität von 8D-Berichten messen lässt. Eines dieser Kriterien ist beispielsweise die „Quantifizierbarkeit“: Hier wird überprüft, ob quantitative Aussagen in der Fehlerbeschreibung vorhanden sind, beispielsweise die Länge eines Risses oder der Zeitpunkt, wann der Fehler erstmals aufgetreten ist.



Zur inhaltlichen Bewertung greift das System auf Unternehmenswissen zurück, etwa auf Stücklisten oder Produktbeschreibungen. Für das Qualitätskriterium „Eindeutigkeit“ wird zum Beispiel überprüft, ob ein fehlerhaftes Bauteil namentlich benannt und korrekt bezeichnet ist. Dafür gleicht das System den 8D-Bericht mit der Stückliste des Produkts ab.

Anhand der Qualitätskriterien bewertet das System zunächst alle acht Disziplinen des 8D-Berichts einzeln. Danach werden die Einzelergebnisse aggregiert. Ähnlich wie die Durchschnittsnote eines Zeugnisses gibt dieser Wert Auskunft über die Gesamtqualität des 8D-Berichts. Zusätzlich lässt sich ein detailliertes Protokoll mit den Einzelbewertungen aller Disziplinen ausgeben. So können Unternehmen Defizite bei der Bearbeitung von 8D-Berichten gezielt aufarbeiten.

Durch die automatische Kontrolle sparen Unternehmen nicht nur Zeit, sondern können ihr Reklamationsmanagement nachhaltig verbessern und werden davor bewahrt, mangelhafte 8D-Berichte an ihre Kunden zu senden.

 www.qusys.de

Das IGF-Vorhaben 18447 N der Forschungsvereinigung GFal – Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik 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.

Die Kurbelwelle im Fokus

Optimierung der Vorformung beim Gratlosschmieden

Das IPH erforscht seit 15 Jahren das gratlose Schmieden von Kurbelwellen und berät Unternehmen zu diesem Thema. Für einen asiatischen Automobilzulieferer haben die Experten Vorformschritte in zwei verschiedenen Bereichen verbessert: Dem Querkeilwalzen und der Verschleißreduktion im Gesenk.

Kurbelwellen sind hochkomplexe Schmiedeteile, der Schmiedeprozess für solche Bauteile ist sehr aufwendig auszulegen. Da jedoch jedes Jahr weltweit rund 90 Millionen Kurbelwellen geschmiedet werden, lohnt sich eine Optimierung.

Gratloses Vorformen mal anders

In den vergangenen Jahren hat das IPH Stadienfolgen zum gratlosen Schmieden von Kurbelwellen entwickelt. Diese Stadienfolgen bestehen ausschließlich aus Umformschritten im Gesenk. Zuletzt wurde erforscht, inwieweit sich das Querkeilwalzen für das Kurbelwellenschmieden eignet: Dieser gratlose Vorformschritt wird industriell meist eingesetzt, wenn große Stückzahlen hergestellt werden sollen. Jedoch verfügen die meisten Schmiedeunternehmen nicht über das Wissen, wie ein solcher Prozess ausgelegt wird.

Ein asiatischer Automobilzulieferer, der seine Kurbelwellen derzeit noch mit Grat schmiedet, hat das IPH beauftragt, für ihn das Querkeilwalzen an zwei Geometrien zu erproben – erst simulativ und im Anschluss experimentell. Dabei wurden zu Beginn die Prozesscharakteristika für beide Geometrien ermittelt und potentielle Walzfehler aufgezeigt. Im zweiten Schritt wurden die Probleme systematisch beseitigt, so dass der Kunde zukünftig einen fehlerfreien Querkeilwalzprozess für eine seiner Kurbelwellen einsetzen kann.

Dem Verschleiß auf der Spur

Nach dem Querkeilwalzen wird das Bauteil in mehreren Schritten in Schmiedegesenken weiter umgeformt, bis die Kurbelwellen fertig ausgeformt sind. Da die Geometrien von Kurbelwellen mit jeder Generation filigraner und die Umformung somit anspruchsvoller wird, steigt häufig auch die Belastung in den Schmiedegesenken.



Dies führt vermehrt zu Verschleiß, zum Beispiel in Form von Abtrag an den Radien oder Rissen in den Taschen der Gesenke (siehe Foto).

Um diesen Verschleiß zu untersuchen, haben die Schmiedexperten am IPH gemeinsam mit dem Kunden ein Modellgesenk konstruiert. Das Modellgesenk ist geometrisch vereinfacht, weist jedoch ein vergleichbares Belastungsprofil wie die vollständigen Kurbelwellengesenke auf. An diesem Gesenk untersuchten die Experten systematisch den Einfluss verschiedener Schmiedeparameter auf den Verschleiß – und identifizierten als Ursache für die Rissbildung eine ungünstige Geometrie der Stege im Gesenk.

Durch eine statistische Versuchsplanung mit verschiedenen Steggeometrien ermittelten die Ingenieure ein Optimierungsmodell in Form einer Regressionsfunktion. Mithilfe dieses Modells konnten sie die Steggeometrien optimieren und den Verschleiß signifikant reduzieren: Es bilden sich deutlich später Risse in den Taschen der Gesenke.

In der weiteren Zusammenarbeit wird das IPH unterschiedliche Verschleißschichten auf die Modellgesenke aufbringen, um so einen geeigneten Schutz gegen den Abtrag der Radien zu finden. Mit diesem Wissen und der Optimierung der Gesenkgeometrie ist es dem asiatischen Automobilzulieferer möglich, zukünftig die Vorformung von Kurbelwellen zu optimieren und damit die Herstellungskosten zu senken – durch Materialeinsparung und weniger Verschleiß.

XXL-Produkte auf engem Raum

Dynamische Layouts sollen die Baustellenfertigung optimieren

Ob Turbinen, Kräne oder Baumaschinen: XXL-Produkte herzustellen dauert lange und braucht viel Platz. Je weiter die Montage voranschreitet, desto mehr Raum nehmen die Produkte in der Fabrik ein. Um produktiv zu sein, müssen die Hersteller ihre begrenzten Flächen optimal nutzen.

Computer, Telefone oder Autos lassen sich äußerst effizient am Fließband fertigen – auf XXL-Produkte wie Schiffsturbinen oder Schaufelbagger trifft das nicht zu. Diese Produkte sind schlicht zu groß, um per Fließband von Arbeitsstation zu Arbeitsstation transportiert zu werden. Deshalb werden sie in aller Regel in Baustellenfertigung hergestellt: Das heißt, sie bleiben vom ersten bis zum letzten Montageschritt an einem festen Platz in der Fabrik.

Das Problem: Schwankender Platzbedarf

Die Produktion von XXL-Produkten kann jedoch Monate dauern, und der Platzbedarf ändert sich mit der Zeit. Zum einen wächst das Produkt selbst mit jedem Montageschritt, zum anderen werden zwischenzeitlich immer wieder Flächen für Lager, Maschinen oder Gerüste benötigt.

Trotzdem wird in den Fabriken meist eine feste Fläche für die Montage vorgesehen, auf der das fertige Produkt sowie sämtliche Nebenflächen Platz finden. Vollständig ausgelastet wird diese Fläche aber nur kurzzeitig, meist bleibt ein Großteil des vorgesehenen Platzes leer. Würden die Hersteller von XXL-Produkten ihre Flächen effizienter nutzen, wären sie wesentlich produktiver – das heißt, sie könnten auf demselben Raum mehr Produkte parallel fertigen.

Ein Beispiel: Für die Produktion einer großen Maschine ist zu Beginn nur wenig Platz erforderlich, weil zunächst Vorarbeiten erledigt werden. Nach einigen Wochen werden die Einzelteile per Kran zusammengesetzt – zu diesem Zeitpunkt ist der Platzbedarf maximal. Anschließend wird der Kran abgebaut und die letzten Kabel werden verlegt. Statt die freigewordene Fläche ungenutzt zu lassen, könnten die Monteure dort bereits mit den Vorarbeiten für das nächste Produkt beginnen. So könnten Unternehmen den Flächennutzungsgrad verbessern und produktiver werden.



Die Lösung: Dynamische Layouts

Um die Produktivität in der Baustellenmontage zu steigern, entwickeln Wissenschaftler des IPH im Forschungsprojekt DynaFapXXL ein mathematisches Optimierungsmodell: Ein Algorithmus soll sogenannte dynamische Layouts berechnen, die sich an den schwankenden Platzbedarf der Produkte anpassen. Der Algorithmus erhält Informationen darüber, welches Produkt zu welchem Zeitpunkt wie viel Platz benötigt – und ermittelt dann, wo es in der Fabrik platziert werden muss und zu welchem Zeitpunkt die Produktion beginnen soll.

Bei der Programmierung setzen die Forscher auf sogenannte Elementarzellen: Sie teilen die Fabrikfläche in Einheiten mit fester Größe und eindeutigen Koordinaten auf. So kann der Algorithmus berechnen, welche Elementarzellen zu welchem Zeitpunkt wofür genutzt werden sollen – beispielsweise als Montagefläche für ein bestimmtes Produkt, als Lager oder als Transportkorridor.

Erproben wollen die Forscher den Algorithmus anhand von realen Fabriklayouts, die ihnen Hersteller von XXL-Produkten zur Verfügung stellen. Die Wissenschaftler sind überzeugt, dass dynamische Fabriklayouts den Flächennutzungsgrad stark verbessern werden – und damit auch die Ausbringungsmenge und die Produktivität deutlich erhöhen.

 dynafapxxl.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen UL 419/4-1 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Projekte, Partner, Publikationen

Projekte 2015

Akquisition und Nutzung von Lebenszyklus-Wissen für Produktinnovation (LeWiPro)
Auftraggeber: BMBF/KMU-innovativ | Laufzeit: 01/2013 – 06/2015

 www.lewipro.de

S. 44-45 Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/1997

 www.akwzb.de

Arbeitskreis XXL-Produkte
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2010

 www.xxl-produkte.net

S. 30-31 Automatisierte Auslegung des Wegenetzes für Fahrerlose Transportsysteme
(FTS-Wegenetz)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 01/2014 – 04/2016

 www.fts-wegenetz.de

Automatisierte Bestimmung qualitätsgerechter und ressourceneffizienter Prozess-
parameter (AutoQuaRP)

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 11/2013 – 10/2015

 www.fqs-autoquarp.de

Bestimmung Planzeiten

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2015 – 11/2015

S. 16 Conservation of valuable materials by a highly efficient forming system (CoVa-
Form)

Auftraggeber: EU | Laufzeit: 01/2014 – 02/2016

 www.covaform.eu

S. 50-51 Cracks in flange forging

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2015 – 02/2016

S. 56-57 Cross wedge rolling of two parts

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2015 – 05/2016

Cross wedge rolling optimization

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2015 – 04/2016

Einbringen von Hinterschnitten in hochbelastete Bauteile durch mehrdirektionales Schmieden am Beispiel von Stahlkolben (Hinterschnittschmieden Stahlkolben)

Auftraggeber: AiF/FOSTA | Laufzeit: 04/2014 – 09/2016

 www.hinterschnittschmieden.de

Einsatz drahtloser Kommunikationstechnologie zur wirtschaftlichen Zustandsüberwachung von Schiffsgetrieben (DriveCoM)

Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 04/2013 – 03/2015

 www.drivecom.iph-hannover.de

S. 52-53 Entwicklung einer Methode für die qualitätsorientierte Belegungsplanung unter Berücksichtigung menschlicher Leistungsschwankungen zur Reduzierung von produktbezogenen Fehlerkosten (QualiBel)

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 10/2014 – 09/2016

 www.qualibel.de

Entwicklung einer Methode für kurzfristige Anpassungen in der Montage von XXL-Produkten (Mont4XXL)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 03/2014 – 12/2015

 www.xxl-montage.de

Entwicklung einer Methode zur Quantifizierung entscheidungsrelevanter Ökologie- und Logistikkosten bei der Auswahl von Anlieferkonzepten (Öko-Anlieferkonzepte)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2012 – 01/2015

 www.anlieferkonzept.de

Entwicklung einer Methode zur simulationsgestützten Steuerung der Baustellenmontage (BauSim)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 05/2012 – 09/2015

 bausim.iph-hannover.de

Entwicklung eines Fertigungssteuerungsverfahrens zur kombinierten Steuerung von Demontage- und Nachbearbeitungsprozessen im Anlagenrückbau (DemoSVer)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/2014 – 07/2016

 demosver.iph-hannover.de

S. 54-55 Entwicklung eines Qualitätssystems zur inhaltlichen Bewertung von 8D-Reports (QuSys)

Auftraggeber: AiF/GFal | Laufzeit: 11/2014 – 10/2016

 www.qusys.de

Entwicklung eines Reifegradmodells zur Steigerung der Industrie 4.0-Befähigung in Produktion und Logistik am Beispiel von interaktiven Assistenzsystemen (4.0-Ready)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 12/2015 – 11/2017

Entwurf optimaler Vorformstufen zum Herstellen von Schmiedebauteilen unter Anwendung von stochastischen Optimierungsverfahren (Vorformoptimierung)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 01/2015 – 05/2016

 vorformoptimierung.iph-hannover.de

S. 28-29 Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2015 – 09/2015

FEM-Strukturanalyse Stahlschrank

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2015 – 05/2015

Flittergratvermeidung beim Präzisionsschmieden von Aluminium entlang der Prozesskette (ProGrAl)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/2014 – 01/2017

 progral.iph-hannover.de

Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA)

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2015 – 06/2015

S. 36-37 Hybridschmieden – Monoprozessuales Umformen und Fügen von Blech- und Massiv-Elementen (Hybridschmieden 2)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 11/2015 – 10/2016

 hybridschmieden2.iph-hannover.de

S. 26-27 Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen (SFB 1153 B1)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 07/2015 – 06/2019

 www.sfb1153.uni-hannover.de

Innenhochdruckumformen laserstrahlgelöteter Tailored Hybrid Tubes aus Stahl-Aluminium-Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau (IHU-THT)

Auftraggeber: AiF/EFB/FAT | Laufzeit: 02/2014 – 07/2016

 www.ihu-tht.de

Integration von Energiekosten in Fertigungssteuerungsverfahren (EnKoFer)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 12/2013 – 12/2015

 www.enkofer.de

- S. 48-49 Integrierter optischer Absolutgeber und Drehmomentmesser (IntegrAD)
 Auftraggeber: AiF/DFAM/FKM | Laufzeit: 05/2014 – 04/2016
 www.integrad.de
- S. 40-41 KI-basierte Prognose der Ergebnisse von Massivumformsimulationen (KImulation)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/2015 – 03/2018
 kimulation.iph-hannover.de
- Logistikkonzept
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2015 – 11/2015
- S. 38-39 Materialflusssimulation
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2014 – 05/2015
- Materialflusssimulation
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 10/2015
- S. 24-25 Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum, Hannover ("Mit uns digital! Das Zentrum für
 Niedersachsen und Bremen")
 Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 12/2015 – 11/2018
 www.mitunsdigital.de
- Netzwerksteuerungsverfahren für eine synchrone Montageversorgung (NeSyMo)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 02/2013 – 07/2015
 nesymo.iph-hannover.de
- S. 58-59 Planung dynamischer Layouts in der Baustellenmontage von XXL-Produkten bei
 konkurrierenden Flächenbedarfen (DynaFapXXL)
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 01/2015 – 12/2016
 dynafapxxl.iph-hannover.de
- Portierung Montagesimulation
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2014 – 04/2015
- Praxisseminar Fabrikplanung
 Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 09/2015
 www.praxisseminar-fabrikplanung.de

Prozesskombination Querkeilwalzen mit mehrdirektionaler Umformung (ProKomb)
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 06/2014 – 05/2016

 prokomb.iph-hannover.de

S. 46-47 Quantitative, mehrdimensionale ad hoc Fabrikbewertung mittels mathematischer Modellierung von fabrikplanungsrelevanten Eigenschaften (QuaMFaB)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 05/2015 – 03/2017

 www.quamfab.de

Rail Transport Mobilität Optimierung (RTMO)

Auftraggeber: FFG | Laufzeit: 09/2014 – 10/2015

 rtmo.iph-hannover.de

Rail Transport Mobilität Optimierung – Erweiterung (RTMO Erweiterung)

Auftraggeber: FFG | Laufzeit: 10/2015 – 10/2016

 rtmo2.iph-hannover.de

Reifegradplanung und -überwachung für den Anlauf zusätzlicher Produktionskapazitäten an neuen Standorten als Entscheidungsbasis für die Aufrechterhaltung oder Nachbesserung (Ramp-up-Maturity)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 07/2013 – 06/2015

 www.ramp-up-maturity.de

S. 14 Resident Engineer

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2014 – 10/2015

Schulung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2015 – 08/2015

Situative Verhaltenssteuerung für interaktive, fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF out of the Box)

Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 10/2013 – 09/2016

 www.ftf-out-of-the-box.de

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2015 – 06/2015

Unterstützung bei Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2015 – 03/2015

- S. 32-33 Verfahren zur kostenoptimalen Losgrößenbildung unter Berücksichtigung des Verschleißes von Schmiedewerkzeugen (LöWe)
 Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 09/2015 – 08/2017
 loewe.iph-hannover.de
- Vernetzte, kognitive Produktionssysteme (netkoPs)
 Auftraggeber: BMBF | Laufzeit: 11/2013 – 10/2016
 www.netkops.de
- Werkzeugverschleiß beim Halbwarmschmieden – Ermittlung und Verbesserung der Werkzeugstandzeiten beim Halbwarmschmieden im Vergleich zum Warmschmieden (VeHaWa)
 Auftraggeber: BMWi/ZIM | Laufzeit: 08/2013 – 12/2015
 vehawa.iph-hannover.de
- S. 42-43 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

Abkürzungen

AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BVL	Bundesvereinigung Logistik e. V.
DFAM	Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V.
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V.

EFB	Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V.
EU	Europäische Union
FAT	Forschungsvereinigung Automobiltechnik
FFG	Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
FKM	Forschungskuratorium Maschinenbau e. V.
FOSTA	Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
FQS	Forschungsgemeinschaft Qualität e. V.
GFal	Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V.
GVB	Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V.
IPH	Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Partner 2015

3D Systems Software GmbH, Ettlingen | AIRBUS Operations GmbH, Bremen | Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | ARBURG GmbH + Co KG, Loßburg | AREVA Wind GmbH, Bremerhaven | Basler AG, Ahrensburg | Benecke-Kaliko AG, Hannover | Benteler Steel/Tube GmbH, Paderborn | Bergmann Stahlformenbau GmbH, Sprockhövel | BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen | BLG Logistics Solutions GmbH & Co. KG, Bremen | Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin | Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, Hannover | cirp GmbH, Heimsheim | Continental Automotive GmbH, Regensburg | CutMetall Komponenten GmbH, Bamberg | D2T GmbH, Darmstadt | Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V., Frankfurt | Dr. Bergfeld Schmiedetechnik GmbH, Solingen | Dr. Gierth Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen | Dr. R. Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg | Dream Chip Technologies GmbH, Garbsen | E&K Automation GmbH, Rosengarten | ECC Automotive, Eschweiler | Egon Grosshaus GmbH & Co. KG, Lennestadt | Erwin Quarder Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp | ESCHA Bauelemente GmbH, Halver | Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V., Hannover | Europäische Union | EVO-tech GmbH, Schörfling (Österreich) | Festo AG & Co. KG, Esslingen | Fibro GmbH, Hassmersheim | fischer Hydroforming GmbH, Menden | Forschungsgemeinschaft Qualität e. V., Frankfurt | Forschungskuratorium Maschinenbau e. V., Frankfurt | Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V., Frankfurt | Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf | Fraunhofer AGP, Rostock | Fraunhofer IPA, Stuttgart | Frerk Aggregatebau GmbH, Schweringen | GEMAC – Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH, Chemnitz | Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V. | Gesenkschmiede Schneider GmbH, Aalen | GFal – Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V., Berlin | GIGATRONIK Technologies GmbH, Ulm | GMF Umformtechnik GmbH, Bielefeld | Götting KG, Lehrte | Gräbener Maschinentechnik GmbH & Co. KG, Netphen-Werthenbach | Grean GmbH, Garbsen | GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | HAMMERWERK FRIDINGEN GmbH, Fridingen | hannoverimpuls GmbH, Hannover | HARTING KGaA, Espelkamp | Herfurth & Partner Rechtsanwaltsgesellschaft mbH, Hannover | Hirschvogel Holding GmbH, Denklingen | HOMAG Group AG, Schopfloch | Horst Witte Gerätebau Barskamp KG, Bleckede | ibk IngenieurConsult GmbH, Hannover | IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen | IFUM – Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Garbsen | Industrie- und Handelskammer, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | Institut für Systems Engineering, FG Simulation und Modellierung, Leibniz Universität Hannover | Investitions- und Förderbank Niedersachsen – NBank, Hannover | IPO.Plan GmbH, Leonberg | IPRI – International Performance Research Institute gGmbH, Stuttgart | ITA – Institut für Transport- und

Automatisierungstechnik, Garbsen | ITI – Institut für Technische Informatik, Lübeck
 | IWF – Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Braunschweig | J.
 Müller Breakbulk Terminal GmbH & Co. KG, Brake | Jäger Gummi und Kunststoff
 GmbH, Hannover | JessenLenz GmbH, Lübeck | Johnson Controls GmbH, Burscheid
 | Jungheinrich AG, Hamburg | KB Schmiedetechnik GmbH, Hagen | KIRCHHOFF
 Automotive Deutschland GmbH, Attendorn | KS Kolbenschmidt GmbH, Neckarsulm
 | KUKA Roboter GmbH, Augsburg | LASCO Umformtechnik GmbH, Coburg | Laser
 on demand GmbH, Langenhagen | Laser Zentrum Hannover (LZH) e. V., Hanno-
 ver | Lech-Stahlwerke GmbH | Lenze SE, Aerzen | Liebherr-Werk Biberach GmbH,
 Biberach an der Riss | LMB GmbH, Iserlohn | MFL Maschinen & Formenbau Leine-
 tal GmbH, Neustadt | MLR Soft GmbH, Ludwigsburg | MTU Maintenance Hannover
 GmbH, Langenhagen | neoLASE GmbH, Hannover | NiedersachsenMetall e. V., Han-
 nover | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Hannover |
 Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Hannover | Nuyts GmbH,
 Buxheim | OFFIS e. V., Oldenburg | OnTec Software Solutions AG, Wien (Österreich)
 | Paul Beier GmbH Werkzeug- und Maschinenbau & Co. KG, Kassel | Paul Hafner
 GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | phi Engineering Services GmbH, Norderstedt |
 Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | Poppe + Potthoff Präzisionsstahlrohre
 GmbH, Werther | PrämaB GmbH, Burg | PreciTorc GmbH, Bremen | PROFACTOR
 GmbH, Steyr-Gleink (Österreich) | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | PWS
 GmbH, Ravensburg | PZH – Produktionstechnisches Zentrum der Leibniz Universi-
 tät Hannover, Garbsen | Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG,
 Essen | Reutter GmbH, Leutenbach-Nellmersbach | RISC Software GmbH, Hagen-
 berg (Österreich) | Saarstahl AG, Völklingen | Scansonic IPT GmbH, Berlin | Schalker
 Eisenhütte Maschinenfabrik GmbH, Bochum | Schraubenwerk Zerbst GmbH, Zerbst
 | SET Ltd., Seelze | simcon kunststofftechnische Software GmbH, Würselen | SLF
 Oberflächentechnik GmbH, Greven | Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen
 (SOFI) e. V., Göttingen | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STILL
 GmbH, Hamburg | STM Stahl Service Center GmbH | Sumitomo (SHI) Demag Plastics
 Machinery GmbH, Schwaig | TAKRAF GmbH, Lauchhammer | Teckentrup Stanztech-
 nik GmbH & Co. KG, Herscheid-Hüinghausen | TECNALIA, Donostia-San Sebas-
 tián (Spanien) | TiBoTek, Usingen | TKT Kunststoff-Technik GmbH, Bad Laer | Tower
 Automotive GmbH & Co. KG, Bergisch-Gladbach | TRANSNORM SYSTEM GmbH,
 Harsum | Unternehmerverbände Niedersachsen e. V. (UVN), Hannover | VDI Verein
 Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf | VDMA Verband Deutscher Maschinen- und
 Anlagenbau e. V., Frankfurt | Voith Turbo GmbH & Co. KG, Crailsheim | Volkswagen
 AG, Wolfsburg | Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH, Lichtenfels | Weserland
 GmbH, Hannover | WESSLING GmbH, Neuried | WFT GmbH & Co. KG, Sulz-
 bach-Rosenberg | Wilco Wilken Lasertechnik GmbH, Wadersloh | Wistro Elektro-Me-
 chanik GmbH, Hannover | WZL – Werkzeugmaschinenlabor der RWTH, Aachen |
 ZPF GmbH, Siegelsbach

Publikationen 2015

Behrens, B.-A.; Stonis, M.; Rüther, T.; Langner, J.; Güzey, G.: Closing Mechanisms for Forging Flashless Closed-Die Preforms. In: FORGE Magazine, BNP Media, vol. 7, no. 6 (2015), pp. 18-21.

Blohm, T.: Querkeilwalzen bringt hybride Halbzeuge in Form. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 8 / September 2015, 08.09.2015. ISSN 2198-1922

Blohm, T.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Investigation of Simulation Parameters for Cross Wedge Rolling Titanium and Bainitic Grade Steel. In: Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications, Switzerland, vol. 736 (2015) pp. 165-170.

Böning, C.: Produktionsanlauf am neuen Standort planen und überwachen. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 7 / Juni 2015, ISSN: 2198-1922

Böning, C.: Reifegradmodellierung im Anlaufmanagement. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 110. Jg. (2015) H. 5, S. 290-294.

Diesch, R.; Ullmann, G.: Visuelles Management. In: Dombrowski, U.; Mielke, T. (Hrsg.): Ganzheitliche Produktionssysteme: Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen, Springer-Verlag, Berlin, 2015.

Ebert, R.-E.; Schachmanow, J.; Wrobel, G.: Intelligente Planung von Produktionssystemen. In: ZWF– Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 110. Jg. (2015) H. 3, S.103-106.

Eilert, B.: Industrie 4.0 – Trends und Chancen. Auftaktveranstaltung Unternehmenszukunft gestalten, Wirtschaftsförderung im Landkreis Nienburg/Weser GmbH (WIN), 03.11.2015, Nienburg.

Förster, J.; Reichert, S.: "Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0" entsteht in Hannover. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 9 / Dezember 2015, 01.12.2015. ISSN 2198-1922

Gass, J.; Ullmann, G.; Overmeyer, L.: Das eine tun, das andere nicht lassen - Energieverbrauch im Fertigungsprozess senken. In: QZ Qualität und Zuverlässigkeit, 60. Jg. (2015), H. 12, S. 25-27.

Hund, E.; Bohlmann, S.; Szczerbicka, H.; Becker, M.: Unterstützung für eine effiziente Montagesteuerung. In: wt Werkstattstechnik online, Springer-VDI-Verlag, 105. Jg. (2015), Heft 1/2, S. 55-60.

Iwert, T.; Hoffmann, D.; Peitsch, P.; Kruse, T.; Schirmacher, S.: DriveCoM – Einsatz drahtloser Kommunikationstechnologie zur wirtschaftlichen Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen. In: Statustagung Maritime Technologien - Tagungsband der Statustagung 2015, Schriftenreihe Projektträger Jülich, o. Jg. (2015), S. 23-36.

Knust, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Status quo of stress simulation for hot and warm work piece temperatures in forging. UTF Science, Meisenbach Verlag Bamberg, 2. Quartal 2015, S. 1- 9.

Krause, A.; Weirauch, R.; Bräuer, G.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Analysis of the friction behavior of DLC in warm bulk forming by using the ring compression test. In: Production Engineering, Research and Development, Springer Verlag, vol. 9 (2015), no. 1, pp. 41-49.

Küster, B.; Ullmann, G.: Qualitätssteigerung in der Reklamationsbearbeitung - 8D-Reports werden automatisiert bewertbar. In: Quality Engineering, Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, o. Jg (2015), H.2, S.16-17.

Langner, J.; Stonis, M.; Behrens B.-A.: Investigation of a moveable flash gap in hot forging. In: Journal of Materials Processing Technology, 2015. doi:10.1016/j.jmatprotec.2015.12.019

Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Experimental investigation of a variable flash gap regarding material flow and influence of trigger forces. In: Production Engineering, Research and Development, Springer Verlag, vol. 9 (2015), no. 3, pp. 289-297.

Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Flansche Hybridschmieden. In: Umformtechnik, Meisenbach Verlag GmbH, 49. Jg. (2015), H. 1, S. 20-22.

Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Forging Undercuts in steel pistons. In FORGING magazine, Penton Publication, vol. 25 (2015), no. 2, pp. 16-18.

Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Innovative Tool Concepts and Experimental Trials of a Flash Reduced Forging of Crankshafts. In: Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications, Switzerland, vol. 736 (2015), pp. 158-164.

Mach, F.: Organisation einer XXL-Fertigung. In: Industrie 4.0 Management. GITO Verlag, 31 Jg. (2015), H. 6, S.32-35.

Mach, F.: Schneller und wirtschaftlicher durch kombinierte Steuerung. In: BWK - Das Energie-Fachmagazin, Springer VDI Verlag, 76. Jg. (2015) H.6, S.18-21. ISSN 1618-193X

Mach, F.; Zenker, M.: XXL-Produkte am laufenden Band. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 110. Jg. (2015) H. 6, S. 356-359.

Menke, T.; Unger, C.: Die Welle im Fokus. In Computer&Automation, WEKA FACH-MEDIEN GmbH, 8/2015, S.32-35.

Meyer, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Cross wedge rolling and bi-directional forging of preforms for crankshafts. In: Production Engineering, Research and Development, Springer Verlag, vol. 9 (2015), no. 1, pp. 61-71.

Overmeyer, L.: Industrie 4.0: Auf dem Weg zur kognitiven Intralogistik. Anwenderworkshop Industrie 4.0, 4. März 2015, Garbsen.

Podszus, F.; Overmeyer, L.: Kognitive, multimodale Sprachsteuerung für fahrerlose Transportfahrzeuge. In: Tagungsband zum 24. Deutschen Materialfluss-Kongress. VDI-Verlag, Düsseldorf 2015, S. 155-167.

Rasche, N.: Kurbelwellen-Schmieden: Forscher wollen Prozesskette verkürzen. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 6 / März 2015, ISSN: 2198-1922

Richter, J.; Stonis, M.: Qualitätsverbesserung beim Aluminiumschmieden. In Aluminium Praxis, Giesel Verlag GmbH, 20. Jg. (2015), Nr. 6/15, S. 20.

Rochow, P. et al.: Identification of alternative sequences for large-scale products. In: Production and Management Society (POMS) 26th annual Conference, Washington D.C. (05.-07-05 2015)

Rochow, P.; Gruß, M.; Nyhuis, P.: Bereitstellungscontrolling in Schmiedeunternehmen. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 110. Jg. (2015) H. 4, S. 182-185. ISSN: 0947-0085

Rochow, P.; Hund, E.; Gruss, M.; Nyhuis, P.: Development of a Mathematical Model for the Calculation of the Tool Appropriation Delay depending on the Tool Inventory. In: Logistics Journal (reviewed), Vol. 2015, DOI: 10.2195/lj_Rev_rochow_en_201503_01, 04.03.2015.

Rochow, P.; Hund, E.; Mach, F.; Nyhuis, P.: Positionierung der Werkzeugversorgung zwischen Logistikleistung und -kosten. In: VDI-Z Integrierte Produktion, Springer-Verlag, 157. Jg. (2015), H.7/8, S. 71-73.

Ross, J.; Nothdurft, S.; Stonis, M.; Springer, A.; Kaierle, S.; Behrens, B.-A.: Innenhochdruckumformen laserstrahlgelöteter Tailored Hybrid Tubes aus Stahl-Aluminium-Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau. In: Intermezzo der hybriden Werkstofflösungen; Tagungsband T 40 des 35. EFB-Kolloquiums Blechverarbeitung 2015 24./25. März Bad Boll; EFB Hannover 2015; S. 175-184.

Schachmanow, J.; Ullmann, G.; Overmeyer, L.: Jedem Spritzgießbetrieb seine eigene Energiewende – Die Parameter des Spritzgießprozesses bergen noch ungenutztes Potenzial zur Senkung des Energieverbrauchs. In: Kunststoffe, Carl Hanser Verlag, Jg. (2015), H. 06, Seite 56-59.

Schirmmacher, S.: Drahtlose, energieautarke Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen. In: Schiff&Hafen, DVV Media Group, 67. Jg. (2015), H. 10, S. 30-32.

Schirmmacher, S.: Tragende Rollen in der Intralogistik - Umfassende Modernisierung eines Prüfstands zur Messung des Tragrollenlaufwiderstands. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 55. Jg. (2015), H. 11-12, S. 580-583.

Schirmmacher, S.; Ullmann, G.; Overmeyer, L.: Thermoelectric Power Supply of Wireless Sensor Nodes in Marine Gearboxes. In: Energy Harvesting and Systems, Walter de Gruyter GmbH, Vol. 2 (2015), No. 1., pp. 81-93, ISSN: (Online) 2329-8766, ISSN (Print) 2329-8774, DOI: 10.1515/ehs-2014-0044.

Shchekutin, N.; Heinke, A.; Overmeyer, L.; Shkodyrev, V.: Data Transmission for a small-scaled, cyber-physical material handling system. Symposium on Automated Systems and Technologies (AST), 2015, S. 111-120. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg University, ISBN: 978-5-906782-35-9

Stonis, M.; Langner, J.; Blohm, T.: Induction reheating of preforms and flash reduced forging of crankshafts. In: European Steel Technology and Application Days, 15.-19.06.2015, Düsseldorf, Conference Proceedings, paper no. P672.

Ullmann, G.: Forschung und Entwicklung für die Produktionstechnik. Wirtschafts-Dienst Einblicke, Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, 30. April 2015, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 – Research and Development at IPH. Fact-Finding-Mission der Deutsch-Finnischen Handelskammer, IPH, 13. April 2015, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 – Technologieentwicklungen am IPH. Abendkonferenz zum Thema Industrie 4.0, Herfurth & Partner, 10. März 2015, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 am IPH. Abendkonferenz zum Thema Industrie 4.0, Herfurth & Partner, 14. Juli 2015, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 am IPH. VDMA LabTour, Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, 29. April 2015, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0: Umsetzung in der industriellen Praxis. In: Herfurth & Partner Rechtsanwalts-gesellschaft mbH (Hrsg.): Industrie 4.0: Interdisziplinäre Betrachtung in Eckpunkten, Arbeitspapier der interdisziplinären Expertengruppe indy4, Caston GmbH Law & Business Information, Hannover, 2015, S. 15-18.

Ullmann, G.: Schifffahrt, Meerestechnik und Industrie 4.0 – Perspektiven aus dem IPH. Branchenforen Schiffbau & Meerestechnik "Innovative maritime Industrie – Garant für nachhaltige Nutzung der Meere" im Rahmen der 9. Nationalen Maritimen Konferenz, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 8.- 9. Juni 2015, Berlin.

Ullmann, G.: Synergetische Planung wandlungsfähiger Fabriken. Symposium Industrial Steel - Stahlhallen für Fertigung und Montage, bauforum Stahl e. V. & msa Münster School of Architecture, 01. Oktober 2015, Münster.

Ullmann, G.; Mach, F.: Niedersachsen auf dem Weg zur Industrie 4.0. In: Innovationsförderung im Rahmen der neuen EU-Förderperiode und darüber hinaus. Evangelische Akademie Loccum, Rehburg-Loccum 2015, S. 57-65.

Ullmann, G.; Rochow, P.: Synergetische Planung wandlungsfähiger Fabriken. In: bauforumstahl e. V. (Hrsg.): Tagungsband Symposium Industrial Steel - Stahlhallen für Fertigung und Montage, bauforumsteel e. V., Düsseldorf 2015, S. 29 – 38.

Uttendorf, S.; Overmeyer, L.: Fuzzybasierte Auslegung von Wegenetzen für fahrerlose Transportsysteme. In: Proceedings 25. Workshop Computational Intelligence, Dortmund, 26.-27. November 2015. S. 105-119, KIT Scientific Publishing, ISBN: 978-3-7315-0432-0; DOI: 10.5445/KSP/1000049620.

Uttendorf, S.; Overmeyer, L.: Fuzzy-enhanced path-finding algorithm for AGV roadmaps. 16th World Congress of the International Fuzzy System Association (IFSA), 9th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT), 2015 Atlantis Press, ISBN: 978-94-62520-77-6, ISSN:1951-6851.

Uttendorf, S.; Ullmann, G.; Overmeyer, L.: Automatisierte Auslegung von Wegenetzen für Fahrerlose Transportsysteme – Ein fuzzybasierter Ansatz zur optimalen Wegenetzplanung. In: Industrie Management, GITP Verlag, 1/2015, H. 31, S. 48-52.

Willeke, S.: Energiekosten sparen ohne teure Investitionen. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 9 / Dezember 2015, 01.12.2015. ISSN 2198-1922

Willeke, S.; Nyhuis, P.: Energiekosten sparen mit zeitvariablen Tarifen. In: IT&Production, TeDo Verlag, 16. Jg. (2015) H. 3, S. 102-103. ISSN 1439-7722

Willeke, S.; Ullmann, G.; Nyhuis, P.: Energiekostenorientierte Rückstandsregelung. In: IT&Production, TeDo Verlag, 16. Jg. (2015) H. 12, S. 28-29. ISSN 1439-7722

Willeke, S.; Wesebaum, S.; Ullmann, G.: Integration zeitvariabler Energiekosten in die Belastungsorientierte Auftragsfreigabe. In: Logistics Journal, Vol. 2015, DOI: 10.2195/lj_NotRev_willeke_de_201507_01, 06.07.2015.

Willeke, S.; Wesebaum, S.; Ullmann, G.; Nyhuis, P.: Energiekostenorientierte Reihenfolgebildung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 110. Jg. (2015) H. 9, S. 495-499. ISSN 0947-0085

Zenker, M.; Mach, F.; Böning, C.: Ökologie- und logistikkostenorientierte Auswahl von Anlieferkonzepten. In: Logistik für Unternehmen, Springer-VDI-Verlag, o. Jg. (2015), Heft 10-2015, S. 59-62.

Zenker, M.; Prinzhorn, H.; Wesebaum, S.; Ullmann, G.: Planung zeitdynamischer Layouts für XXL-Produkte. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 110. Jg. (2015) H. 10, S. 608-611.

Bildquellen

Titelbild: © crazymedia - Fotolia.com
Seite 15: © IPH
Seite 16: © IPH
Seite 17: © Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V.
Seite 18: © mpfphotography - Fotolia.com / Montage: IPH
Seite 19: © IPH
Seite 25: © Oliver Sved - Fotolia.com
Seite 27: © Ralf Büchler
Seite 29: © jovannig - Fotolia.com
Seite 31: © Götting KG
Seite 33: © Johannes Stein
Seite 35: © xiaoliangge - Fotolia.com
Seite 37: © IPH
Seite 39: © pengyou92 - Fotolia.com
Seite 41: © IPH
Seite 43: © prescott09 - Fotolia.com
Seite 45: © Phoenix Contact GmbH & Co. KG
Seite 47: © Ralf Büchler
Seite 49: © Alexander Lindquist - Flickr.com
Seite 51: © IPH
Seite 53: © Monkey Business - Fotolia.com
Seite 55: © IPH
Seite 57: © IPH
Seite 59: © industrieblick - 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. Georg Ullmann

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

Sitz der Gesellschaft: Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 50530

© IPH 2015. Alle Rechte vorbehalten.

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

Redaktion, Satz und Layout: Susann Reichert, IPH

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

 www.iph-hannover.de