

---

Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung

---



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2014



"Wer immer tut, was er schon kann,  
bleibt immer das, was er schon ist."

*Henry Ford, US-amerikanischer Unternehmer (1863-1947)*



---

# Vorwort

---

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

2014 war für das IPH ein Jahr der Umbrüche. Vieles hat sich verändert – vom Firmengebäude über das Personal bis hin zu fachlichen Schwerpunkten. Die sichtbarste Veränderung für jeden, der das IPH-Gebäude im Wissenschaftspark Marienwerder in Hannover betritt: Wir haben renoviert. Die Wände sind frisch gestrichen, der Teppich neu, die Fliesen poliert. Sämtliche Büros haben wir neu eingerichtet – mit neuen Schränken, höhenverstellbaren Schreibtischen und gläsernen Whiteboards. Damit bieten wir unseren Mitarbeitern eine moderne, angenehme Arbeitsatmosphäre.

Denn auch beim Personal hat sich einiges verändert. Zum einen freuen wir uns über viele Neueinstellungen: Zehn Mitarbeiter haben 2014 ihre Arbeit am IPH begonnen, so viele wie seit 2002 nicht mehr. Zum anderen hatten wir jedoch auch einen tragischen Verlust zu beklagen: Im Mai ist unsere Kollegin Cornelia Teßmann gestorben, sie wurde nur 54 Jahre alt. Ihr plötzlicher Tod hat uns sehr getroffen. Fast ihr halbes Leben lang arbeitete Cornelia Teßmann am IPH, zuletzt kümmerte sie sich als Prokuristin um Finanzen und Verwaltung – um jene Arbeiten im Hintergrund also, ohne die Forschung und Innovation nicht möglich wären.

Neues Terrain haben wir auch fachlich betreten. So bieten wir unseren Kunden eine neue Dienstleistung an: Als unabhängige Institution prüfen wir den Laufwiderstand von Tragrollen (Seite 48). Weil diese Tragrollen in riesigen Förderanlagen – etwa im Tagebau – Anwendung finden, bauen wir damit erneut unsere Aktivitäten im Geschäftsfeld XXL-Produkte aus. Zudem konzentrieren wir uns verstärkt auf das Themenfeld Industrie 4.0. Hier untersuchen wir beispielsweise, wie die Interaktion von Mensch und Maschine in Zukunft aussehen könnte (Seite 38). Und bei einem unserer Kernthemen, dem gratlosen Schmieden, gehen wir einen Schritt weiter und erforschen erstmals den sogenannten Flittergrat. Dieser entsteht vor allem beim Aluminiumschmieden und lässt sich bisher nicht mit Simulationen vorhersagen (Seite 36).

So widmen wir uns ständig neuen, spannenden Forschungsthemen. Denn wie sagte schon Henry Ford: "Wer immer tut, was er schon kann, bleibt immer das, was er schon ist."



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer



Dr.-Ing. Georg Ullmann



---

# Geschäftsführung und Beirat

---

## Geschäftsführung

---

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

| *Geschäftsführender Gesellschafter und Sprecher der Geschäftsführung* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Dr.-Ing. Georg Ullmann

| *Koordinierender Geschäftsführer* |

## Beirat

---

Prof. Dr.-Ing. Jörg Seume

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

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 Unternehmensverbände 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 2014

---

14	IPH-Gebäude komplett renoviert
16	Doppelt forschen für Europa
18	Trauer um Cornelia Teßmann
18	Glückwünsche für Claudia Steen
19	Neue Pressensteuerung dank Spende
20	Industrie 4.0: Von der Theorie zur Praxis
21	Fahrplan zum Dokortitel
22	Dissertationen
23	Zahlen und Fakten

---

## Ausgewählte Projekte

---

26	<b>Störung – was nun?   Flexibel auf Probleme in der XXL-Montage reagieren</b> Bauteile werden zu spät geliefert, Maschinen fallen aus, die halbe Belegschaft wird krank: In der Montage von XXL-Produkten gehören Störungen zum Regelfall. Wie Unternehmen kurzfristig umplanen und Liefertermine trotz Störungen einhalten können, untersucht das IPH gemeinsam mit dem WZL in Aachen.
28	<b>Leichtbau-Karosserie nach Maß   Gewicht, Kraftstoff und Kosten sparen mit Tailored Hybrid Tubes</b> Der Spritverbrauch von Kraftfahrzeugen kann durch Leichtbau gesenkt werden. Eine Möglichkeit zur Gewichtseinsparung bietet die Karosserie. Für ein gutes Fahrverhalten und eine hohe Crashesicherheit müssen leichtere Bauteile jedoch trotzdem den Anforderungen an Festigkeit und Steifigkeit genügen.
30	<b>Schritt für Schritt zur effizienten Fabrik   Optimale Produktionssysteme mithilfe von Materialflusssimulationen</b> Wie müssen Arbeitsstationen angeordnet werden, damit eine Fabrik möglichst effizient ist? Und wie viel Personal ist nötig, damit alle Mitarbeiter gut ausgelastet, aber nicht überfordert sind? Das IPH beantwortet solche Fragen mithilfe von Materialflusssimulationen für seine Kunden.



- 32 **Die Energiewende nutzen | Stromkosten senken durch angepasste Fertigungssteuerungsverfahren**  
Unternehmen können die Energiewende nutzen, um Geld zu sparen – ganz ohne teure Investitionen. Weil der Strompreis künftig stark schwanken wird, können sie durch eine innovative Fertigungssteuerung energieintensive Aufträge zu Zeiten niedriger Preise bearbeiten und so ihre Energiekosten senken.
- 34 **Automatisiert konstruiert ist halb montiert | Software hilft bei der Auswahl der richtigen Verbindungselemente**  
Eine Software, die die Konstruktion und Montage von Vorrichtungen erleichtert, hat das IPH im Auftrag der Horst Witte Gerätebau Barskamp KG entwickelt. Das Programm fügt automatisch Verbindungselemente wie Schrauben oder Bolzen in die CAD-Modelle ein und ermittelt mögliche Montagereihenfolgen.
- 36 **Jenseits des schmalen Grates | Aluminium-Longteile erfolgreich gratlos schmieden**  
Gratreduziertes Schmieden senkt die Kosten eines Schmiedeprozesses, weil weniger Material eingesetzt werden muss. Ein schmaler Grat lässt sich bis dato jedoch nicht gänzlich vermeiden, vor allem beim Aluminiumschmieden. Das IPH will das ändern – und damit die Qualität der Schmiedeteile verbessern.
- 38 **Fahrerlos, flexibel und autonom | Das Transportfahrzeug der Zukunft denkt mit und interagiert mit Menschen**  
Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) sind aus Fabriken und Lagerhallen nicht mehr wegzudenken. Allerdings sind sie noch sehr unselbstständig: Sie bewegen sich nur auf vorgegebenen Routen und können nicht flexibel reagieren, etwa wenn ein Mitarbeiter ein neues Ziel vorgibt. Das soll sich bald ändern.
- 40 **Algorithmus hilft Kosten sparen | Programm ermittelt automatisch das günstigste Umbelegungs-Szenario**  
Was tun, wenn zu viele Aufträge auf einer Maschine geplant sind? Man könnte sie auf andere Maschinen verlagern, sie später erledigen oder durch Zusatzschichten mehr Kapazität schaffen. Doch was ist die beste Lösung? Das errechnet eine Software, die das IPH für die Daimler AG entwickelt hat.
- 42 **Schneller schmieden ohne Grat | IPH entwickelt verkürzte Prozesskette zur Kurbelwellen-Herstellung**  
Kurbelwellen werden industriell mit viel Grat geschmiedet. Um Material zu sparen, hat das IPH erfolgreich das gratlose Schmieden in vier Stufen entwickelt. Jetzt wollen die Forscher die Prozesskette auf drei Stufen verkürzen, ohne dass Falten und Fehler am fertigen Bauteil entstehen.

- 44      **Automatisierte Reinigung spart Zeit | Konzeption einer flexiblen Trockenstrahlanlage**  
Die Automatisierung von Produktionsprozessen erleichtert die Arbeit, erhöht die Produktivität und die Qualität. Doch nicht für alle Anwendungsfälle existieren schon Automatisierungslösungen. Das IPH unterstützt Unternehmen dabei, manuelle Arbeiten sinnvoll zu automatisieren – etwa das Trockenstrahlen.
- 46      **Produktionsanlauf leicht gemacht | Reifegradplanung unterstützt KMU beim Aufbau neuer Standorte**  
Einen neuen Produktionsstandort aufbauen – damit haben Großkonzerne viel Erfahrung. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die nur selten neue Produkte auf den Markt bringen oder Standorte im Ausland eröffnen, ist der Produktionsanlauf wesentlich schwieriger. Jetzt erhalten sie Unterstützung.
- 48      **Fördertechnik auf dem Prüfstand | Neues Angebot des IPH: Laufwiderstandsmessung von Tragrollen**  
Vom Fließband in der Fabrik bis zum Fördergurt im Bergbau: Wie viel Energie eine Förderanlage benötigt, hängt auch vom Laufwiderstand der Tragrollen ab. Testen lässt sich dieser jetzt am IPH: Das Unternehmen bietet seit 2014 Tragrollenprüfungen als Dienstleistung an.
- 50      **Material sparen heißt Geld sparen | Mit Querkeilwalzen teure Werkstoffe effizienter nutzen**  
Ob Motorbauteile, Turbinenschaufeln oder Hüftimplantate: Bei der Herstellung von Schmiedelangteilen ist das Material der größte Kostenfaktor – besonders, wenn Titan oder hochlegierte Stähle verwendet werden. Querkeilwalzen kann den Materialaufwand und somit die Kosten reduzieren.
- 52      **Wie viel ist gerade genug? | Bestandsoptimierung von Werkzeugen in Schmiedeunternehmen**  
Viele kennen das: Der Kleiderschrank ist voll, das Konto leer. Analog dazu verhält sich das Problem, vor dem Schmiedeunternehmen stehen: Sie besitzen oft zu viele Werkzeuge, die Kapital binden und Platz brauchen. Aber wie viele Hemden – oder wie viele Werkzeuge – braucht man wirklich?
- 54      **Wenn Fabriken denken lernen | Intelligent, vernetzt und hochflexibel: Die Intralogistik von Morgen**  
Vorausschauend planen, Entscheidungen treffen und sich flexibel an neue Situationen anpassen: Für den Menschen ist das selbstverständlich. Diese Fähigkeiten auch auf Maschinen zu übertragen, ist das Ziel des Forschungsprojekts "netkoPs – Vernetzte, kognitive Produktionssysteme".

56 **Das IPH als Fachkräfte-Schmiede | Schulungen zu Grundlagen und Anwendung der Massivumformung**

Schmiedeprozesse planen, am Computer simulieren und in der Praxis umsetzen: Das lernen Mitarbeiter von Umformtechnik-Unternehmen am IPH. Das Forschungs- und Beratungsunternehmen bietet maßgeschneiderte Schulungen vom Grundlagenseminar bis zur detaillierten Vermittlung aktueller Forschungsergebnisse.

Projekte, Partner, Publikationen

---

60	Projekte 2014
66	Partner 2014
68	Publikationen 2014
73	Bildquellen
74	Impressum



---

Das war 2014

---

---

# IPH-Gebäude komplett renoviert

---

Zukunftsweisende Forschung in modernstem Umfeld: Das bietet das Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) seinen Mitarbeitern. Seit November 2014 arbeiten sie in frisch renovierten und neu eingerichteten Büros.

Neue Ausstattung schont die Gesundheit...

---

Rund drei Monate lang gingen im IPH die Handwerker ein und aus: Sie verlegten neuen Teppich und polierten die Fliesen, strichen die Wände und erneuerten die Fenster, statteten die Büros mit gläsernen Whiteboards aus und bauten neue Möbel auf. Diese sind nicht nur modern und komfortabel, sondern schonen auch die Gesundheit der Mitarbeiter: Ergonomische Stühle und höhenverstellbare Schreibtische beugen Rückenproblemen vor. Rund 300.000 Euro hat das IPH in die Renovierung des Gebäudes und die neue Ausstattung investiert – die Hälfte davon stammt aus Fördermitteln der Europäischen Union.

... und steigert den Wohlfühl-Faktor

---

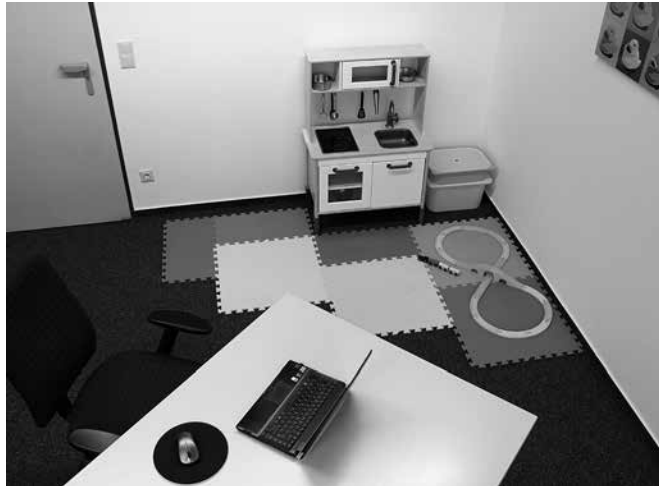
Von der Investition profitiert auch die Work-Life-Balance. Mit dem Rennrad zur Arbeit oder in der Mittagspause eine Runde joggen – das ist kein Problem mehr, denn im komplett renovierten Waschraum kann man duschen und sich umziehen. Neu eingerichtet wurde zudem die Gemeinschaftsküche: Dort können sich die IPH-Mitarbeiter in der Pause um eine Kochinsel mit Induktionsherd versammeln und zusammen Mahlzeiten zubereiten. Völlig neu ist das Eltern-Kind-Büro im Erdgeschoss, ausgestattet mit Wickeltisch, Kinderbett und Spielzeug: Bei Bedarf können die Mitarbeiter ihren Nachwuchs mit zur Arbeit bringen.

Komfortable Büroausstattung, moderne Räume, Freizeit- und Kinderfreundlichkeit: All das sieht IPH-Geschäftsführer Dr. Georg Ullmann als Investition in die Zukunft. "Eine angenehme Atmosphäre steigert die Arbeitsmotivation", ist er überzeugt. "Und im harten Kampf um Fachkräfte ist das ein großer Pluspunkt."

---

*Das Projekt wurde mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung über das Niedersächsische Kultusministerium gefördert.*

---



Dieses Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert.



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



Europa fördert  
Niedersachsen

[www.eu-foerdert.niedersachsen.de](http://www.eu-foerdert.niedersachsen.de)



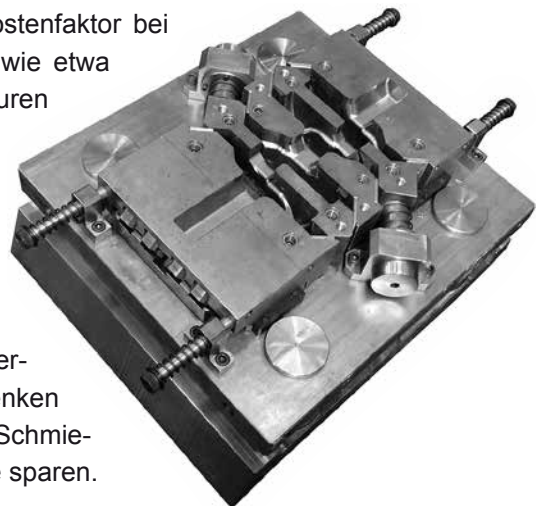
## Doppelt forschen für Europa

2014 war das Jahr der EU-Projekte: Zum ersten Mal hat das IPH für zwei Forschungsvorhaben gleichzeitig Fördermittel der Europäischen Union erhalten. Beide Projekte kommen der europäischen Schmiedeindustrie zugute, zu der vor allem kleine und mittelständische Unternehmen zählen. Europaweit beschäftigen diese Firmen etwa 68.000 Menschen und setzen jährlich rund 12 Milliarden Euro um.

Beide Forschungsprojekte haben zudem ein gemeinsames Ziel: Ressourcen und Energie sparen, um die Produktionskosten zu senken und gleichzeitig die Umwelt zu schonen. Dazu verfolgen die IPH-Wissenschaftler zwei unterschiedliche Ansätze. Im Projekt REForCh haben sie das sogenannte mehrdirektionale Schmieden erforscht, im Projekt CoVaForm konzentrieren sie sich auf das Querkeilwalzen. Dabei kooperieren sie mit Unternehmen und Forschungsinstituten aus sechs verschiedenen Ländern – von Spanien über Italien, Rumänien, Österreich und Deutschland bis zur Türkei.

### REForCh: Weniger Grat durch mehrdirektionales Schmieden

Das Material ist meist der größte Kostenfaktor bei der Herstellung von Schmiedeteilen wie etwa Kurbelwellen. Ein großer Teil des teuren Rohstoffs geht bei der spanenden Bearbeitung nach dem Schmieden verloren, wenn der überschüssige Grat entfernt wird. Im EU-Projekt REForCh hat das IPH ein Verfahren entwickelt, mit dem sich der Gratanteil beim Schmieden einer Zweizylinderkurbelwelle von 54 auf 7 Prozent senken ließ. Zudem konnten die Forscher in Schmiederversuchen rund 20 Prozent Energie sparen.



Möglich wird die Einsparung durch das sogenannte mehrdirektionale Schmieden: Ein speziell entwickeltes Werkzeug (Foto) formt das Metall nicht nur durch Druck von oben um, sondern gleichzeitig durch Druck von den Seiten. So lassen sich auch komplizierte Formen mit wenig Grat herstellen. Das Verfahren wurde bereits erfolgreich bei einem Industriepartner erprobt, bis zur Anwendungsreife ist es nur noch ein kleiner Schritt. Im September 2014 ging das Forschungsprojekt zu Ende.





---

### CoVaForm: Optimale Materialausnutzung dank Querkeilwalzen

---

Wie sich beim Schmieden teurer Titan- und Edelstahl-Bauteile wertvolle Rohstoffe einsparen lassen, erforscht das IPH im Projekt CoVaForm, das im Januar 2014 gestartet ist. Die Wissenschaftler untersuchen das sogenannte Querkeilwalzen, mit dem sich Vorformen für Schmiedebauteile äußerst effizient herstellen lassen: Die Materialausnutzung liegt bei fast 100 Prozent. Den europäischen Schmieden fehlt beim Querkeilwalzen allerdings noch die Erfahrung, insbesondere mit hochwertigen Materialien wie Edelstahl oder Titan. Dabei lohnt sich ein effizienter Materialeinsatz gerade bei diesen teuren Werkstoffen.

Um das Verfahren zu testen, wollen die Forscher ein Hüftimplantat aus Titan und ein Common-Rail aus bainitischem Stahl schmieden. Die Produktionskosten könnten sich durch das Querkeilwalzen deutlich senken lassen. Von den Forschungsergebnissen profitieren auf lange Sicht nicht nur die europäischen Schmiedeunternehmen, sondern auch jene Firmen, die geschmiedete Bauteile verwenden – allen voran die Automobilindustrie, aber auch die Medizin- und Luftfahrtbranche. Ausführliche Informationen zum Projekt CoVaForm finden sich auf Seite 50.

 [www.covaform.eu](http://www.covaform.eu)

---

*Gefördert werden beide Projekte durch das siebente Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7/2007-2013).*

---

---

## Trauer um Cornelia Teßmann

---

Sie hat als Sekretärin angefangen und sich bis zur Prokuristin hochgearbeitet: Ein Vierteljahrhundert lang war Cornelia Teßmann unermüdlich für das IPH im Einsatz. Am 21. Mai 2014 ist sie überraschend gestorben – im Alter von nur 54 Jahren. Das IPH trauert um eine äußerst engagierte, loyale und verlässliche Mitarbeiterin.



1989 bewarb sich die gelernte Industriekauffrau als Halbtagskraft fürs Büro. Zunächst kümmerte sie sich um die Post, den Terminkalender des Chefs und die Rechnungen – doch bei Sekretariatsaufgaben blieb es nicht lange. Ab 1991 war Cornelia Teßmann Assistentin der Geschäftsführung, sie erstellte Wirtschaftspläne und überwachte die Finanzen. Mit der Zeit übernahm sie immer verantwortungsvollere Aufgaben, 2012 ernannte die Geschäftsführung sie schließlich zur Prokuristin. Cornelia Teßmann engagierte sich stets mit ganzem Herzen in

ihrem Beruf, ihrer Krebserkrankung zum Trotz. Nachdem sie viele Jahre lang gegen die Krankheit gekämpft hatte, ist sie am 21. Mai 2014 nach einer Operation gestorben. Ihre ehemaligen Kollegen bleiben traurig und betroffen zurück – und sind in Gedanken bei ihrer Familie, ihrem Lebensgefährten und ihrem Sohn.

---

## Glückwünsche für Claudia Steen

---

Seit 25 Jahren ist sie am IPH tätig: 2014 hat Claudia Steen ihr Betriebsjubiläum gefeiert. Als sie im Oktober 1989 eingestellt wurde, hieß ihr Arbeitgeber noch CIM-Fabrik – und Claudia Steen war noch nicht Personalreferentin, sondern Teilzeitkraft im Sekretariat. Damals war sie 22 Jahre alt, hatte eine Ausbildung zur Industriekauffrau abgeschlossen und studierte neben dem Beruf Betriebswirtschaftslehre an der Leibniz-Akademie Hannover. Heute kümmert sie sich um sämtliche Personalangelegenheiten: Sie zahlt den IPH-Mitarbeitern pünktlich ihre Gehälter aus, sichtet jedes Jahr Hunderte von Bewerbungen, führt Vorstellungsgespräche und schreibt Arbeitszeugnisse. In ihren 25 Jahren am IPH hat sie 165 Ingenieure, Techniker und Verwaltungsmitarbeiter eingestellt sowie unzählige studentische Hilfskräfte und Praktikanten. Wir gratulieren zu diesem Erfolg!





---

## Neue Pressensteuerung dank Spende

---

Die Schmiedepresse des IPH ist technisch wieder auf dem neuesten Stand. Dank einer großzügigen Spende konnte die Pressensteuerung modernisiert werden, die Kraft und Geschwindigkeit der Umformmaschine steuert. Die bisherige Steuerung stammte noch aus den 1980er Jahren, Ersatzteile waren kaum noch erhältlich.

### Moderne Software macht Schmiedeversuche leichter

---

Ob Pleuel oder Kolben: Für fast alle Versuche zum Schmieden von Hochleistungsbau-  
teilen nutzen die IPH-Ingenieure die hauseigene Spindelpresse. Auch Experimente  
zum Verschleiß von Umformwerkzeugen und zu intelligenten Schmiedewerkzeugen  
haben die Forscher damit schon durchgeführt. Gerade bei Schmiedeversuchen müs-  
sen Energie und Geschwindigkeit der Presse immer wieder verändert werden, um  
die optimalen Parameter zu finden – eingestellt wird das über die Pressensteuerung.

Möglich war die Modernisierung mithilfe einer Spende: Die Lasco Umformtechnik  
GmbH erließ dem IPH einen Großteil der Kosten in Höhe von 150 000 Euro. Zwei  
Lasco-Mitarbeiter waren wochenlang vor Ort, demontierten die alte Pressensteu-  
erung, montierten die neue Hardware, installierten die Software und programmierten  
sie nach den Wünschen der Forscher.

Die neue Pressensteuerung erfasst interne Messwerte wie zum Beispiel die Press-  
kraft jetzt auch im zeitlichen Verlauf und zeigt sie in übersichtlichen Diagrammen an.  
Zudem speichert sie automatisch ab, welche Parameter zu welchem Zeitpunkt ein-  
gestellt waren – das erleichtert die Protokollierung von Schmiedeversuchen enorm.

---

# Industrie 4.0: Von der Theorie zur Praxis

---

Fahrzeuge lernen sprechen, Maschinen denken mit und Förderbänder kommunizieren miteinander: Industrie 4.0 macht all das möglich. Doch wie können Unternehmen davon konkret profitieren? Das IPH will die neuen Technologien nicht nur entwickeln, sondern auch in die Praxis bringen – deshalb hat sich das Forschungsunternehmen im Dezember 2014 an der Fachtagung Industrie 4.0 beteiligt.

Organisiert wurde die Veranstaltung vom niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr in Kooperation mit dem Arbeitgeberverband NiedersachsenMetall. Die Fachtagung richtete sich insbesondere an Vertreter kleiner und mittlerer Unternehmen aus Niedersachsen: Sie erfuhren, mit welchen neuen Technologien sie ihre Produktion noch effizienter gestalten können.

## Aktuelle Forschungsergebnisse in der Produktion anwenden

---

Zeit sparen lässt sich beispielsweise mit Transportfahrzeugen, die sich ganz ohne Fahrer auch in unbekannter Umgebung zurecht finden. In flexiblen Fabriken lassen sich individuelle Produkte nach Kundenwunsch fertigen. Und die Qualität lässt sich verbessern, wenn Maschinen sich selbst kontrollieren und beispielsweise die Geschwindigkeit beim Trennschleifen von Marmorplatten intelligent regeln.

All das erforschen die Wissenschaftler am IPH derzeit. Bei der Fachtagung stellten sie die Projekte interessierten Unternehmen vor. Diese können das vorhandene Expertenwissen nutzen, um effizienter zu werden – und sie können sich an neuen Forschungsvorhaben beteiligen, um die Zukunft der Produktionstechnik mitzugestalten.



---

# Fahrplan zum Dokortitel

---

In vier Jahren zum Dr.-Ing.: Damit künftig noch mehr IPH-Ingenieure dieses Ziel erreichen und ihre Dissertation erfolgreich abschließen, hat die Geschäftsführung 2014 einen Promotionsfahrplan entwickelt. Er soll die Mitarbeiter schnell und strukturiert zum Dokortitel führen.

## Sechs Meilensteine auf dem Weg zur Promotion

---

Wer am IPH promovieren will, ist in der Regel vier Jahre lang als Projektingenieur angestellt, bearbeitet in dieser Zeit Forschungsprojekte und berät Industriekunden. Neben dem Vollzeitjob schreiben die Ingenieure eigenverantwortlich an ihrer Dissertation. Bisher haben etwa zwei Drittel der ehemaligen IPH-Mitarbeiter den Dokortitel erlangt – diese Quote will die Geschäftsführung noch steigern.



Sechs Meilensteine markieren künftig den Weg zur Promotion. Nach etwa einem Jahr am IPH sollen die Doktoranden ihr Themengebiet abgesteckt haben und es anschließend mit den Kollegen abstimmen, um inhaltliche Überschneidungen zu vermeiden. Nach etwa zwei Jahren – also der Hälfte der durchschnittlichen Zeit am IPH – sollen die Doktoranden ein ausführliches Promotionsgespräch mit dem Professor führen, der ihre Arbeit betreut. Nach etwa drei Jahren sollten zentrale Ergebnisse vorliegen und rund ein halbes Jahr später in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift publiziert werden. Nach etwa vier Jahren sollte die Gliederung der Doktorarbeit feststehen und mit dem Professor abgestimmt worden sein.

## Der Lohn: Bis zu drei Monate bezahlte Zeit zum Schreiben

---

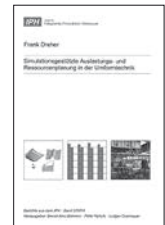
"Natürlich können auch andere Wege zu einer erfolgreichen Promotion führen", sagt IPH-Geschäftsführer Dr. Georg Ullmann. "Mit dem Promotionsfahrplan möchten wir unseren Mitarbeitern lediglich eine mögliche Struktur vorgeben, um ihre Dissertation zügig abzuschließen." In der Regel endet der Arbeitsvertrag am IPH nach vier Jahren. Jene Doktoranden, die den Fahrplan bis dahin erfolgreich absolviert haben, werden belohnt und können in Freistellung gehen – das heißt, sie werden bis zu drei Monate weiter bezahlt und können sich in dieser Zeit ganz dem Abschluss ihrer Dissertation widmen.

# Dissertationen



Astitouh, M.: Prozessüberwachung und -regelung beim Trennschleifen von Hartgestein. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2014, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2014.

Dreher, F.: Simulationsgestützte Auslastungs- und Ressourcenplanung in der Umformtechnik. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2014, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2014.



Faßnacht, P.: Algorithmische Auslegung von konturnahen Temperiersystemen in Spritzgießwerkzeugen durch ein hybrides System aus naturanalogen Verfahren. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 3/2014, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2014.

Kache, H.: Methode zur Auslegung von Querkeilwalzprozessen mittels Kleinskalierung am Beispiel der Halbwarmumformung. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 4/2014, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2014.



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

 [www.pzh-verlag.de](http://www.pzh-verlag.de)

---

# Zahlen und Fakten

---

## Umsatz (in Tausend Euro)

---

gesamt	3.205
Aufträge der Industrie	1.019
gemeinnützige Forschung	1.737
institutionelle Förderung	449

## Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

---

gesamt	57
Wissenschaftliches Personal / Berater	27
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	6
(studentische) Teilzeitbeschäftigte	24

## Projekte

---

gesamt	50
Aufträge der Industrie	22
gemeinnützige Forschung	28





---

## Ausgewählte Projekte

---

---

# Störung – was nun?

Flexibel auf Probleme in der XXL-Montage reagieren

---

*Bauteile werden zu spät geliefert, Maschinen fallen aus, die halbe Belegschaft wird krank: In der Montage von XXL-Produkten gehören Störungen zum Regelfall. Wie Unternehmen kurzfristig umplanen und Liefertermine trotz Störungen einhalten können, untersucht das IPH gemeinsam mit dem WZL in Aachen.*

Die Montage von großskaligen Produkten wie Windkraftanlagen, Containerschiffen und Turbinen ist besonders störanfällig, weil sich die Montageprozesse kaum standardisieren lassen – zu gering sind die Stückzahlen, zu individuell und komplex die Produkte. Insbesondere gilt das für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die XXL-Produkte herstellen. Kann beispielsweise das Rotorblatt einer Windkraftanlage nicht angebracht werden, weil der Kran defekt ist, geraten weitere Montagearbeiten in Verzug. Die Mitarbeiter auf der Baustelle müssen warten und haben Schwierigkeiten, den Fertigstellungstermin einzuhalten.

In der Praxis erfordert die Montage von großskaligen Produkten deshalb eine aufwändige Prozessplanung und -steuerung. Kommt es zum Störfall, werden Informationen über Prozessalternativen benötigt – sie zu beschaffen ist allerdings sehr aufwändig.

Wer schnell reagiert, gewinnt

---

Um es Unternehmen in Zukunft zu erleichtern, kurzfristig auf Störungen in der Montage zu reagieren, forscht das IPH in Kooperation mit dem Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen an der Entwicklung einer Methode zur Ermittlung von Prozessalternativen bei der Montage von XXL-Produkten. Die Methode, die die Forscher entwickeln wollen, berücksichtigt dabei die technologischen Vorrangbeziehungen des Produktes – also ob ein Montageprozess zwangsweise vor einem anderen durchgeführt werden muss. So können etwa die Rotorblätter einer Windkraftanlage erst an die Nabe angebracht werden, wenn die Nabe bereits am Montageort eingetroffen ist. Außerdem berücksichtigt die Methode den störungsbehafteten Montageprozess sowie alle weiteren Montageprozesse, die zum Zeitpunkt der Störung noch nicht durchgeführt wurden.

Zunächst wollen die Forscher die Vorrangbeziehungen von Montageprozessen anhand von Stücklisten, Arbeitsplänen und Konstruktionszeichnungen ableiten und



alternative Montageabläufe ermitteln. Da sich die Montage eines XXL-Produktes aus einer Vielzahl von Einzelprozessen zusammensetzt und Mitarbeiter- und Maschinenkapazitäten flexibel einsetzbar sind, ist die Anzahl der möglichen Prozessalternativen im Störfall sehr hoch. Umso schwieriger gestaltet sich die Wahl der bestmöglichen Alternative. Ausgewählt wird diese anhand logistischer Zielgrößen, besonders wichtig ist dabei die Termintreue. Außerdem wird überprüft, ob eine Prozessalternative überhaupt durchführbar ist – das ist sie beispielsweise nicht, wenn die benötigten Bauteile oder Maschinen nicht zur Verfügung stehen.


---

#### Pünktlich liefern trotz Störung

---

Letztlich soll die Methode als Softwaredemonstrator umgesetzt werden, der Unternehmen im Störfall dazu befähigt, kurzfristig Prozessalternativen zu ermitteln, zu bewerten und visuell darzustellen. Der Softwaredemonstrator soll intuitiv bedienbar, auf jedem Computer lauffähig und schnell sein. Unternehmen können damit im Störfall kurzfristig und aufwandsarm Prozessalternativen identifizieren, Montagestillstände minimieren und die Einhaltung von Lieferterminen verbessern.

*von Henrik Prinzhorn*

 [www.xxl-montage.de](http://www.xxl-montage.de)

---

*Das IGF-Vorhaben (17707 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 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Leichtbau-Karosserie nach Maß

Gewicht, Kraftstoff und Kosten sparen mit Tailored Hybrid Tubes

---

*Der Spritverbrauch von Kraftfahrzeugen kann durch Leichtbau gesenkt werden. Eine Möglichkeit zur Gewichtseinsparung bietet die Karosserie. Für ein gutes Fahrverhalten und eine hohe Crashesicherheit müssen leichtere Bauteile jedoch trotzdem den Anforderungen an Festigkeit und Steifigkeit genügen.*

Die Karosserie hat mit bis zu 40 Prozent einen großen Anteil am Gesamtgewicht jedes Kraftfahrzeugs. Die Automobilhersteller versuchen deshalb schon lange, das Gewicht zu verringern – beispielsweise durch Leichtbauwerkstoffe oder neue Rahmenstrukturen. Am IPH wird aktuell versucht, Werkstoff- und Strukturleichtbau zu kombinieren.

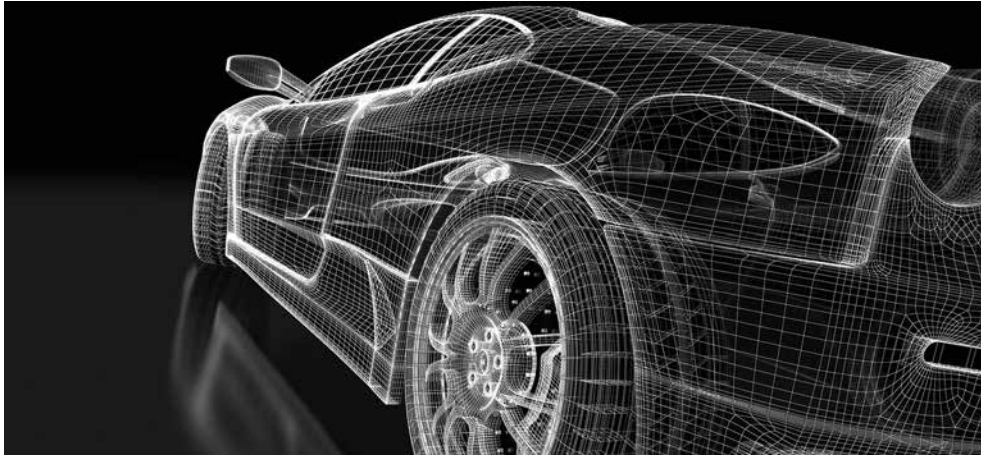
## Rohre machen's leichter

---

Rohrrahmenstrukturen sind hervorragend für Leichtbauanwendungen geeignet, da Rohre ein sehr gutes Verhältnis von Steifigkeit zu Gewicht besitzen. Hergestellt werden sie durch Innenhochdruckumformung: Dabei wird unter hohem Druck eine Flüssigkeit in das Rohr gepumpt, sodass es sich aufweitet und exakt an die Form anlegt, die durch das Werkzeug vorgegeben wird.

Industriell ist die Verwendung maßgeschneiderter Rohre etabliert, die beispielsweise in ihren Wanddicken, Formverläufen und Durchmessern angepasst sind. Da Karosseriebauteile stellenweise stark unterschiedlich beansprucht werden, werden diese sogenannten Tailored Tubes in hoch belasteten Bereichen verstärkt, also deutlich massiver gebaut, und in weniger belasteten Bereichen filigraner ausgelegt. Durch spezielle Anpassung der Tailored Tubes lassen sich Eigenschaften des Karosseriebauteils wie Steifigkeit, Festigkeit und Gewicht präzise einstellen.

Am IPH werden Tailored Tubes entwickelt, die aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen – sogenannte Tailored Hybrid Tubes. Vielversprechend ist die Kombination von Stahl und Aluminium, da Stahl wegen seiner hohen Festigkeit ideal an stark belasteten Bauteilbereichen eingesetzt werden kann und Aluminium mit seiner geringen Dichte in der Lage ist, das Karosseriegewicht weiter zu reduzieren. Die gleichzeitige Umformung beider Werkstoffe spart Arbeitsschritte und somit Zeit und Geld. Die Herausforderung besteht jedoch im unterschiedlichen Umformverhalten der Materialien.



### Laser macht's möglich

---

Von zentraler Bedeutung ist die Fügestelle, an der Stahl und Aluminium miteinander verbunden werden. Diese muss einerseits dicht sein, damit der Druck im Umformprozess nicht entweichen kann, und andererseits formbar bleiben, damit das Rohr sich an die Geometrie des Formwerkzeugs anpassen kann. Ein Schweißen von Aluminium und Stahl ist in dem Fall nicht möglich, weil dabei eine spröde Schweißnaht entsteht. Das Laser Zentrum Hannover e. V. erarbeitet daher im gemeinsamen Forschungsprojekt einen Laserlötprozesses, durch den eine umformbare Verbindung hergestellt werden kann.

Mit den Tailored Hybrid Tubes sollen Karosseriebauteile zukünftig in kürzerer Zeit und mit weniger Arbeitsschritten als bislang hergestellt werden können. Automobilhersteller und -zulieferer sparen dadurch Zeit und Geld. Für die Autofahrer zählt am Ende der Gewichtsvorteil im Fahrzeug, für den diese neuartigen Bauteile sorgen. Geringeres Gewicht bedeutet weniger Kraftstoffverbrauch, niedrigere Kosten und weniger Abgase – das schont die Umwelt und den Geldbeutel.

*von Jonathan Ross*

 [www.ihu-tht.de](http://www.ihu-tht.de)

---

*Das IGF-Vorhaben (18028 N) der Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT) und der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB) e. V. 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.*

---

---

# Schritt für Schritt zur effizienten Fabrik

## Optimale Produktionssysteme mithilfe von Materialflusssimulationen

---

*Wie müssen Arbeitsstationen angeordnet werden, damit eine Fabrik möglichst effizient ist? Und wie viel Personal ist nötig, damit alle Mitarbeiter gut ausgelastet, aber nicht überfordert sind? Das IPH beantwortet solche Fragen mithilfe von Materialflusssimulationen für seine Kunden.*

Je komplexer ein Produkt ist, desto komplexer ist in der Regel auch das erforderliche Produktionssystem. In diesem Produktionssystem müssen beispielsweise die Arbeitsstationen so angeordnet und aufeinander abgestimmt werden, dass ein möglichst hoher Leistungsgrad erreicht wird, die Arbeitsstationen optimal ausgelastet werden und die Bauteile nicht zu lange in Puffersystemen vor den Arbeitsstationen liegen bleiben.

Analysieren und optimieren lassen sich die Parameter eines Produktionssystems – zum Beispiel die Taktzeiten, das Layout oder die Kapazitäten – mithilfe von Materialflusssimulationen. Diese virtuelle Analyse und Optimierung gehört zu den Kernkompetenzen des IPH: Die Ingenieure haben bereits in zahlreichen Forschungs- und Industrieprojekten Materialflüsse simuliert. Zu den Industriekunden gehörte 2014 unter anderem ein Hersteller von Luftfedern für Lastwagen: Dieses Unternehmen konnte in Zusammenarbeit mit dem IPH sein bestehendes Produktionssystem optimieren.

### Simulation deckt Schwachstellen auf...

---

Ein reales Produktionssystem kann beispielsweise mit der Software Plant Simulation virtuell dargestellt, analysiert und bewertet werden. Neben vielen weiteren Eigenschaften und Parametern des Produktionssystems werden dazu beispielsweise die einzelnen Arbeitsstationen in der Simulationsumgebung modelliert und können bei Bedarf jederzeit neu angeordnet werden.

Grundsätzlich lassen sich alle modellierten Parameter beliebig verändern – beispielsweise die Maschinenverfügbarkeit oder der Einsatzort und die Anzahl der Mitarbeiter. Welche Auswirkungen diese Veränderungen auf die Leistungsfähigkeit des Produktionssystems haben, lässt sich anhand der Simulation zeigen. So deckt sie Optimierungspotenziale und Schwachstellen in der Produktion auf.



... und zeigt Verbesserungspotenzial

---

Gemeinsam mit dem Industriekunden wurden zunächst die Rahmenbedingungen des Produktionssystems aufgenommen. Dazu haben die IPH-Mitarbeiter zum Beispiel das Layout der Produktionshalle als Grundriss in der Simulationsumgebung hinterlegt und anschließend die aktuelle Anordnung der Arbeitsstationen auf dem virtuellen Grundriss abgebildet.

Die erste Simulation zeigte bereits einige Schwachstellen im bisherigen Produktionssystem: Die Auslastung der Arbeitsstationen war noch unbefriedigend, die Pufferkapazitäten vor den jeweiligen Arbeitsstationen reichten nicht aus und die Ausbringung war insgesamt zu gering.

Auf Basis der Erkenntnisse passten die Ingenieure des IPH das vorhandene Simulationsmodell an und erzeugten verschiedene Alternativen des Produktionssystems. Diese wurden wiederum mit unterschiedlichen Parametern – beispielsweise unterschiedlichen Mitarbeiterzahlen – simuliert, überprüft und validiert. Schritt für Schritt erhöhten die Ingenieure so die Auslastung der Arbeitsstationen und somit den Durchsatz des Gesamtsystems. Mithilfe der Simulationsergebnisse kann das Unternehmen sein Produktionssystem nun effizienter gestalten.

*von Lars Dohrmann*

---

# Die Energiewende nutzen

## Stromkosten senken durch angepasste Fertigungssteuerungsverfahren

---

*Unternehmen können die Energiewende nutzen, um Geld zu sparen – ganz ohne teure Investitionen. Weil der Strompreis künftig stark schwanken wird, können sie durch eine innovative Fertigungssteuerung energieintensive Aufträge zu Zeiten niedriger Preise bearbeiten und so ihre Energiekosten senken.*

Steigende Strompreise haben in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass der Anteil der Energiekosten an den Produktionskosten stark zugenommen hat. In einigen energieintensiven Branchen übersteigen die Energiekosten bereits die Personalkosten. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, brauchen gerade kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) Strategien, um ihre Energiekosten zu reduzieren.

### Schwankende Strompreise und Energieverbräuche nutzen...

---

Wie viel Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt werden kann, schwankt je nach Wind und Wetter. Weil dadurch mal mehr und mal weniger Strom für die Verbraucher verfügbar ist, wird auch der Strompreis in den kommenden Jahren stärkeren Schwankungen ausgesetzt sein. Unternehmen können das nutzen – denn auch ihr Energiebedarf schwankt. Produktionsanlagen benötigen nicht zu jeder Zeit gleich viel Strom. Ihr Energieverbrauch ist abhängig von Produkteigenschaften wie dem Material, der Größe oder Geometrie und den daraus folgenden Prozessparametern, beispielsweise der Temperatur, der Drehzahl und der Kraft der Maschinen.

Durch eine angepasste Fertigungssteuerung können energieintensive Aufträge systematisch zu Zeiten günstiger Energie bearbeitet werden. Dabei legt die Fertigungssteuerung fest, welcher Auftrag wann freigegeben wird, welche Kapazität angeboten wird und in welcher Reihenfolge die Aufträge bearbeitet werden. So lassen sich die Energiekosten beeinflussen – ganz ohne teure Investitionen in neue Maschinen oder Produktionstechniken.

Wie sich bestehende Fertigungssteuerungsverfahren um den Aspekt der Energiekosten erweitern lassen, untersucht das IPH im Forschungsprojekt "EnKoFer". Die Fertigungssteuerung soll künftig die Energiekosten mit einbeziehen, ohne die klassischen logistischen Zielgrößen zu vernachlässigen – kurze Durchlaufzeiten, hohe Termintreue, hohe Auslastung und geringe Bestände.





... und damit Energiekosten senken

---

Zunächst haben die Forscher Produkteigenschaften und Prozessparameter identifiziert, die Einfluss auf die Energiekosten haben. Anschließend haben sie ausgewählte bestehende Fertigungssteuerungsverfahren um Energiekostenfunktionen erweitert. Diese bewerten monetär, welche Auswirkungen unterschiedliche Auftragsfolgen und -freigaben auf die Energiekosten haben.

Die weiterentwickelten Fertigungssteuerungsverfahren sollen nun einerseits in Computersimulationen mit den ursprünglichen Verfahren verglichen werden und andererseits bei den Partnern des Forschungsprojektes praktisch angewendet werden. So lassen sich die Forschungsergebnisse realitätsnah validieren. Gleichzeitig entwerfen die Forscher Handlungsempfehlungen für die Einführung und Anwendung der entsprechenden Verfahren, mit denen KMU in Zukunft ihre Energiekosten reduzieren können.

*von Stefan Willeke*

 [www.enkofer.de](http://www.enkofer.de)

---

*Das IGF-Vorhaben (17900 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 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Automatisiert konstruiert ist halb montiert

Software hilft bei der Auswahl der richtigen Verbindungselemente

---

*Eine Software, die die Konstruktion und Montage von Vorrichtungen erleichtert, hat das IPH im Auftrag der Horst Witte Gerätebau Barskamp KG entwickelt. Das Programm fügt automatisiert Verbindungselemente wie Schrauben oder Bolzen in die CAD-Modelle ein und ermittelt mögliche Montagereihenfolgen.*

Die Horst Witte Gerätebau Barskamp KG stellt modulare Vorrichtungen und Spannsysteme her, mit denen sich Produkte präzise bearbeiten und montieren lassen. Auf den Spannsystemen können beispielsweise Bauteile fixiert werden, um sie zu fräsen oder zu zerschneiden, aber auch, um sie zu vermessen und ihre Qualität zu überprüfen. Zudem nutzen Designer die Vorrichtungen, um Prototypen aufzubauen – etwa das Armaturenbrett eines Autos.

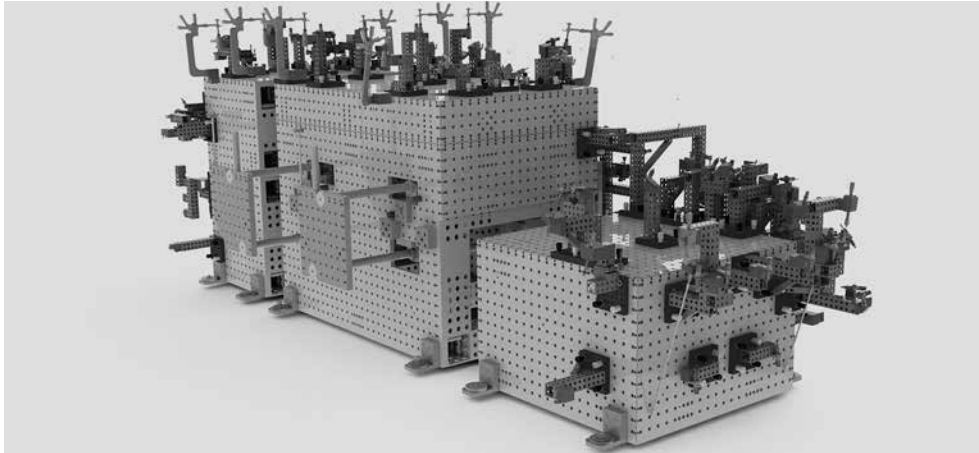
Nach dem Baukastenprinzip werden die Vorrichtungen speziell auf den jeweiligen Kundenwunsch hin erstellt. Bei den Bauteilen handelt es sich neben Grundplatten und Quadern auch um diverse Verbindungselemente. Die Ingenieure der Firma Witte konstruieren die Vorrichtungen mithilfe von CAD-Systemen und optimieren sie für die individuellen Anwendungsfälle der Kunden. Dabei entstehen oft äußerst komplexe Produkte – das Foto zeigt ein Beispiel für eine solche Konstruktion.

## Brücke zwischen Konstruktion und Montage

---

Damit die Vorrichtungen stabil sind und trotzdem jederzeit flexibel umgebaut oder demontiert werden können, werden spezielle Verbindungselemente benötigt, um die einzelnen Komponenten zusammenzuhalten – beispielsweise Stifte, Schraub- oder Schnellverbinder. Bereits bei der Konstruktion müssen die Ingenieure also die richtigen Elemente auswählen und in die CAD-Konstruktion einfügen. Früher mussten sie dafür jedes Verbindungselement einzeln in die Konstruktion laden und es manuell positionieren. Eine sehr aufwändige Arbeit, denn schon zur Verbindung von zwei Quadern können bis zu 15 Verbindungselemente nötig sein.

Um den Konstrukteuren die Arbeit zu erleichtern, hat das IPH im Auftrag der Horst Witte Gerätebau Barskamp KG eine Software entwickelt, die die notwendigen Verbindungselemente automatisiert in das CAD-Modell einer Vorrichtung einfügt. So können die Ingenieure viel Zeit einsparen. Außerdem ermittelt das Programm mögliche Montagereihenfolgen und erstellt eine detaillierte Stückliste, die den Monteuren



für den Zusammenbau der Vorrichtung zur Verfügung gestellt wird. Die Software bildet damit eine Brücke zwischen der Konstruktion und der Montage und beschleunigt beide Prozesse enorm.

#### IPH passt Software auf neues CAD-System an

---

Bisher haben die Ingenieure der Firma Witte ihre Konstruktionen mit der CAD-Software CATIA des Herstellers Dassault Systèmes erstellt. Weil das Unternehmen kürzlich noch eine weitere Software eingeführt hat – das CAD-Programm NX8 von Siemens – musste auch die Software des IPH in das neue System portiert werden. Schließlich sollten sämtliche Funktionen der bestehenden Software auch für Konstruktionen in NX8 zur Verfügung stehen. Um eine erfolgreiche Portierung zu gewährleisten, hat das IPH im Auftrag der Horst Witte Gerätebau Barskamp KG den Programmcode angepasst.

In beiden CAD-Systemen können die Ingenieure jetzt automatisiert Schrauben und Bolzen einfügen sowie Montagereihenfolgen und Stücklisten erstellen lassen – das erleichtert ihnen nicht nur die Konstruktion, sondern beschleunigt ebenso die anschließende Montage der Produkte.

*von Sarah Uttendorf*

---

# Jenseits des schmalen Grates

## Aluminium-Langteile erfolgreich gratlos schmieden

---

*Gratreduziertes Schmieden senkt die Kosten eines Schmiedeprozesses, weil weniger Material eingesetzt werden muss. Ein schmaler Grat lässt sich bis dato jedoch nicht gänzlich vermeiden, vor allem beim Aluminiumschmieden. Das IPH will das ändern – und damit die Qualität der Schmiedeteile verbessern.*

Im materialeffizienten Schmieden sind die Ingenieure des IPH mittlerweile Experten – schließlich haben sie sich bereits in zahlreichen Beratungsprojekten und Forschungsvorhaben mit der gratlosen und gratreduzierten Warmmassivumformung von Stahl beschäftigt. Sie haben Werkzeugkonzepte entwickelt, die eine Umformung aus mehreren Raumrichtungen (mehrdirektional) innerhalb eines Umformschrittes ermöglichen und so das eingesetzte Material besser ausnutzen. Diese innovativen Werkzeugkonzepte sollen nun auf andere Werkstoffe übertragen werden.

### Flittergrat stört beim Aluminiumschmieden

---

Leichtbaukonzepte werden immer wichtiger, auch beim Schmieden. Deshalb untersuchen die Ingenieure des IPH derzeit die Warmmassivumformung des Leichtbau-Werkstoffs Aluminium. Die größte Herausforderung beim gratlosen Aluminiumschmieden ist die Entstehung eines sehr dünnen Grates, des sogenannten Flittergrates.

Aluminium neigt wegen seiner spezifischen Fließeigenschaften besonders zur Flittergratbildung – vermeiden lässt sich dies nur mit ausreichendem Prozesswissen und geeigneten Werkzeugkonzepten. Der Flittergrat wirkt sich negativ auf die anschließende spanende Bearbeitung aus und erschwert insbesondere die genaue Positionierung des Schmiedeteils in der Werkzeugmaschine, sodass Lage- und Toleranzfehler am bearbeiteten Werkstück auftreten können.

Zwar kann der Bildung von Flittergrat grundsätzlich entgegen gewirkt werden, indem das Spaltmaß zwischen den formgebenden Elementen des Umformwerkzeugs eng begrenzt wird. Dies stellt jedoch extrem hohe Anforderungen sowohl an die Werkzeugfertigung als auch an die Prozessführung – eine wirtschaftliche Fertigung ist damit nicht möglich.



### Flittergratbildung verstehen und verhindern

---

Am IPH wird aktuell untersucht, welchen Einfluss verschiedene Prozessparameter auf die Flittergratbildung haben, etwa die Werkstücktemperatur und die Umformgeschwindigkeit. Dadurch wollen die Forscher Prozessgrenzen für ein flittergratfreies Schmieden definieren. Ferner untersuchen sie, wie praktikabel werkzeugintegrierte Dichtungskonzepte sind – diese sollen den Spalt verschließen, in welchem sich der Flittergrat bildet. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sollen so dazu beitragen, die Qualität gratlos geschmiedeter Aluminium-Longteile nachhaltig zu verbessern. Zudem kann der nachgelagerte Zerspanungsaufwand erheblich reduziert werden. Neben der reinen Materialeinsparung beim Schmieden können so auch weitere Kosten eingespart werden.

Aus den bisher grundlagenorientierten Forschungsergebnissen sollen in Zukunft praxistaugliche Ansätze zur Vermeidung von Flittergrat abgeleitet werden. Beispielsweise will das IPH bereits erprobte Technologien wie das mehrdirektionale Schmieden mit den neuen Erkenntnissen zur Flittergratvermeidung zusammenführen – und so eine Best-Practice-Lösung zum gratlosen und flittergratfreien Schmieden für Aluminium-Longteile ermöglichen.

*von Johannes Richter*

---

*Das Projekt "Entwicklung einer Prozesskette zum gratlosen Schmieden von Longteilen aus Aluminium" (STO 1011/4-1) wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.*

---

---

# Fahrerlos, flexibel und autonom

Das Transportfahrzeug der Zukunft denkt mit und interagiert mit Menschen

---

*Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) sind aus Fabriken und Lagerhallen nicht mehr wegzudenken. Allerdings sind sie noch sehr unselbstständig: Sie bewegen sich nur auf vorgegebenen Routen und können nicht flexibel reagieren, etwa wenn ein Mitarbeiter ein neues Ziel vorgibt. Das soll sich bald ändern.*

Was wäre, wenn Fahrzeuge so intelligent und anpassungsfähig wären wie der Mensch? Im Gegensatz zu aktuellen Produktions- und Transportsystemen können Menschen gut mit Veränderungen umgehen – sowohl mit physischen Veränderungen des Arbeitsplatzes als auch mit organisatorischen Veränderungen des Arbeitsablaufs. Fahrerlose Transportsysteme (FTS) funktionieren im Regelbetrieb zwar hinreichend effizient, sind aber meist zu unflexibel, wenn Störungen auftreten.

Zudem sind konventionelle FTS oft aufwändig in der Inbetriebnahme, da beispielsweise das Wegenetz manuell ausgelegt werden muss. Es besteht also Bedarf an Transportsystemen, die sowohl leistungsfähig als auch flexibel sind – und noch dazu einfach einzurichten, damit sie sich auch für kleinere Unternehmen lohnen.

---

## Das Fahrzeug erkennt selbstständig seine Umgebung...

---

Im Forschungsprojekt "FTF out-of-the-box" soll die Intelligenz und Flexibilität des Menschen auf Serien-Flurförderzeuge übertragen werden. Sie werden durch kognitive Technologien dazu befähigt, autonom Teilaufgaben in logistischen Prozessen zu erledigen sowie Transportaufträge eigenständig auszuführen.

Die FTF sollen als zukunftsweisende Out-of-the-box-Systeme eingesetzt werden – also ohne langwieriges Einrichten und ohne zusätzliche Orientierungshilfen wie Führungslinien oder Magnetsensoren. Die Technologien, die das IPH und seine Projektpartner im Forschungsvorhaben entwickeln, werden in einen manuell bedienbaren Schubmaststapler integriert. Sobald das FTF erstmals in Betrieb genommen wird, erfasst es eigenständig seine Umgebung und erstellt eine Art Landkarte. Dabei reagiert es auch auf dynamische Veränderungen wie etwa Hindernisse und berücksichtigt diese bei der Wegplanung. Das Navigationsmodul im Fahrzeug bestimmt den optimalen Fahrweg zum Ziel, und dank zwei 3D-Kameras in den Gabelzinken kann der Stapler Paletten erkennen und automatisiert aufnehmen.



Zusätzlich erfasst das Fahrzeug seine Umgebung mit zertifizierten Laserscannern. Sie gehören zu einem Sicherheitsmodul, das im Ernstfall übergeordnet auf die Fahrzeugsteuerung zugreifen kann und das FTF stoppt – damit es sich nicht nur autonom und flexibel durch die Fabrik bewegt, sondern auch unfallfrei.

... und versteht menschliche Sprache und Gesten

---

Die Kommunikation mit dem FTF erfolgt auf Basis einer sprach- und gestenbasierten Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Über ein Headset-Mikrofon kann der Bediener direkte Anweisungen erteilen und durch Gesten unterstützen. Er kann dem Fahrzeug beispielsweise zeigen, welche Palette es aufnehmen und ins Lager bringen soll. Bisher können FTF nur definierte Regalplätze ansteuern – auf Freiflächen ohne festes Ordnungssystem, etwa im Wareneingang, finden sie sich nicht zurecht. Durch die direkte Zusammenarbeit mit dem Menschen soll sich das ändern: Er zeigt dem Fahrzeug, welche Palette gemeint ist, oder sagt ihm: "Hole die dritte Palette von links." Das steigert die Effizienz enorm, nicht nur im Wageneingang – schließlich kann ein einziger Lagerarbeiter gleich mehrere Fahrzeuge steuern.

von Florian Podszus



[www.ftf-out-of-the-box.de](http://www.ftf-out-of-the-box.de)

---

*Das Projekt (Förderkennzeichen 01MA13005E) ist Teil des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Technologieprogramms Autonomik für Industrie 4.0. Projektträger ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).*

---

---

# Algorithmus hilft Kosten sparen

Programm ermittelt automatisch das günstigste Umbelegungs-Szenario

---

*Was tun, wenn zu viele Aufträge auf einer Maschine geplant sind? Man könnte sie auf andere Maschinen verlagern, sie später erledigen oder durch Zusatzschichten mehr Kapazität schaffen. Doch was ist die beste Lösung? Das errechnet eine Software, die das IPH für die Daimler AG entwickelt hat.*

Die Umformpressen der Daimler AG formen aus einfachen Blechen Teile für Autos, beispielsweise Motorhauben oder Türrahmen. Wenn die Nachfrage nach einem bestimmten Modell die Erwartungen übersteigt, kann es schnell passieren, dass die ursprüngliche Produktionsplanung kurzfristig verändert wird – dann soll eine Maschine plötzlich mehr Bauteile pressen, als sie in der geplanten Zeit schaffen kann.

Um diese sogenannte Überbelegung zu beheben, könnten einige Bauteile auf anderen Pressen oder zu einem anderen Zeitpunkt produziert werden, oder die benötigte Kapazität wird durch zusätzliche Schichten geschaffen. Diese Lösungen verursachen mitunter sehr unterschiedliche Kosten: Sonderschichten erhöhen die Personalausgaben, und wird der Auftrag auf später verschoben, können Lagerkosten anfallen. Werden die Bauteile auf anderen Maschinen produziert, entstehen Kosten für den Transport und das Einrichten der Maschine. Wie lässt sich also die kostengünstigste Lösung herausfinden?

Vom mathematischen Modell...

---

Das IPH hat im Auftrag der Daimler AG einen Algorithmus entwickelt, der das kostengünstigste Umbelegungsszenario automatisiert errechnet, und diesen Algorithmus in einem Softwarewerkzeug umgesetzt. In einem Vorgängerprojekt hatten die Ingenieure des IPH bereits ein Programm entwickelt, das die genauen Kosten einer Umbelegung berechnet. Hier waren die Ingenieure allerdings von fertig geplanten Umbelegungsszenarien ausgegangen – Lösungsalternativen ließen sich mit dem Programm nur schwer abbilden und vergleichen. Genau das sollte der neu entwickelte Algorithmus beherrschen.

Dazu haben die IPH-Mitarbeiter ein mathematisches Optimierungsproblem formuliert, das auf den Kostenberechnungen aus dem Vorgängerprojekt aufbaut. Der dort hinterlegte Algorithmus – die mathematische Rechenvorschrift zur Lösungsfindung – geht automatisch alle denkbaren Möglichkeiten zur Umbelegung durch und be-





rechnet die genauen Kosten, die bei jedem Szenario entstehen. Anschließend wählt er die optimale Lösung aus – also jene mit den geringsten Gesamtkosten. Für eine automatische Optimierung muss das System etliche Regeln kennen und beachten: Beispielsweise dürfen Bauteile nur auf solche Pressen umbelegt werden, die genug Kraft haben.

... in den Arbeitsalltag der Produktionsplaner

---

Der Optimierungs-Algorithmus wurde anschließend mit der Programmiersprache VBA in einem Excel-Werkzeug umgesetzt. Um die praktische Anwendung in der Produktionsplanung zu vereinfachen, haben die IPH-Ingenieure viel Wert auf eine benutzerfreundliche Oberfläche gelegt.

Die Daimler-Mitarbeiter können in das Programm nun alle notwendigen Basisdaten einfügen – zum Beispiel die Kosten von Pressen oder Transporten – und sich anschließend automatisch das günstigste Umbelegungsszenario anzeigen lassen. Weil eine einzelne Umbelegung manchmal nicht ausreicht, ist das Programm zudem in der Lage, ganze Verkettungen von Umbelegungen zu erstellen und zu bewerten.

Durch eine detaillierte Angabe aller Kosten und die Gegenüberstellung verschiedener Umbelegungsmöglichkeiten finden die Produktionsplaner der Daimler AG so ohne viel Aufwand die am besten geeignete Umbelegung heraus. Damit können sie Transportkosten, Lagerkosten sowie Lohn- und Maschinenkosten sparen.

*von Michael Zenker*

---

# Schneller schmieden ohne Grat

IPH entwickelt verkürzte Prozesskette zur Kurbelwellen-Herstellung

---

*Kurbelwellen werden industriell mit viel Grat geschmiedet. Um Material zu sparen, hat das IPH erfolgreich das gratlose Schmieden in vier Stufen entwickelt. Jetzt wollen die Forscher die Prozesskette auf drei Stufen verkürzen, ohne dass Falten und Fehler am fertigen Bauteil entstehen.*

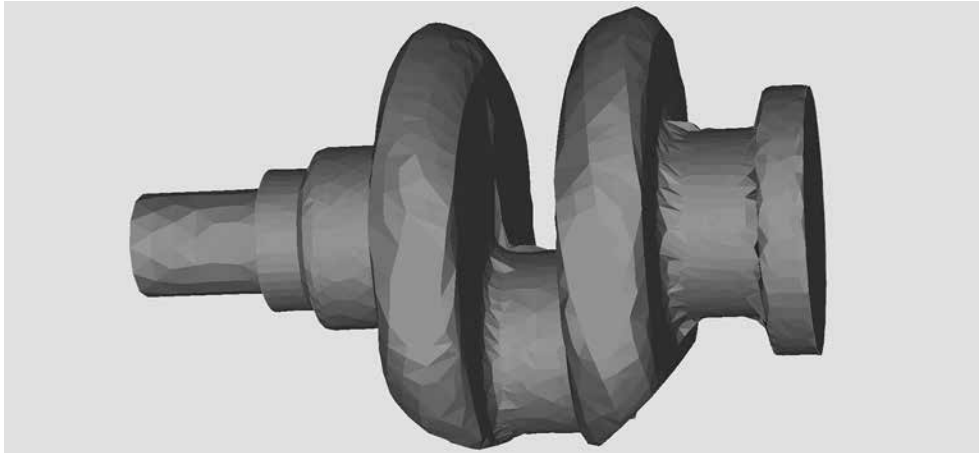
Derzeit lassen sich Kurbelwellen in vier Stufen gratlos schmieden: Beim ersten Schritt, dem Querkeilwalzen, rollt ein zylindrisches Rohteil zwischen zwei mit Keilen besetzten Werkzeugplatten hindurch. Dabei bilden sich Masseanhäufungen, die im zweiten Schritt – dem Querfließpressen – asymmetrisch verschoben werden. Anschließend wird das Bauteil in ein mehrdirektionales Werkzeug eingelegt. Hier wird gleichzeitig die längliche Vorform verkürzt, die Lagerstellen werden versetzt und aus den Masseanhäufungen bilden sich die Kurbelwangen. Seine finale Kontur erhält das Bauteil im vierten Schritt, dem Fertigschmieden.

Um zukünftig die Durchlaufzeit in der Serienproduktion zu verringern und die Herstellungskosten zu senken, soll diese Stadienfolge auf drei Stufen verkürzt werden. Das IPH erforscht derzeit, ob der zweite Schritt des Querfließpressens ausgelassen werden kann. Bisher ist das problematisch, denn beim direkten Schritt vom Querkeilwalzen zum mehrdirektionalen Umformen entstehen häufig Grat und Falten. Zudem kann sich die Form der Kurbelwangen bei der mehrdirektionalen Umformung ungünstig ausbilden: Wenn zu viel Material in die Lagerstellen fließt, wird beim abschließenden Fertigschmieden keine Formfüllung erreicht.

Ziel der Forscher: Eine Vorform ohne Fehler

---

Um herauszufinden, wie sich solche Fehler vermeiden lassen, erforschen die Wissenschaftler am IPH den Einfluss des Querkeilwalzens auf die mehrdirektionale Umformung. Systematisch untersuchen sie all jene Parameter, von denen abhängen könnte, ob Falten und Grat entstehen. Am Querkeilwalzwerkzeug lassen sich Parameter wie der Schulterwinkel und die prozentuale Querschnittsflächenreduzierung einstellen; bei der Auslegung des mehrdirektionalen Umformwerkzeuges müssen die Höhe des Lagerversatzes und der Stauchweg berücksichtigt werden. Um unterschiedliche Parameterkombinationen zu testen, lesen die Forscher die Werkzeug- und Vorformdaten in das Simulationsprogramm "Forge NxT" ein. Zudem definieren sie Randbedingungen wie Reibung, Temperatur, Kinematik und Wärmeübergang.



So finden die Forscher jene Parameterkombinationen, mit denen sich fehlerfreie Kurbelwellen-Vorformen (siehe Bild) herstellen lassen, die nach der mehrdirektionalen Umformung weder Grat noch Falten aufweisen. Anhand dieser Erkenntnisse wollen sie anschließend reale Werkzeuge fertigen und praktische Versuche durchführen.

Verbindung zum Getriebe wird ebenfalls erforscht

---

Im Motor übertragen Kurbelwellen die Kraft des Kolbens auf das Getriebe. Beim Schmieden müssen deshalb in der Regel nicht nur die Lager und die Kurbelwangen ausgeformt werden, sondern auch sogenannte Nebenformelemente wie Zapfen und Flansch, die die Enden der Kurbelwelle mit dem Getriebe verbinden. Durch diese Verbindungselemente ist die Kurbelwelle nicht mehr spiegelsymmetrisch, was direkten Einfluss auf die Umformung hat und bei der Auslegung der Werkzeuge berücksichtigt werden muss. Am IPH werden deshalb Kurbelwellen mit und ohne Nebenformelemente untersucht.

Die Forschungsergebnisse sollen dazu beitragen, die Produktion von Kurbelwellen weiter zu optimieren – und der Schmiedeindustrie helfen, Zeit, Material und Kosten zu sparen.

*von Neelam Rasche*

---

*Das Projekt "Prozesskombination des Querkeilwalzens mit der mehrdirektionalen Umformung" (STO 1011/5-1) wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.*

---

---

# Automatisierte Reinigung spart Zeit

## Konzeption einer flexiblen Trockenstrahlanlage

---

*Die Automatisierung von Produktionsprozessen erleichtert die Arbeit, erhöht die Produktivität und die Qualität. Doch nicht für alle Anwendungsfälle existieren schon Automatisierungslösungen. Das IPH unterstützt Unternehmen dabei, manuelle Arbeiten sinnvoll zu automatisieren – etwa das Trockenstrahlen.*

In vielen Unternehmen, beispielsweise in Gießereien, müssen Metallbauteile von fest anhaftenden Verunreinigungen oder Beschichtungen gereinigt werden – erst dann können sie weiter bearbeitet werden. In der Regel werden die Bauteile per Trockenstrahlen von Hand gereinigt. Dieser Bearbeitungsvorgang ist jedoch sehr aufwändig.

Bei der manuellen Reinigung führt ein Mitarbeiter in einer abgedichteten Kabine eine Strahlpistole über das Bauteil und entfernt auf diese Weise Verunreinigungen. Weil dabei jede Menge Staub, Strahlmittel und abgelöste Verunreinigungen in die Luft gewirbelt werden, muss der Mitarbeiter während seiner Arbeit eine Schutzausrüstung tragen. Das Gewicht und die Hitze des Anzugs sind eine große körperliche Belastung. Zudem dauert die manuelle Reinigung lange, erfordert viel Personal bei vergleichsweise geringer Prozessleistung und die Qualität der Arbeitsergebnisse schwankt.

### Automatisierung auch für schwierige Fälle

---

Trotzdem ist die manuelle Bearbeitung bis heute Stand der Technik – denn anders als eine Maschine ist der Mensch in der Lage, Bauteile mit ganz unterschiedlichen Formen zu reinigen. Er erkennt beispielsweise, ob ein Bauteil eine zusätzliche Bohrung hat und berücksichtigt dies bei der Reinigung. Herkömmliche Automatisierungslösungen sind dazu nicht in der Lage: Sie sind in der Regel für genau bekannte Bauteile ausgelegt und arbeiten feste Programme ab.

Mitarbeiter des IPH haben daher für einen Kunden aus dem Sondermaschinenbau eine flexible Automatisierungslösung entwickelt, die auch dieser schwierige Aufgabe gewachsen ist. Die Anlage erfasst per Laserscanner die Kontur des Bauteils und passt den Abstand der Trockenstrahl-Düsen automatisch an diese Form an.



Systematisch, schnell und effizient zum Ziel

---

Zur Konzeption dieser flexiblen Automatisierungslösung haben die IPH-Mitarbeiter zunächst gemeinsam mit dem Kunden Anforderungen aufgenommen und in einem Lastenheft dokumentiert. Auf dieser Basis haben die Ingenieure vielfältige technische Lösungen für die einzelnen Prozessschritte entwickelt. Dabei haben sie insbesondere auch Lösungen aus anderen Branchen betrachtet und auf ihre Einsetzbarkeit geprüft. Gemeinsam mit dem Kunden haben die IPH-Mitarbeiter dann verschiedene Lösungen ausgewählt, verändert und kombiniert.

Durch einen Abgleich mit den Anforderungen des Lastenhefts konnten die Ingenieure die Stärken und Schwächen der einzelnen Konzepte aufzeigen. Als vorteilhaft erwiesen sich technisch einfache Konzepte, da diese sehr robust und kostengünstig zu realisieren waren. Zur Positionierung der Strahldüsen wurde daher statt eines Robotersystems ein System mit nur wenigen mechanischen Achsen ausgewählt.

Für den Sondermaschinenbauer hat sich die Beratung durch das IPH gelohnt: Das Unternehmen verfügt nun über ein Maschinenkonzept, mit dem sich auch Bauteile mit sehr unterschiedlichen Geometrien automatisiert reinigen lassen. Die körperliche Belastung der Mitarbeiter wird reduziert, und die Bauteile können in Zukunft schnell, kostengünstig und in gleichbleibender Qualität gereinigt werden. Im internationalen Wettbewerb bleibt der Sondermaschinenbauer somit konkurrenzfähig und kann seine Marktposition weiter ausbauen.

*von Aaron Bentlage*

---

# Produktionsanlauf leicht gemacht

Reifegradplanung unterstützt KMU beim Aufbau neuer Standorte

---

*Einen neuen Produktionsstandort aufbauen – damit haben Großkonzerne viel Erfahrung. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die nur selten neue Produkte auf den Markt bringen oder Standorte im Ausland eröffnen, ist der Produktionsanlauf wesentlich schwieriger. Jetzt erhalten sie Unterstützung.*

Um neue Absatzmärkte zu erschließen oder Kosten zu reduzieren, bauen auch KMU neue Produktionsstandorte im In- und Ausland auf. Im Gegensatz zu Großkonzernen haben sie aber meist wenig Erfahrung damit – zumal der Produktionsanlauf ein sehr komplexer Vorgang ist, bei dem viele Prozesse gleichzeitig betrachtet werden müssen. Wird eine Fabrik neu in Betrieb genommen, funktioniert nicht sofort alles reibungslos. Vielmehr müssen die Produktqualität, die Ausbringungsmenge und weitere Kennzahlen erst langsam erhöht werden. Diesen Prozess bezeichnet man als Produktionsanlauf. Bis sich alle Arbeitsabläufe eingespielt haben, die Maschinen optimal eingestellt sind und die richtigen Bauteile zum richtigen Zeitpunkt bereitgestellt werden, kann es Monate dauern.

An einem neuen Standort kommen noch weitere Herausforderungen hinzu: Beispielsweise müssen Unternehmen neue Zulieferer identifizieren und qualifizieren, ebenso wie neue Mitarbeiter. Im Ausland können zudem rechtliche Rahmenbedingungen oder Sprachbarrieren zu Problemen führen. Auch das müssen Unternehmen bei der Planung des Produktionsanlaufs beachten – sonst ergeben sich schnell Verzögerungen, die Zeit und Geld kosten. Im Extremfall führen die Probleme sogar zum Scheitern des neuen Standorts.

## Kennzahlen machen komplexe Prozesse beherrschbar

---

Unterstützung beim Aufbau neuer Produktionsstandorte erhalten kleine und mittlere Unternehmen jetzt vom IPH und vom IPRI – International Performance Research Institute. Im Forschungsprojekt "Ramp-up-Maturity" entwickeln die Wissenschaftler aktuell eine Methodik, die den Produktionsanlauf für KMU beherrschbar machen soll.

Zunächst wurden alle Prozesse, die bei einem Produktionsanlauf an einem neuen Standort durchgeführt werden müssen, identifiziert und in eine zeitliche Reihenfolge gebracht – von der Produktentwicklung über die Planung des Produktionsprozesses bis zur Fertigung der Nullserie und schließlich dem Hochlauf der Produktion.



Anschließend haben die Forscher jedem Prozess qualitative und quantitative Kennzahlen zugeordnet, anhand derer Unternehmen die Güte des Prozesses planen und überwachen können. Zum Prozess "Pilotserie" gehören etwa die Kennzahlen "Ausbringungsmenge" und "Ausschussquote". Im nächsten Schritt wurden den einzelnen Kennzahlen der Prozesse jeweils fünf Ausprägungsbereiche zugeordnet – sogenannte Reifegradstufen. Bei der Planung des Produktionsanlaufs kann das Unternehmen festlegen, welchen Reifegrad eine Kennzahl zu einem bestimmten Zeitpunkt erreichen soll. So lässt sich später überwachen, ob der Plan eingehalten wird.

#### Einfache Anwendung für KMU

---

Damit Unternehmen auf einen Blick erkennen können, welchen Reifegrad ihr Produktionsanlauf aktuell erreicht, wollen die Forscher die rund 90 Kennzahlen zu wenigen Werten zusammenfassen und anschließend ein Softwaretool entwickeln, womit sich die Methodik einfach anwenden lässt. Zudem wollen sie Handlungsmaßnahmen identifizieren, mit denen Unternehmen auf Abweichungen vom Soll-Zustand reagieren können – damit die Produktion am neuen Standort planmäßig beginnen kann.

*von Christian Böning*



[www.ramp-up-maturity.de](http://www.ramp-up-maturity.de)

---

*Das IGF-Vorhaben (485 ZN) 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 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Fördertechnik auf dem Prüfstand

## Neues Angebot des IPH: Laufwiderstandsmessung von Tragrollen

---

*Vom Fließband in der Fabrik bis zum Fördergurt im Bergbau: Wie viel Energie eine Förderanlage benötigt, hängt auch vom Laufwiderstand der Tragrollen ab. Testen lässt sich dieser jetzt am IPH: Das Unternehmen bietet seit 2014 Tragrollenprüfungen als Dienstleistung an.*

Sie transportieren Waren zur Supermarkt-Kasse, Pakete durchs Logistikzentrum und tonnenschweres Eisenerz vom Tagebau zum Hafen: Gurtförderanlagen kommen überall zum Einsatz. Ein wesentlicher Bestandteil solcher Anlagen sind die Tragrollen, über die der Fördergurt hinweg gleitet. Sie bestehen in der Regel aus einer Achse, die in zwei Rillenkugellagern befestigt ist, und dem Tragrollenmantel, der den Aufbau mit verschiedenen Dichtungselementen umschließt.

Durch die Reibung in den Lagern und Dichtungselementen entsteht der sogenannte Laufwiderstand der Tragrollen. Er wirkt der Antriebsleistung direkt entgegen und beeinflusst somit den Energiebedarf der gesamten Förderanlage. Bei einer zehn Kilometer langen Hangabtriebsförderanlage können bis zu 26.000 Tragrollen verbaut sein. Schafft man es, den Tragrollenlaufwiderstand von beispielsweise 6 Newton auf 3 Newton zu halbieren, kann die gesamte Anlage mit fünf bis zehn Prozent weniger Energie auskommen.

### Prüfung nach DIN und unter Einsatzbedingungen

---

Um den Laufwiderstand von Tragrollen unabhängig zu überprüfen, gibt es in ganz Deutschland nur zwei wissenschaftliche Einrichtungen. Eine von ihnen ist das IPH: Hier lassen sich seit 2014 Tragrollen gemäß DIN 152074 und DIN 22112 testen. Nach DIN 22112 werden die Tragrollen bei einer Auflast von 250 Newton, 650 Umdrehungen pro Minute und einer Temperatur von 20°C geprüft – so sind die Testergebnisse für Tragrollen unterschiedlicher Hersteller miteinander vergleichbar.

Das IPH kann die Prüfparameter aber auch spezifisch auf den späteren Einsatzfall anpassen. Im Tagebau beispielsweise sind schwere Auflasten von bis zu 8.000 Newton, schnelle Fördergeschwindigkeiten von bis zu 8 Metern pro Sekunde und ortsspezifische Temperaturen von -30 bis +40°C keine Seltenheit. Tragrollen, die unter DIN-Bedingungen einen sehr geringen Widerstand haben, können sich bei solchen Extrembedingungen ganz anders verhalten – deshalb testet das IPH sie





unter jenen Bedingungen, die am Einsatzort herrschen.

Messen lässt sich aber nicht nur der Laufwiderstand: Das IPH verfügt auch über Messeinrichtungen zur Bestimmung der Rundlauf toleranz, der axialen Verschiebbarkeit, der Losbrechmasse und der Wuchtgüte. So können die Ingenieure beispielsweise herausfinden, ob die Tragrollen im Einsatz ins Schlingern geraten würden.

#### Tragrollen mit eigenem Antrieb

---

Konventionelle Förderanlagen werden von einem zentralen Motor am Kopf der Anlage angetrieben. Um den Energiebedarf zu reduzieren, können aber auch Zwischenantriebe in Form von angetriebenen Tragrollen eingesetzt werden – dann genügt ein schwächerer Motor am Kopf. Zudem sind solche dezentral angetriebenen Förderstrecken flexibler, weil sie abschnittsweise aneinandergesetzt und nachträglich erweitert werden können.

Für die Prüfung von angetriebenen Tragrollen existieren allerdings noch keine Vorschriften oder Normen. Das IPH hat daher ein neues Forschungsvorhaben beantragt: Darin soll ein Prüfstand entwickelt werden, mit dem auch das Laufverhalten angetriebener Tragrollen charakterisiert werden kann. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts könnten dann in neue DIN-Normen zur Tragrollenprüfung einfließen.

*von Sebastian Schirmmacher*



[www.iph-hannover.de/tragrollenpruefungen](http://www.iph-hannover.de/tragrollenpruefungen)

---

# Material sparen heißt Geld sparen

Mit Querkeilwalzen teure Werkstoffe effizienter nutzen

---

*Ob Motorbauteile, Turbinenschaufeln oder Hüftimplantate: Bei der Herstellung von Schmiedelangteilen ist das Material der größte Kostenfaktor – besonders, wenn Titan oder hochlegierte Stähle verwendet werden. Querkeilwalzen kann den Materialaufwand und somit die Kosten reduzieren.*

Beim Schmieden von Langteilen lässt sich Material einsparen, wenn das Querkeilwalzen als erste Vorformoperation eingesetzt wird. Querkeilwalzen ist ein Fertigungsverfahren, bei dem die Umformung mit einem oder mehreren Keilen erfolgt, die sich tangential zum Werkstück bewegen. Die entsprechenden Werkzeuge gibt es sowohl in Rundbacken- als auch in Flachbackenbauart.

Während Rundbackenwerkzeuge für hohe Stückzahlen wirtschaftlich sind, lohnt sich ihr Einsatz für kleinere Losgrößen aufgrund der hohen Werkzeugkosten nicht. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die niedrige Stückzahlen fertigen, sind daher Querkeilwalzwerkzeuge in Flachbackenbauart interessanter: Hier sind die Werkzeug- und Anlagenkosten geringer, allerdings ist auch die Produktivität im Vergleich zu Rundbacken niedriger.

Querkeilwalzen soll sich auch für KMU lohnen

---

Aktuell sind am Markt fast ausnahmslos hochpreisige Anlagen in Rundbackenbauart verfügbar. Das IPH will das ändern: Im EU-Projekt CoVaForm wird aktuell eine Maschine zum Flachbackenquerkeilwalzen entwickelt. Damit soll sich das Querkeilwalzen auch für kleinere Schmiedeunternehmen lohnen und dazu beitragen, die Produktionskosten deutlich zu senken.

Im Forschungsprojekt entwickelt das IPH eine ressourceneffiziente Prozesskette für zwei besonders hochpreisige Bauteile: Ein Hüftimplantat aus Titan und ein Common-Rail aus bainitischem Stahl für LKW-Motoren. Bei beiden Bauteilen handelt es sich um Langteile mit einer ungleichmäßigen Massenverteilung entlang der Längsachse. Diese werden aktuell mit einem äußerst hohen Gratanteil im Gesenk geschmiedet. Würde hier das Querkeilwalzen als Vorformoperation eingesetzt, bestünde bei der Verwendung derart wertvoller Materialien ein hohes Kosteneinsparpotential.



---

### Kleinserien ressourceneffizient schmieden und Kosten sparen

---

Da KMU in der Regel nur geringe Kapazitäten haben, um Kleinserien-Schmiedeprozesse zu optimieren, und nur sehr wenige Firmen die Auslegung des Querkeilwalzens beherrschen, unterstützen das IPH und weitere Projektpartner diese Unternehmen mit ihrer Forschung. Zunächst wollen sie generelles Wissen über die Auslegung von Querkeilwalzprozessen schaffen: Insbesondere müssen die Prozessgrenzen erforscht werden, denn nur mit stabilen Prozessen lassen sich die Potentiale des Querkeilwalzens für wertvolle Materialien voll ausschöpfen – insbesondere für Titan. Zudem erarbeiten die Forscher eine Methode zur einfachen Auslegung von Querkeilwalzprozessen und überprüfen diese mit Simulationen und Experimenten.

Anschließend entwickeln sie eine Querkeilwalzanlage in Flachbackenbauart speziell für die Anforderungen von KMU, die auch ohne zusätzliche Umformpresse funktionieren soll. In die neue Anlage wird auch eine Prozessüberwachung über thermographische Messungen integriert: Durch diese kontaktlose Überwachung können Walzteile mit Fehlern sofort detektiert und vor nachfolgenden Bearbeitungsschritten entfernt werden.

*von Thoms Blohm*

 [www.covaform.eu](http://www.covaform.eu)

---

*Das Forschungsprojekt und die daraus resultierenden Ergebnisse wurden gefördert durch das siebente Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7/2007-2013), geleitet von der REA – Research Executive Agency (<http://ec.europa.eu/rea>), unter der Fördernummer 606171 FP7-SME-2013.*

---

---

# Wie viel ist gerade genug?

## Bestandsoptimierung von Werkzeugen in Schmiedeunternehmen

---

*Viele kennen das: Der Kleiderschrank ist voll, das Konto leer. Analog dazu verhält sich das Problem, vor dem Schmiedeunternehmen stehen: Sie besitzen oft zu viele Werkzeuge, die Kapital binden und Platz brauchen. Aber wie viele Hemden – oder wie viele Werkzeuge – braucht man wirklich?*

Einfach zu bestimmen ist sie nicht – weder die "richtige" Anzahl an Hemden oder Blusen noch die aus logistischer Sicht optimale Anzahl an Schmiedewerkzeugen in einem Unternehmen. Viele Einflussfaktoren machen die Bestimmung des optimalen Bestands kompliziert.

### Auslastung, Reserven und Reparaturzeiten

---

Wer oft auf Dienstreise ist, braucht mehr Hemden – wer viele Bauteile schmiedet, braucht mehr Werkzeuge. Manchmal kommt es zu ungeplanten Abweichungen wie etwa der unerwarteten Einladung zu einer Veranstaltung, für die ein zusätzliches Hemd benötigt wird – oder zu einer ungeplanten Auftragsänderung, wodurch zusätzliche Teile geschmiedet werden müssen. Außerdem kommt es darauf an, wie lange die Hemden durchschnittlich in der Reinigung sind – oder wie lange es im Schnitt dauert, die Schmiedewerkzeuge zu warten oder aufzuarbeiten. Für diese Zeit müssen zusätzliche Werkzeuge vorhanden sein, damit die Produktion weitergehen kann.

Bisher konnte der optimale Werkzeugbestand nur simulationsgestützt bestimmt werden. Das ist jedoch sehr zeitaufwändig und daher nicht praxistauglich – zumal spezielle Simulationssoftware benötigt wird, die den meisten Unternehmen nicht zur Verfügung steht. Im Rahmen des Transferprojekts 13 des Sonderforschungsbereichs 489 hat das IPH ein einfach anzuwendendes mathematisches Modell entwickelt, um die optimale Anzahl an Werkzeugen zu bestimmen und Fehlplanungen zu vermeiden.

### Gerade genug, doch nicht zu viel

---

Der optimale Bestand an Hemden: Genau so viele, um niemals ohne ein passendes und sauberes Exemplar aus dem Haus zu müssen. Bezogen auf Schmiedeunternehmen heißt das: Die optimale Anzahl an Werkzeugen stellt sicher, dass es nicht



zu langen Produktionsausfällen kommt. Besitzt ein Unternehmen nur wenige Werkzeuge und müssen diese gewartet werden, kann das zu einem Verzug in der Werkzeugbereitstellung führen. Mitunter können Unternehmen das hinnehmen: Wichtig ist nur zu wissen, wie viel das Werkzeug im Durchschnitt zu spät kommen wird und was diese Auswirkungen dann kosten. Sind die Kosten geringer als die Anschaffung eines neuen Schmiedewerkzeugs, kann sich das lohnen.

Mithilfe des mathematischen Modells, das das IPH entwickelt und in einer Bewertungsmethode implementiert hat, können Schmiedeunternehmen sowohl die optimale Anzahl an Werkzeugen in einem Kreislauf bestimmen als auch den Werkzeugbereitstellungsverzug, der sich daraus ergibt. Bei der Entwicklung des Modells haben die Forscher auf bestehende Erkenntnisse der Kennlinientheorie zurückgegriffen und diese auf die neue Fragestellung angepasst. Darüber hinaus wurden Maßnahmen zur Verbesserung der betrieblichen Werkzeugversorgung erarbeitet. Die Ergebnisse wurden in einem Softwaredemonstrator umgesetzt. Damit können Unternehmen die optimale Werkzeug-Anzahl ganz einfach berechnen – ohne großen Zeitaufwand und ohne spezielle Simulationssoftware.

*von Philip Rochow*

 [www.sfb489.uni-hannover.de](http://www.sfb489.uni-hannover.de)

---

*Das Projekt "Entwicklung einer modellgestützten Bewertungsmethode zur Verbesserung der betrieblichen Werkzeugversorgung" (Transferprojekt 13 des Sonderforschungsbereichs 489: "Prozesskette zur Herstellung präzisionsgeschmiedeter Hochleistungsbauteile") wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.*

---

---

# Wenn Fabriken denken lernen

Intelligent, vernetzt und hochflexibel: Die Intralogistik von Morgen

---

*Vorausschauend planen, Entscheidungen treffen und sich flexibel an neue Situationen anpassen: Für den Menschen ist das selbstverständlich. Diese Fähigkeiten auch auf Maschinen zu übertragen, ist das Ziel des Forschungsprojekts "netkoPs – Vernetzte, kognitive Produktionssysteme".*

Hersteller passen ihre Produkte immer stärker an individuelle Kundenwünsche an. Beispiel Automobilindustrie: Hier haben die Käufer etliche Auswahlmöglichkeiten von der Motorleistung über die Lackfarbe bis zu optionaler Sonderausstattung wie Leichtmetallfelgen, Sitzheizung oder Getränkehalter. Die Folge ist eine geringere Zahl an baugleichen Produkten. Der Trend geht somit weg von der starren Massenproduktion am Fließband und hin zu flexiblen Fabriken, die je nach Kundenwunsch ganz unterschiedliche Varianten eines Produkts herstellen können.

Damit das funktioniert, müssen sich intralogistische Anlagen schnell und flexibel an Änderungen anpassen lassen. Im Forschungsprojekt netkoPs entwickelt das IPH deshalb ein Materialflusssystem, das mitdenkt, hochflexibel ist – und dabei genauso schnell und effizient ist wie die klassische Fließbandproduktion.

## Esperanto für die Fabrik: IPH entwickelt Maschinensprache

---

Das Ziel: Betriebsmittel und Produktionssysteme sollen mit den kognitiven Fähigkeiten des Menschen ausgestattet werden. Die einzelnen Maschinen sollen in Zukunft miteinander kommunizieren, Probleme erkennen und selbstständig Schlussfolgerungen ziehen. Zunächst müssen dafür alle Elemente des Produktionssystems vernetzt werden, um untereinander Informationen austauschen zu können. Wird ein Produkt auf ein Förderband gelegt, wird dem System mitgeteilt, worum es sich handelt und zu welcher Maschine es gebracht werden soll. Das Fördersystem transportiert das Produkt dann selbstständig dorthin und gibt wiederum Arbeitsanweisungen an die Maschine weiter.

Für diese Kommunikation wird eine formale Beschreibungssprache benötigt – eine Art Esperanto für die Fabrik. Diese sogenannte Production Modelling Language (ProductionML) entwickelt das IPH im Forschungsprojekt. Zudem sind Hardwarekomponenten nötig, die als "Dolmetscher" fungieren – schließlich "sprechen" die einzelnen Elemente des Produktionssystems bisher ganz unterschiedliche Sprachen.



### Flexible Fördermatrix statt Fließband

---

Vernetzung und Datenaustausch schaffen jedoch nur die Grundlagen auf dem Weg zur flexiblen Fabrik. Ebenso wichtig sind flexible Transportwege, damit nicht mehr jedes Produkt jede Maschine in derselben Reihenfolge ansteuern muss. Als Herzstück des Projekts entwickeln die Forscher eine flexible, entscheidungsfähige Fördermatrix, die starre Fließbänder ersetzen soll. Sie besteht aus einem Verbund von gleich aufgebauten Fördermodulen, die miteinander vernetzt sind und jeweils eine eigene Intelligenz besitzen. Da sich die Fördermatrix aus mehreren identischen Modulen zusammensetzt, ist sie skalierbar – ihre Größe lässt sich also individuell anpassen.

Damit der Transportvorgang reibungslos verläuft und es nicht zu Kollisionen oder Staus kommt, müssen zudem Routen geplant und reserviert werden. Dies erfolgt kooperativ durch Software-Agenten: Jedes Fördererelement besitzt einen eigenen Agenten, der mit den anderen Agenten des Systems die Planung vornimmt.

Im Team arbeiten, Absprachen treffen, vorausschauend planen: Wenn sich diese kognitiven Fähigkeiten des Menschen auf Maschinen übertragen lassen, können Produktionssysteme hochflexibel werden – und gleichzeitig hocheffizient.

*von André Heinke*

 [www.netkops.de](http://www.netkops.de)

---

*Das Projekt (Förderkennzeichen 02PJ2685) wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Projektträger ist das Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT).*

---

---

# Das IPH als Fachkräfte-Schmiede

## Schulungen zu Grundlagen und Anwendung der Massivumformung

---

*Schmiedeprozesse planen, am Computer simulieren und in der Praxis umsetzen: Das lernen Mitarbeiter von Umformtechnik-Unternehmen am IPH. Das Forschungs- und Beratungsunternehmen bietet maßgeschneiderte Schulungen vom Grundlagenseminar bis zur detaillierten Vermittlung aktueller Forschungsergebnisse.*

Wie lässt sich beim Schmieden Ausschuss vermeiden und Energie sparen? Wie plane ich eine Stadienfolge und wie simuliere ich sie am Computer? Welche Stahlsorte ist für mein Produkt geeignet – und bei welcher Temperatur funktioniert die Umformung optimal? Antworten auf Fragen wie diese erhalten Mitarbeiter von Umformtechnik-Unternehmen am IPH. Das Forschungs- und Beratungsunternehmen beschäftigt sich seit mehr als zwei Jahrzehnten mit der Massivumformung und gibt sein Wissen an die Industrie weiter.

### Individuelle Schulungen für jeden Wissensstand

---

Angeboten werden Schulungen für jeden Wissensstand und fast alle Berufsgruppen der Umformtechnik-Branche – vom Konstruktionsingenieur bis zum Vertriebsmitarbeiter. Die Schulungsinhalte sind modular aufgebaut und lassen sich individuell zusammenstellen. Je nach Vorkenntnissen und Anforderungen beschäftigen sich die Teilnehmer beispielsweise mit den Grundlagen der Umformtechnik, der Prozessauslegung, Werkzeugkonzepten oder der Begleitung und Auswertung von Umformversuchen.

Das Modul "Grundlagen der Umformtechnik" legt die Basis für das Verständnis von Umformprozessen: Die Teilnehmer beschäftigen sich mit den werkstoffkundlichen Grundlagen sowie mit unterschiedlichen Verfahren der Massiv- und Blechumformung. Angewendet werden die Kenntnisse im Modul "Prozessauslegung". Hier lernen die Teilnehmer beispielsweise, wie sie Stadienfolgen planen und Simulationsprogramme benutzen. Ausgehend von einer Fertigteilegeometrie entwickeln sie die einzelnen Prozessschritte, leiten Massenverteilungsdiagramme ab und simulieren die Umformschritte anschließend in einer FEM-Software.

Ein weiteres Modul beschäftigt sich mit Werkzeugkonzepten, für die das IPH ausgewiesener Experte ist: Das Institut erforscht seit Jahren beispielsweise das Querkeilwalzen, das mehrdirektionale Schmieden und die Innenhochdruckumformung.





Die Vorteile der verschiedenen Werkzeugkonzepte werden den Teilnehmern in der Schulung erläutert, ebenso wie die Herausforderungen bei deren Entwicklung und Anwendung.

Da das Lernen am praktischen Beispiel am effektivsten ist, können die Teilnehmer in einem Praxismodul Umformversuche begleiten. Hier lernen sie beispielsweise, wie bestimmte Prozessparameter das Ergebnis beeinflussen, etwa Temperatur und Umformgeschwindigkeit. Außerdem erlernen die Teilnehmer, mit welchen Analysemethoden die Umformversuche ausgewertet werden können – von Härte- und Rissprüfungen über Zugprüfungen bis zu Schlibbildinterpretationen.

2014 haben mehrere Unternehmen das Angebot genutzt, ihre Mitarbeiter am IPH weiterqualifizieren zu lassen – darunter auch die LASCO Umformtechnik GmbH. Der Anlagenhersteller aus Coburg hat neue Vertriebsmitarbeiter ohne umformtechnisches Vorwissen einarbeiten lassen: Sie erhielten am IPH Einblick in wichtige technische Aspekte, die ihre Vertriebstätigkeit erleichtern. Dank des modularen Aufbaus der Schulung und einer Eins-zu-eins-Betreuung konnten innerhalb einer Woche umfangreiche Kenntnisse vermittelt und Fragen detailliert beantwortet werden.

#### Hochqualifizierte Mitarbeiter als Wettbewerbsvorteil

---

Als Fachkräfte-Schmiede trägt das IPH somit dazu bei, hochqualifizierte Mitarbeiter auszubilden und den Wettbewerbsvorteil des Standorts Deutschland zu sichern. Besonders die Unternehmen der Massivumformung stehen unter einem enormen Innovationsdruck, um sich gegen die große Konkurrenz aus dem Ausland mit oftmals niedrigeren Lohnkosten durchzusetzen – und brauchen deshalb kompetente Mitarbeiter.

*von Johannes Knust*



---








## Projekte, Partner, Publikationen

---

---

## Projekte 2014


---

- S. 26-27 Adaptive Montage für XXL-Produkte (Mont4XXL)  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 03/2014 – 11/2015  
 [www.xxl-montage.de](http://www.xxl-montage.de)
- Akquisition und Nutzung von Lebenszyklus-Wissen für Produktinnovation (LeWiPro)  
Auftraggeber: BMBF/KMU-Innovativ | Laufzeit: 01/2013 – 06/2015  
 [www.lewipro.de](http://www.lewipro.de)
- Anpassung Montagesimulation  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2014 – 05/2014
- Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau  
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/1997  
 [www.akwzb.de](http://www.akwzb.de)
- Arbeitskreis XXL-Produkte  
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2010  
 [www.xxl-produkte.net](http://www.xxl-produkte.net)
- Automatisierte Auslegung des Wegenetzes für Fahrerlose Transportsysteme (FTS-Wegenetz)  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 01/2014 – 12/2015  
 [www.fts-wegenetz.de](http://www.fts-wegenetz.de)
- Automatisierte Bestimmung qualitätsgerechter und ressourceneffizienter Prozessparameter (AutoQuaRP)  
Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 11/2013 – 10/2015  
 [www.fqs-autoquarp.de](http://www.fqs-autoquarp.de)
- Automatisierte Unterstützung von Layoutauswahl und Konfiguration verketteter Produktionssysteme (AutoKon)  
Auftraggeber: AiF/GFaI | Laufzeit: 10/2012 – 09/2014  
 [www.autokon-anlagenplanung.de](http://www.autokon-anlagenplanung.de)
- S. 44-45 Automatisierungskonzept Trockenstrahlanlage  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2014 – 02/2015
- Bewertung und Nutzung von Belastungsflexibilität zur Adaption des Kapazitätsbedarfs an das Kapazitätsangebot in der Produktion (Belastungsflexibilität)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 01/2013 – 12/2014


Conservation of valuable materials by a highly efficient forming system (CoVaForm) S. 50-51  
Auftraggeber: EU | Laufzeit: 01/2014 – 12/2015

 [www.covaform.eu](http://www.covaform.eu)

Einbringen von Hinterschnitten in hochbelastete Bauteile durch mehrdirektionales Schmieden am Beispiel von Stahlkolben (Hinterschnittschmieden Stahlkolben)  
Auftraggeber: AiF/FOSTA | Laufzeit: 04/2014 – 02/2016

 [www.hinterschnittschmieden.de](http://www.hinterschnittschmieden.de)

Einsatz drahtloser Kommunikationstechnologie zur wirtschaftlichen Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen (DriveCoM)  
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 04/2013 – 03/2015

 [www.drivecom.iph-hannover.de](http://www.drivecom.iph-hannover.de)

Entwicklung einer Methode zur Quantifizierung entscheidungsrelevanter Ökologie- und Logistikkosten bei der Auswahl von Anlieferkonzepten  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2012 – 01/2015


 [www.anlieferkonzept.de](http://www.anlieferkonzept.de)

Entwicklung einer Methode zur simulationsgestützten Steuerung der Baustellenmontage (BauSim)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 05/2012 – 09/2014

Entwicklung einer modellgestützten Bewertungsmethode zur Verbesserung der betrieblichen Werkzeugversorgung (SFB T13) S. 52-53  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/2013 – 12/2014

Entwicklung eines Fertigungssteuerungsverfahrens zur kombinierten Steuerung von Demontage- und Nachbearbeitungsprozessen bei stationären XXL-Produkten (DemoSVer)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 08/2014 – 07/2016

Entwicklung eines Qualitätssystems zur inhaltlichen Bewertung von 8D-Reports (QuSys)  
Auftraggeber: AiF/GFal | Laufzeit: 11/2014 – 10/2016

 [www.qusys.de](http://www.qusys.de)

Ergänzung zu Projekt Anschlussbahn  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2014 – 12/2014

Fehlerbehebung Prüfstand

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2014 – 07/2014

S. 36-37 Flittergratvermeidung beim Präzisionsschmieden von Aluminium entlang der Prozesskette (ProGrAl)

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

Hybridschmieden – Kombiniertes Umformen und Fügen

Auftraggeber: AiF/FOSTA | Laufzeit: 12/2012 – 06/2014

Identifizierung der Anwendungsgrenzen der Fließfertigung für die XXL-Produktion und Übertragung ausgewählter Vorteile der Fließ- auf die Baustellenfertigung (Fließfertigung in der XXL-Produktion)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 07/2012 – 12/2014

 [www.fliessfertigung-xxl.de](http://www.fliessfertigung-xxl.de)

S. 28-29 Innenhochdruckumformen laserstrahlgelöteter Tailored Hybrid Tubes aus Stahl-Aluminium-Mischverbindungen für den automobilen Leichtbau (IHU-THT)

Auftraggeber: AiF/FAT/EFB | Laufzeit: 02/2014 – 01/2016

 [www.ihu-tht.de](http://www.ihu-tht.de)

S. 32-33 Integration von Energiekosten in Fertigungssteuerungsverfahren (EnKoFer)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 12/2013 – 11/2015

 [www.enkofer.de](http://www.enkofer.de)

Integrierter optischer Absolutgeber und Drehmomentmesser (IntegrAD)

Auftraggeber: AiF/DFAM/FKM | Laufzeit: 05/2014 – 04/2016

 [www.integrad.de](http://www.integrad.de)

Lageranalyse

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2014 – 08/2014

Materialflusssimulation

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2014 – 02/2015

Netzwerksteuerungsverfahren für eine synchrone Montageversorgung (NeSyMo)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 02/2013 – 07/2015

S. 40-41 Optimierung Umbelegungsszenarien

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2013 – 07/2014

- Portierung Montagesimulation S. 34-35  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2014 – 01/2015
- Potentialanalyse Drückwalzen  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2014 – 01/2015
- Praxisseminar Fabrikplanung  
 Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 10/2014  
 [www.praxisseminar-fabrikplanung.de](http://www.praxisseminar-fabrikplanung.de)
- Prozesskombination Querkeilwalzen mit mehrdirektionaler Umformung (ProKomb) S. 42-43  
 Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 06/2014 – 05/2016
- Rail Transport Mobilität Optimierung (RTMO)  
 Auftraggeber: FFG | Laufzeit: 09/2014 – 10/2015
- Reifegradplanung und -überwachung für den Anlauf zusätzlicher Produktionskapazitäten an neuen Standorten als Entscheidungsbasis für die Aufrechterhaltung oder Nachbesserung (Ramp-up-Maturity) S. 46-47  
 Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 07/2013 – 06/2015  
 [www.ramp-up-maturity.de](http://www.ramp-up-maturity.de)
- Resource efficient forging process chain for complicated high duty parts (REforCh) S. 16  
 Auftraggeber: EU | Laufzeit: 10/2012 – 09/2014  
 [www.reforch.eu](http://www.reforch.eu)
- Schulung S. 56-57  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2014 – 09/2014
- Situative Verhaltenssteuerung für interaktive, fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF out-of-the-box) S. 38-39  
 Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 10/2013 – 09/2016  
 [www.ftf-out-of-the-box.de](http://www.ftf-out-of-the-box.de)
- Szenariensimulation Anschlussbahn  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2012 – 08/2014
- Tragrollenprüfungen S. 48-49  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2014 – 07/2014

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2014 – 09/2014

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2014 – 11/2014

S. 30-31 Unterstützung Materialflusssimulation

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2014 – 11/2014

S. 54-55 Vernetzte, kognitive Produktionssysteme (netkoPs)

Auftraggeber: BMBF | Laufzeit: 11/2013 – 10/2016

 [www.netkops.de](http://www.netkops.de)

Werkzeugverschleiß beim Halbwarmschmieden – Ermittlung und Verbesserung der Werkzeugstandzeiten beim Halbwarmschmieden im Vergleich zum Warmschmieden (Gesenkverschleiß Halbwarmschmieden)

Auftraggeber: BMWi/ZIM | Laufzeit: 08/2013 – 07/2015

Workshop Montagesimulation

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2014 – 02/2014

#### 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.
IFL	Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e. V.
IPH	Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
MW	Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
MWK	Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

---

## Partner 2014

---

AIRBUS Operations GmbH, Bremen | Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | Aurrenak S. Coop., Vitoria-Gasteiz (Spanien) | Bachmann Monitoring GmbH, Rudolstadt | Basler AG, Ahrensburg | BLG Logistics Solutions GmbH, Bremen | Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin | Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | Bünemann & Kollegen Architekten GmbH, Hannover | Cimatron GmbH, Ettlingen | Continental Automotive GmbH, Regensburg | D2T GmbH, Darmstadt | Daimler AG, Hamburg | Daimler AG, Sindelfingen | Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V., Frankfurt | 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 | EMA-TEC GmbH, Sondershausen | Erwin Quarder Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp | Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V., Hannover | Europäische Union | EVANTEC GmbH, Bremen | Festo AG & Co. KG, Esslingen | Fibro GmbH, Hassmersheim | Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme e. V., Frankfurt/Main | Forschungsgemeinschaft Qualität e. V., Frankfurt/Main | Forschungskuratorium Maschinenbau e. V., Frankfurt | Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V. (FAT), Frankfurt | Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf | Fraunhofer Anwendungszentrum Großstrukturen in der Produktionstechnik AGP, Rostock | Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart | Frerk Aggregatebau GmbH, Schweringen | GEMAC – Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH, Chemnitz | GFal – Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V., Berlin | 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 | GS Staalwerken Groep B.V., Helmond (Niederlande) | GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | hannoverimpuls GmbH, Hannover | Hirschvogel Holding GmbH, Denklingen | Hoesch Hohenlimburg GmbH, Hagen | Horst Witte Gerätebau Barskamp KG | HSG-IMIT – Institut für Mikro- & Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft e. V., Villingen-Schwenningen | Industrie- und Handelskammer Hannover, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | InfraServ GmbH & Co. Gendorf KG, Burgkirchen | Institut für Elektroprozessstechnik (ETP) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | Institut für Systems Engineering (ISE) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) | Institut

für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Instiut für Technische Informatik (ITI) der Universität zu Lübeck, Lübeck | Investitions- und Förderbank Niedersachsen – NBank, Hannover | 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 e. V., Hannover | Lenze SE, Aerzen | LMB GmbH, Iserlohn | MFL Maschinen & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt | Microsensys GmbH, Erfurt | MLR Soft GmbH, Ludwigsburg | MTU Maintenance Hannover GmbH, Langenhagen | neo-LASE GmbH, Hannover | NiedersachsenMetall – Verband der Metallindustriellen Niedersachsens e. V., Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr | Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur | Nordex Energy GmbH, Rostock | Nuyts GmbH, Buxheim | OMTAŞ Otomotiv Transmisyon Aksami San. Ve Tic. A.S., Gebze (Türkei) | OMV Refining & Marketing GmbH, Wien | Paul Beier GmbH Werkzeug- und Maschinenbau & Co. KG, Kassel | Paul Hafner GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | PreciTorc GmbH, Bremen | PROFACTOR GmbH, Steyr-Gleink (Österreich) | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | PZH Produktionstechnisches Zentrum GmbH, Garbsen | Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG | REINTJES GmbH, Hameln | RWE Power AG, Essen | S.C. METAV S.A, Bukarest, Rumänien | Saarstahl AG, Völklingen | Scansonic IPT GmbH, Berlin | Schalker Eisenhütte Maschinenfabrik GmbH, Bochum | SET Ltd., Seelze | simcon kunststofftechnische Software GmbH, Würselen | SLF Oberflächentechnik GmbH, Greven | software4production GmbH, München | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STILL GmbH, Hamburg | STM Stahl Vertriebs GmbH, Gräfeling | TAKRAF GmbH, Lauchhammer | Teckentrup Stanztechnik GmbH & Co. KG, Herscheid-Hüinghausen | TECNALIA – Fundación Tecnalia Research & Innovation, Donostia-San Sebastián (Spanien) | TiBoTek – Christoph Heck Tiefbohrtechnik, Usingen | 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 | WFT GmbH & Co. KG, Sulzbach-Rosenberg | WilcoWilken Lasertechnik GmbH, Wadersloh | Wistro Elektro-Mechanik GmbH, Hannover | ZPF GmbH, Siegelbach

---

## Publikationen 2014

---

Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L.; Bentlage, A.; Rüter, T.; Ullmann, G.: Towards a definition of large scale products. In: Production Engineering, Springer Verlag, 8. Jg. (2014), H. 1-2, S. 153-164.

Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L.; Bentlage, A.; Rüter, T.; Ullmann, G.: Gemeinsame Charakteristika von XXL-Produkten. In: Industrie Management, GITO Verlag, o. Jg. (2014), H.2, S.27-30.

Bentlage, A.; Rüter, T.: Wann wird ein großes Produkt zum XXL-Produkt? In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 2 / März 2014, verfügbar unter <http://www.phi-hannover.de/forschung/artikel/detail/wann-wird-ein-grosses-produkt-zum-xxl-produkt> (10.03.2014), ISSN: 2198-1922

Bentlage, A.; Zenker, M.: Data-Mining of lifecycle information. In: AST Symposium on Automated Systems and Technologies (15-16 October 2014), Konferenzband, Hrsg: Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer. PZH-Verlag, Garbsen 2014, S.15-20. ISBN: 978-3-944586-84-7

Bentlage, A.; Zenker, M.; Kind, C.: Analyse von Lebenszyklusdaten. In: ERP Management, GITO Verlag, o. Jg. (2014), H.3, S.50-53.

Blohm, T.; Knust, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Querkeilwalzen optimieren. In: Konstruktion, Springer VDI-Verlag, 66. Jg. (2014); H. 10, S. IW12-IW14.

Blohm, T.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Flat cross-wedge rolling for preforming reduced-flash forgings. In: FORGING magazine, Penton Publication, vol. 24 (2014), no. 4, pp. 16-18.

Dohrmann, L.; Podszus, F.; Ullmann, G.; Overmeyer, L.: Mensch-Maschine-Interaktion für Fahrerlose Transportfahrzeuge – Methode zur Beauftragung von interaktiven Transportsystemen. In: Industrie Management, o. Jg. (2014), H. 6, S. 21-24.

Eilert, B.; Schachmanow, J.; Overmeyer, L.: Dezentrale, agentenbasierte Selbststeuerung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTS). In: Hebezeuge Fördermittel, Forschungskatalog Flurförderzeuge 2014, HUSS-MEDIEN GmbH, 54. Jg. (2014), H. 6, S. 372.

Goudarzi, M.; Behrens, B.-A.; Stonis, M.: Konstruktiver Leichtbau bei der Herstellung der Türme von Windenergieanlagen. In: Konstruktion, Springer-VDI-Verlag Düsseldorf, 66. Jg. (2014), H. 7/8, S. 75-79.

Goudarzi, M.; Rütger, T.: Mehr Windertrag durch den Leichtbau der Turmsegmente von WEA. Verfügbar unter <http://www.windkraftkonstruktion.vogel.de/werkstoffe/articles/433669> (14.02.2014).

Goudarzi, M.; Stonis, M.: Logistisches Controlling der Baustellmontage. In: ZWF-Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014), H. 1-2, S.46-49.

Güzey, G.; Rütger, T.: Flexible Closed Die Forging Applications At Manual Forging Presses. In: 21. IFC International Forging Congress, 29.06.-01.07.2014, Berlin, EUROFORGE.

Heinke, A.; Overmeyer, L.: Vernetzte Kognitive Produktionssysteme: Cyber-Physische Produktionssysteme für eine dezentrale Materialflusssteuerung. In: Industrie Management, GITO Verlag, 30. Jg. (2014), H.6, S.9-12. ISSN: 1434-1980

Heinke, A.; Sohr, S.: Industrie 4.0: Die Fabrik der Zukunft denkt mit. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 3 / September 2014, verfügbar unter <http://www.phi-hannover.de/forschung/artikel/detail/industrie-40-die-fabrik-der-zukunft-denkt-mit> (25.08.2014), ISSN: 2198-1922

Hund, E.; Rochow, P.; Dehn, P.; Nyhuis, P.: Synchrone Montageversorgung in Netzwerken. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014) H. 12, S. 968-972. ISSN 0947-0085

Kleinert, S.; Overmeyer, L.; Eilert, B.: Optisches Ortungssystem und 3D-Objekterkennung zur Realisierung wandlungsfähiger Lieferketten. In: Hebezeuge Fördermittel, Forschungskatalog Flurförderzeuge 2014, HUSS-MEDIEN GmbH, 54. Jg. (2014), H. 6, S. 371.

Knust, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Innenhochdruckumformen von Titanhohlprofilen. In: 21. Umformtechnisches Kolloquium Hannover (2014), Konferenzband, Hrsg: Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens, S. 329.

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, DOI: 10.1007/s11740-014-0579-2.

Langner, J.; R  ther, T.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Schmiedestahl den Weg weisen. In: Konstruktion, Springer VDI-Verlag, 66. Jg. (2014), H. 6, S. IW8-IW9.

Lorisch, S.; Schirmacher, S.: Identifikationssystem 4.0 – Lesbare Hieroglyphen. In: IEE – Elektronische Automatisierung + Antriebstechnik, Hüthig GmbH, 59. Jg. (2014), H. 1, S. 44-46.

Mach, F.: XXL-Produkte im Takt. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 2 / März 2014, verfügbar unter <http://www.phi-hannover.de/forschung/artikel/detail/xxl-produkte-im-takt> (10.03.2014), ISSN: 2198-1922

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, DOI 10.1007/s11740-014-0581-8

Odening, D.; Meyer, M.; Klassen, A.; Bouguecha, A.; Behrens, B.-A.: Präzisions-schmieden. In: Prozesskette Pr  zisionsschmieden, Springer Verlag (2014), S. 15-51.

Overmeyer, L.; Dohrmann, L.; Hei  meyer, S.: Optisches Ortungssystem für Flurförderzeuge – Basis für flexibles Lagern. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 54. Jg. (2014), H. 1/2, S. 92-95.

Overmeyer, L.; Dohrmann, L.: Kranloses XXL-Konzept Wind Lift Tower: Rotorblattmontage unabhängig von der Witterung. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 55. Jg. (2014), H. 4, S. 194-196.

Overmeyer, L.; Dohrmann, L.; Ullmann, G.: Kranlose Rotorblattmontage an Windenergieanlagen. In: Industrie Management, GITO Verlag, o. Jg. (2014), H.2, S.7-10.

Overmeyer, L.; Lorisch, S.; Schirmacher, S.: Neuartiger Informationsträger – mit sichtbarem Licht. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 54. Jg. (2014), H. 1/2, S. 32-34.

Podszus, F.: Kognitive Produktionssysteme – Vernetzte Steuerung von Fördertechnik und Produktion. In: IT&Production, Jg. 15 (2014), H. 4, S. 60-61.

Podszus, F.; Overmeyer, L.: Situative Verhaltenssteuerung für interaktive, fahrerlose Transportfahrzeuge. In: Hebezeuge Fördermittel, Forschungskatalog Flurförderzeuge 2014, HUSS-MEDIEN GmbH, 54. Jg. (2014), H. 6, S. 370.

Prinzhorn, H. ; Ullmann, G.: Gestaltung und Bewertung von Lieferketten zur Herstellung von XXL-Produkten. In: ZWF – Zeitschrift für wissenschaftliche Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014), H. 6, S.411-414.

Reuter, C. et al. Adaptive Montage für XXL-Produkte. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014) H. 10, S.718-721. ISSN 0947-0085

Ross, J.; Nothdurft, S.; Stonis, M.; Kaieler, S.; Behrens, B.-A.: Hydroformen laser-gelöteter Rohre. In: Blech Rohre Profile, Meisenbach Verlag GmbH, 61. Jg. (2014), H. 6, S. 28-31. Auch online verfügbar unter [http://www.umformtechnik.net/hydroformen-lasergeloteter-stahl-aluminium-rohre\\_29225\\_de](http://www.umformtechnik.net/hydroformen-lasergeloteter-stahl-aluminium-rohre_29225_de)

Rüther, T.; Langner J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Gratreduziertes Schmieden von komplizierten Bauteilen. In: 21. Umformtechnisches Kolloquium Hannover (2014), Konferenzband, Hrsg: Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens, S. 333.

Rüther, T.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.; Güzey, G.: Increasing the capacity of SME's by designing a new energy efficient forging process chain. In: Modelling for Electromagnetic Processing MEP (2014), Conference proceedings, pp. 283-289.

Schirmmacher, S.; Lorsch, S.: Zustandsdiagnose auf drahtlosen Sensorknoten. In: ElektronikPraxis, Vogel Business Media GmbH & Co. KG, o. Jg. (2014), H. 22, S. 68-70.

Sejdic, G.; Böning, C.: Kennzahlen im Anlaufmanagement. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014) H. 9, S. 608-611.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 – Das Internet erobert die Produktionstechnik. Abendkonferenz zum Thema Industrie 4.0, Herfurth & Partner, 24. Juni 2014, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 – Das Internet für die Produktionstechnik. Innovationsförderung im Rahmen der neuen EU-Förderperiode und darüber hinaus, Evangelische Akademie Loccum, 17. März 2014, Loccum.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 – Die Zukunft der Produktionstechnik?. Arbeitgeberforum 2014 – Produktion neu denken, Personal zielorientiert ausrichten, Niedersachsensmetall und Allgemeine Arbeitgebervereinigung Hannover und Umgebung e. V., 16. Mai 2014, Hannover.

Ullmann, G.: Industrie 4.0 – Quo vadis Produktionstechnik? Praxisorientierte Seminarreise für chinesische Unternehmer zum Thema Industrie 4.0, Deutsche Management Akademie Niedersachsen gemeinnützige GmbH, 21. Juli 2014, Celle.

Ullmann, G.: Innovationen für die Herstellung von XXL-Produkten. Technik-Salon, Leibniz Universität Hannover, 03. Juli 2014, Hannover.

Ullmann, G.: Lean Leadership – Führungsleitlinien für eine erfolgreiche Lean-Implementierung. IHK-Gesprächskreis Lean, MTU Maintenance Hannover GmbH, 13. Mai 2014, Hannover.

Uttendorf, S.; Eilert, B.; Ullmann, G.: Automatisierte Auslegung des Wegenetzes für FTS – Künstliche Intelligenz mit menschlicher Logik. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 54. Jg. (2014), H. 7-8, S. 442-444.

Wesebaum, S.; Klewer, M.; Ullmann, G.: Einflussfaktoren auf Belastungsstreuungen. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014) H. 10, S. 726-730.

Wesebaum, S.; v. Dömming, G.; Ullmann, G.: Mehr Umschlag für die Anschlussbahnhöfe. In: Logistik für Unternehmen, Springer-VDI-Verlag, 28. Jg. (2014), H.7/8, S. 58-59.

Willeke, S.; Nickel, R.; Nyhuis, P.: Entscheidungsorientierte Aufgabenverteilung. In: Productivity Management, GITO Verlag, 19. Jg. (2014) H. 4, S. 55-58.

Willeke, S.; Wesebaum, S.; Ullmann, G.; Nyhuis, P.: Energiekosteneffiziente Fertigungssteuerung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 109. Jg. (2014), H. 5, S. 328-331.

Zenker, M.; Böning, C.; Ullmann, G.: Bewertung ökologischer Aspekte bei der Auswahl logistischer Prozesse. In: Logistik für Unternehmen, Springer-VDI-Verlag, o. Jg. (2014), Heft 11/12, S. 48-50.



---

# Bildquellen

---


Titelbild: © Svetoslav Radkov - Fotolia.com  
Seite 15: © IPH  
Seite 16: © IPH  
Seite 17: © IPH  
Seite 18: © IPH  
Seite 19: © IPH  
Seite 20: © Tim Schaarschmidt - NiedersachsenMetall  
Seite 21: © pixelrobot - Fotolia.com  
Seite 27: © goodluz - Fotolia.com  
Seite 29: © Tsiumpa - Fotolia.com  
Seite 31: © industrieblick - Fotolia.com  
Seite 33: © marcus hofmann - Fotolia.com  
Seite 35: © Horst Witte Gerätebau Barskamp KG  
Seite 37: © IPH  
Seite 39: © IPH  
Seite 41: © momius - Fotolia.com  
Seite 43: © IPH  
Seite 45: © photosoup - Fotolia.com  
Seite 47: © malp - Fotolia.com  
Seite 49: © Luftbildfotograf - Fotolia.com  
Seite 51: © IPH  
Seite 53: © Robert Kneschke - Fotolia.com  
Seite 55: © ITA  
Seite 57: © IPH

---


# Impressum

---

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

 +49 (0)511 27976-0

 [info@iph-hannover.de](mailto:info@iph-hannover.de)

 [www.iph-hannover.de](http://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 2014. 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](http://www.iph-hannover.de)