
Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2018

"Nur wer sich ändert, bleibt sich treu."

*Wolf Biermann, deutscher Liedermacher und Lyriker (*1936)*

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

seit 30 Jahren forscht und entwickelt das IPH für die Produktionstechnik. Seit 30 Jahren vernetzen wir Wissenschaft und Wirtschaft. Und seit 30 Jahren unterstützen wir vor allem kleine und mittlere Unternehmen dabei, ihre Fertigung effizienter zu gestalten. 2018 haben wir diesen runden Geburtstag gefeiert (siehe Seite 14) und gleichzeitig in die Zukunft geschaut: Denn nur wer sich ändert, bleibt sich treu.

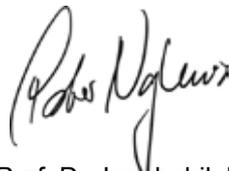
Das IPH entwickelt sich kontinuierlich weiter. Neue Mitarbeiter bereichern unser Team, das 2018 so stark gewachsen ist wie nie zuvor (siehe Seite 22). Ehemalige Mitarbeiter nehmen Abschied und gründen eigene Unternehmen (siehe Seite 20). Neue Forschungsschwerpunkte kommen hinzu, etwa die Additive Fertigung (siehe Seite 16). Und während wir noch zum Thema Digitalisierung und Industrie 4.0 forschen und beraten (siehe Seite 18), denken wir bereits an den nächsten Schritt: die Industrie 5.0. In Zukunft werden Mensch und Maschine enger denn je zusammenarbeiten, menschliche und künstliche Intelligenz verschmelzen zur Augmented Intelligence (siehe Seite 42).

Auch das Thema Nachhaltigkeit beschäftigt uns am IPH immer stärker. Wir untersuchen, wie ausgerechnet die Industrie zur Energiewende beitragen kann, indem sie Strom aus erneuerbaren Quellen speichert (siehe Seite 54). Wir beraten Unternehmen, die unnötiges Papier aus der Fertigung verbannen wollen (siehe Seite 36). Und wir entwickeln ein neues Fertigungsverfahren für den automobilen Leichtbau, weil leichtere Fahrzeuge weniger Kraftstoff benötigen (siehe Seite 46).

Unsere Themenschwerpunkte sind also ständig im Wandel. Was bleibt, ist unsere Nähe zur Produktion. Seit 30 Jahren unterstützen wir den Mittelstand, zukunftsfähig zu werden – da bleiben wir uns treu.



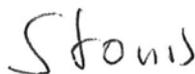
Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer



Dr.-Ing. Malte Stonis

Geschäftsführung und Beirat

Geschäftsführung

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter und Sprecher der Geschäftsführung* |

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Dr.-Ing. Malte Stonis

| *Koordinierender Geschäftsführer* |

Beirat

Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek

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

Dr.-Ing. Andreas Jäger

| *Geschäftsführer der Jäger Gummi und Kunststoff GmbH* |

Dr. Volker Müller

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

Dr. sc. techn. Andreas Sennheiser

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

Dr.-Ing. Thomas Tracht

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

Inhaltsverzeichnis

5	Vorwort
7	Geschäftsführung und Beirat
8	Inhaltsverzeichnis

Das war 2018

14	Den Innovationen auf der Spur
16	IPH investiert in 3D-Drucker
18	Komplette Fabrik im Miniatur-Format
20	IPH-Mitarbeiter gründen Unternehmen
22	Einstellungsrekord: 16 neue Mitarbeiter
23	Ein Herz für Gründer
24	Ausgezeichnete Abschlussarbeit
24	Herausragende Forschungsergebnisse
25	Forschen von überall: Arbeit wird digital
26	Politik trifft Produktionstechnik
28	Veranstaltungen
32	Dissertationen
33	Zahlen und Fakten

Ausgewählte Projekte

36	Schluss mit der Zettelwirtschaft IPH unterstützt Mittelständler auf dem Weg zur papierlosen Fertigung Unnötiges Papier aus der Fertigung verbannen: Dieses Ziel hat sich die micronex GmbH aus Springe gesetzt. Das Unternehmen stellt elektronische Komponenten her und nutzt bisher ausgedruckte Montage-Anleitungen. Künftig soll ein digitales Assistenzsystem die Arbeit erleichtern. Das IPH hat dafür ein Konzept entwickelt.
38	Fabrikplanung: Zwei auf einen Streich Softwaredemonstrator soll Transportsystem auswählen und Layout planen Förderband, Routenzug, Gabelstapler: Welches Transportmittel ein Unternehmen einsetzt, beeinflusst die Gestaltung des Fabriklayouts enorm. Trotzdem wird bisher beides getrennt voneinander geplant. Das IPH will das ändern und entwickelt einen Softwaredemonstrator zur automatisierten Layout- und Transportsystemplanung.

- 40 **Auf Fehlersuche im Umformwerkzeug**
IPH analysiert Blechumformprozess und hilft, Ausschuss zu vermeiden
Warum produzieren unsere Werkzeuge so viel Ausschuss? Mit einer Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) hat das IPH einem Kunden geholfen, diese Frage zu beantworten. Die Ingenieure fanden einen Konstruktionsfehler im Werkzeug – jedoch an anderer Stelle als erwartet.
- 42 **Per Datenbrille Fahrzeuge steuern**
Innerbetrieblicher Transport auf dem Weg zur Industrie 5.0
Mensch und Maschine arbeiten enger denn je zusammen. In der Fabrik der Zukunft lassen sich Transportfahrzeuge mit Blicken, Gesten und Sprachbefehlen steuern. Das vereint die Vorteile des automatisierten mit denen des manuellen Transports: Effizienz mit Flexibilität.
- 44 **Wohin mit ausgedienten Windanlagen?**
IPH berät Hersteller, Windparkbetreiber und Recycling-Unternehmen
Fast jede fünfte deutsche Windenergieanlage erhält ab Ende 2020 keine Subventionen mehr. Für viele Altanlagen wird sich der Weiterbetrieb nicht lange lohnen. Die gesamte Branche bereitet sich deshalb auf eine Rückbau-Welle vor – mit Unterstützung des IPH.
- 46 **Leicht gebaut, fix verbunden**
Hybride Querlenker aus dem Folgeverbundwerkzeug
Aufwandsarm und günstig zum Leichtbau-Teil: Beim Folgeverbundhybridschmieden lassen sich Blech- und Massivelemente in einem einzigen Werkzeug vorbereiten, verbinden, umformen und nachbearbeiten. Forscher am IPH wollen auf diese Weise einen hybriden Querlenker fertigen.
- 48 **Energiequelle ohne Kabel und Batterie**
Thermoelektrische Generatoren günstig und umweltfreundlich herstellen
Thermoelektrische Generatoren wandeln Wärme in Strom um und können beispielsweise Sensoren mit Energie versorgen – ganz ohne Kabel und Batterien. Konventionelle Generatoren sind jedoch äußerst aufwendig herzustellen, teuer und aus gesundheitsschädlichem Material. Das IPH arbeitet an einer Alternative.

- 50 **Exakte Fabrikplanung mit 3D-Layout**
Produktion steigern auf engem Raum: IPH unterstützt bei der Planung
Passt eine weitere Fertigungslinie in die bestehende Fabrikhalle? Diese Frage sollte das IPH für einen Lebensmittelhersteller beantworten. Damit der begrenzte Platz optimal ausgenutzt werden kann, haben die Ingenieure ein dreidimensionales Fabriklayout erstellt, das die Halle zentimetergenau abbildet.
- 52 **Fahrplan zur Vollautomatisierung**
IPH entwickelt wirtschaftliches Fertigungskonzept für Automobilzulieferer
Um Qualität "made in Germany" anbieten zu können, müssen Unternehmen häufig ihre Produktion automatisieren. Nur so können sie mit der Konkurrenz aus Ländern mithalten, in denen die Lohnkosten deutlich niedriger sind, und die Produktion am Standort Deutschland halten. Das IPH bietet dabei Unterstützung an.
- 54 **Energiewende trifft Produktionsplanung**
Wie Industriebetriebe Ökostrom speichern und Geld sparen können
Langfristig Kohle und Gas ersetzen: Das geht nur, wenn man grüne Energie auch speichern kann. Machbar wird das, wenn Unternehmen energieintensive Produkte vor allem dann herstellen, wenn Ökostrom im Überfluss vorhanden ist. So werden Lager zu Energiespeichern und die Industrie zum Beförderer der Energiewende.
- 56 **Auf Knopfdruck zur Stadienfolge**
Algorithmus soll Auslegung von Schmiedeprozessen beschleunigen
Schmiedeunternehmen können ihren Entwicklungsaufwand künftig stark reduzieren und gleichzeitig Material sparen, indem sie ihre Schmiedeprozesse digital auslegen. Das IPH entwickelt einen Algorithmus, der binnen Minuten eine materialeffiziente und prozesssichere Stadienfolge generieren soll.
- 58 **Blutspenden effizienter verarbeiten**
Optimierungspotential aufdecken: IPH unterstützt DRK-Blutspendedienst
Kein Produkt wie jedes andere: Blutspenden müssen genauestens untersucht und trotzdem innerhalb kürzester Zeit verarbeitet werden. Wie sich die Arbeitsabläufe optimieren und die Produktivität steigern lassen, untersucht das IPH im Auftrag des DRK-Blutspendedienstes.

- 60 **Schritt für Schritt zum ERP-System**
IPH unterstützt Unternehmen bei der Anbieterauswahl
Mehr Transparenz, effizienteres Arbeiten, weniger Zettelwirtschaft: Das wünschten sich die Mitarbeiter eines Distributors für elektrische Steckverbinder. Bei der Auswahl eines geeigneten ERP-Systems halfen die Experten des IPH: Sie nahmen Anforderungen auf, schrieben ein Lastenheft und unterstützten bei der Anbieterauswahl.
- 62 **Langes Leben für Schieberwerkzeuge**
Konstruktionsrichtlinie soll helfen, den Verschleiß zu minimieren
Komplexe Bauteile schnell und materialeffizient herstellen: Das mehrdirektionale Schmieden macht es möglich. In der Industrie wird das Verfahren jedoch wenig genutzt, weil sich der Verschleiß von Schieberwerkzeugen schwer abschätzen lässt. Das IPH arbeitet an einer Konstruktionsrichtlinie, um die Standzeiten zu erhöhen.
- 64 **Tragrollenprüfstand mit Klimakammer**
Energieeffizienz von Tragrollen unter einsatznahen Bedingungen testen
Eisige Kälte, glühende Hitze, schwere Lasten: Schüttgut-Förderanlagen kommen oft unter Extrembedingungen zum Einsatz. Das IPH hat einen einzigartigen Prüfstand entwickelt, mit dem sich konventionelle und angetriebene Tragrollen bei Temperaturen von -40 bis 60 Grad und einer Auflast von 10 Kilonewton prüfen lassen.
- 66 **Lohnt sich der Bau neuer Gleise?**
Simulation eines Verladebahnhofs ermöglicht Blick in die Zukunft
Ist der Bahnhof noch groß genug – oder stößt er bald an seine Kapazitätsgrenze? Diese Frage sollte das IPH für einen Kunden beantworten. Mithilfe einer Materialflusssimulation untersuchten die Ingenieure, ob sich die Investition in neue Gleise oder eine zusätzliche Lokomotive lohnt.

Projekte, Partner, Publikationen

- 71 Projekte 2018
78 Partner 2018
81 Publikationen 2018
85 Bildquellen
86 Impressum

Das war 2018

Den Innovationen auf der Spur

Seit drei Jahrzehnten forscht und entwickelt das IPH für die Produktionstechnik – und die Idee, Wissenschaft und Wirtschaft zu verzahnen, hat nach wie vor Erfolg. In der Anfangszeit beschäftigte sich das IPH mit Computer Integrated Manufacturing, damals noch unter dem Namen CIM-Fabrik Hannover. Das An-Institut der damaligen Universität Hannover half kleinen und mittleren Unternehmen bei der computergestützten Produktion. Heute ist das IPH ein Motor für Digitalisierung und Industrie 4.0 in Niedersachsen.

30 Jahre IPH: Fachkonferenz und Thementische

"Das IPH ist Produktionsverstärker, Berater für den Mittelstand, Forscher für anwendungsorientierte Fragestellungen und Innovationstreiber im Bereich Digitalisierung", sagte der koordinierende Geschäftsführer Dr. Malte Stonis anlässlich der 30-Jahr-Feier des IPH am 7. September 2018 vor ehemaligen Mitarbeitern und Gästen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verbänden.

Neben einem Rückblick auf die Forschungsschwerpunkte der vergangenen 30 Jahre gab Stonis auch einen Ausblick auf die Zukunft: In der Industrie 5.0 gehe es um Augmented Intelligence – das Zusammenspiel aus menschlicher und künstlicher Intelligenz. Professor Dr. Henner Gärtner von der HAW Hamburg, der seine wis-

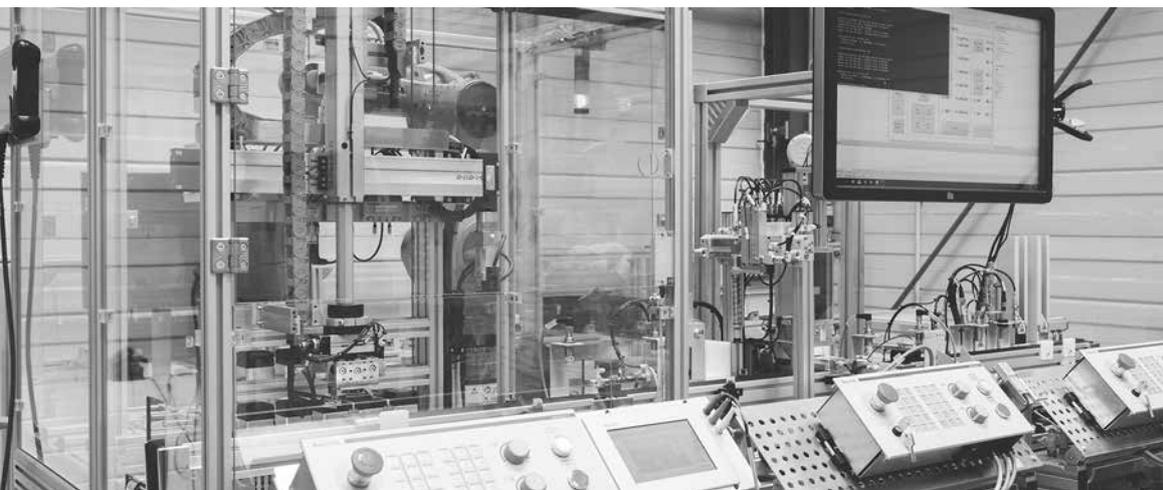


Von computergestützter Produktion zu Industrie 4.0: Das IPH zu Beginn der 1990er Jahre...



senschaftliche Karriere am IPH begonnen hatte, gewährte in einem Fachvortrag Einblicke in seine Forschung zu Augmented und Virtual Reality: In Zukunft könne man Robotern virtuell etwas beibringen, das sie dann real umsetzen.

In einem weiteren Vortrag beleuchtete Christoph Wieland von Premium AEROTEC die Fortschritte der Additiven Fertigung. Ziel sei es, technologisch und wirtschaftlich Serienreife bei der Additiven Fertigung mit Aluminium zu erreichen. Inhaltlich schlossen drei Thementische an die Fachkonferenz an. Dort diskutierten Besucher mit Mitarbeitern des IPH anhand anschaulicher Beispiele über ihre Forschung zur digitalisierten Fabrikplanung, zur Additiven Fertigung und zur Herstellung hybrider Bauteile.



... und im Jahr 2018. Die Themenschwerpunkte ändern sich, die Nähe zur Produktion bleibt.

IPH investiert in 3D-Drucker

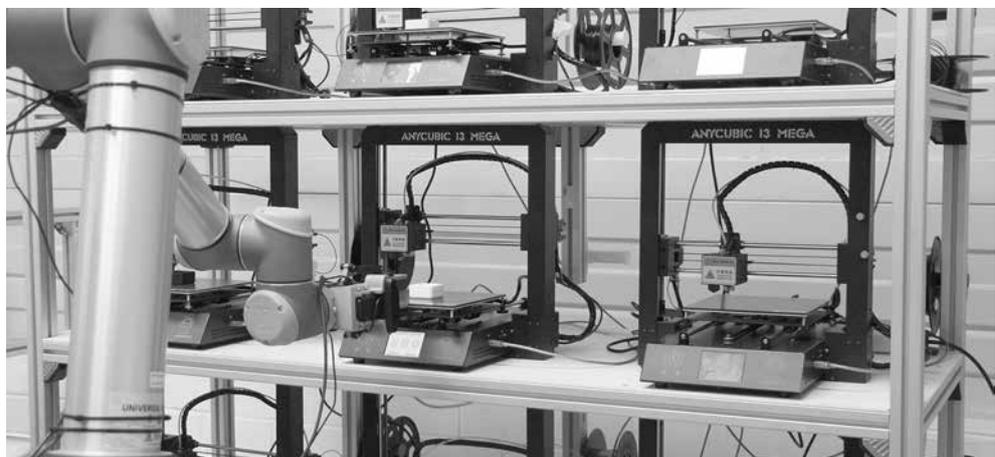
Die Additive Fertigung entwickelt sich zum neuen Forschungsschwerpunkt: 14 neue 3D-Drucker hat das IPH im Jahr 2018 angeschafft und damit den Grundstein für die zukünftige Forschung und Entwicklung gelegt.

IPH will den 3D-Druck automatisieren...

Einen Großteil der neu angeschafften Drucker nutzen die Ingenieure im Rahmen von "Niedersachsen ADDITIV", dem Zentrum für Additive Fertigung. Hier untersucht das IPH unter anderem, wie sich die Additive Fertigung automatisieren lässt, um die Produktionskosten deutlich zu senken. Künftig sollen sich hochindividualisierte Produkte zum Preis von Massenware herstellen lassen – etwa Laufschuhe, die optimal zum Fuß des Sportlers passen, oder Kopfhörer, die perfekt im Ohr sitzen.

Die IPH-Ingenieure bauen derzeit eine Prozesskette auf, die Additive Fertigungsanlagen und nachgelagerte Montagestationen automatisiert verkettet. Hier laufen alle Prozessschritte von der Datenvorbereitung bis zum fertigen Produkt vollautomatisiert ab: Ein Industriecomputer teilt den einzelnen 3D-Druckern ihre Aufträge zu, überwacht den Druckfortschritt und kommuniziert mit dem Roboter, der die gedruckten Bauteile aus den Anlagen entnimmt und entweder an eine Montagestation oder ans Lager weitergibt.

Hergestellt werden die Bauteile in einer Druckerfarm, einem Regal mit neun additiven Anlagen. Durch die Verwendung mehrerer kleinerer Drucker kann die Produktionsmenge einer großen Industrieanlage mit deutlich geringeren Investitionskosten erreicht werden.





Zusätzlich hat das IPH weitere 3D-Drucker unterschiedlicher Größen, Preisklassen und Genauigkeiten angeschafft: Von einem relativ günstigen Modell bis zum präzisen Industriedrucker. Der Großteil dieser Drucker arbeitet nach dem Prinzip des "Fused Deposition Modeling" (FDM). Sie stellen Druckerzeugnisse her, indem sie geschmolzenen Kunststoff Schicht für Schicht auftragen. Ein weiterer Drucker nutzt Stereolithografie (SLA), dabei wird flüssiges Harz per Laser ausgehärtet.

Die IPH-Ingenieure nutzen diese Drucker bereits, um Modelle von Werkzeugen oder Maschinen herzustellen, die beispielsweise bei Messen gezeigt werden. Auch maßgefertigte Bauteile wie etwa Greifer für Roboter kommen am IPH bereits aus dem 3D-Drucker.

... und ein Labor für additives Kunststoffrecycling einrichten

Langfristig will das IPH ein Labor für additives Kunststoffrecycling aufbauen: Hier wollen die IPH-Ingenieure erforschen, wie sich Plastik wiederverwerten lässt. Die Zukunftsvision: Statt Kunststoffprodukte einfach wegzuwerfen, werden sie gereinigt, geschreddert und als Produktionsmaterial für die Additive Fertigung aufbereitet. So lassen sich aus alten Joghurtbechern und anderem Abfall neue, sinnvolle Produkte herstellen – die eines Tages vielleicht direkt aus dem 3D-Drucker im heimischen Wohnzimmer kommen.

Der Aufbau dieses Labors wird vom Land Niedersachsen gefördert, das 2018 bereits einen Zuschuss in Höhe von gut 160.000 Euro bewilligt hat. Damit übernimmt das Land die Hälfte der Investitionskosten. Mit diesem Fördergeld sowie Eigenmitteln des IPH werden in den kommenden Jahren weitere Maschinen angeschafft – etwa eine Schneidmühle zum Zerkleinern von Kunststoffbauteilen, ein Extruder und eine Materialprüfmaschine – und das IPH-Gebäude so umgebaut, dass ein modernes, etwa 75 Quadratmeter großes Labor Platz findet.

Komplette Fabrik im Miniatur-Format

Wer verstehen will, was Industrie 4.0 bedeutet, schaut sich am besten einen vollständigen Fertigungsprozess an. Das IPH hat eigens eine Fabrik im Miniatur-Format eingerichtet, in der sich Industrie 4.0-Techniken erleben und ausprobieren lassen – auf übersichtlichen acht Quadratmetern.

Die Miniatur-Fabrik produziert Würfel aus Kunststoff und Metall, je nach Kundenwunsch in verschiedenen Farben. Sobald die Bestellung in den Computer eingegeben wurde, fertigt ein 3D-Drucker die beiden Hälften des Würfels und ein Roboter legt die Einzelteile aufs Förderband. Verschiedene Sensoren prüfen, ob das korrekte Bauteil richtig herum auf dem Band liegt, und geben das Signal, das Teil entweder automatisiert auszusortieren oder zur Montage zu transportieren. Dort bestückt ein Roboter die Würfelhälften mit Pins, die die Einzelteile später zusammenhalten, legt die Hälften aufeinander und schiebt sie in die Presse. Die zusammengefügte Würfel werden schließlich automatisiert eingelagert – in ein Hochregal im Mini-Format. Von dort kann ein Roboter sie wieder entnehmen und weiterverarbeiten oder für den Versand vorbereiten.

Automatisierte Fertigung, Qualitätsprüfung, Lagerung – all das können Unternehmer im Miniaturformat anschauen und ausprobieren. Die spannendsten Techniken sind dabei erst auf den zweiten Blick sichtbar: So sind einige der Würfelhälften mit RFID-Chips ausgestattet. Darauf lässt sich beispielsweise speichern, für welchen Kunden das Produkt bestimmt ist oder wie es nachbearbeitet werden soll. Sensoren überwachen, wie viel Druckluft die Anlage verbraucht, und warnen bei zu hohem Verbrauch – denn der kann teuer werden. Zudem lassen sich sämtliche Anlagen per Tablet oder Smartphone fernsteuern und aus der Ferne warten.

Industrie 4.0 für den Mittelstand: IPH hilft bei der Digitalisierung

Anhand der Modellfabrik will das IPH Fach- und Führungskräften zeigen, wie eine automatisierte und individuelle Fertigung funktionieren kann – und dass eine kleine Optimierung oft große Wirkung zeigt. Denn nicht jeder Fertigungsprozess muss vollautomatisiert ablaufen, gerade für kleine und mittlere Unternehmen ist das meist nicht wirtschaftlich. Welche Industrie 4.0-Techniken für welches Unternehmen wirklich sinnvoll sind und wie sie sich einfach umsetzen lassen, können die Experten des IPH in der Miniatur-Fabrik am praktischen Beispiel demonstrieren.

Zum Einsatz kommt die Modellfabrik künftig unter anderem bei Veranstaltungen von "Mit uns digital!", dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover, das das IPH gemeinsam mit dem Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH) leitet. "Mit



uns digital!" entstand Ende 2015 als erstes derartiges Kompetenzzentrum deutschlandweit. Gefördert wird es vom Bundeswirtschaftsministerium mit dem Ziel, mittelständische Unternehmen in Niedersachsen und Bremen bei der Digitalisierung zu begleiten.

Dafür bietet das Kompetenzzentrum Informationsveranstaltungen an, qualifiziert Fach- und Führungskräfte in Schulungen – unter anderem zu Big Data und Fahrerlosen Transportsystemen –, ermöglicht Expertendialoge und unterstützt bei der Umsetzung von ganz konkreten Digitalisierungsvorhaben. Um auch ländliche Regionen zu erreichen, gehen die Experten regelmäßig mit einem Bus auf Tour, den sie zur Modellfabrik umgebaut haben.



Für kleine und mittlere Unternehmen aus Niedersachsen und Bremen sind all diese Angebote kostenlos. Und sie sind so erfolgreich, dass das Bundeswirtschaftsministerium die Förderung um zwei Jahre verlängert hat. Ursprünglich sollten die Fördergelder Ende 2018 auslaufen. Jetzt bleibt "Mit uns digital!" bis Ende 2020 bestehen und kann noch mehr Unternehmen auf dem Weg Richtung Industrie 4.0 unterstützen.

 www.mitunsdigital.de

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

IPH-Mitarbeiter gründen Unternehmen

Aus Forschern werden Unternehmer: Drei ehemalige IPH-Mitarbeiter haben das High-Tech-Start-Up Bitmotec gegründet. Sie entwickeln smarte Sensoren für die Fördertechnik, um beispielsweise Temperaturen und Schwingungen zu erfassen, den Stromverbrauch von Förderbändern aufzuzeichnen und Volumenströme zu messen. Unternehmen können damit erhöhte Energieverbräuche und defekte Tragrollen frühzeitig erkennen – und so Ausfälle vermeiden und ihre Kosten für Strom und Wartung senken.

Bitmotec will die Digitalisierung vereinfachen

Die Besonderheit: Die Sensoren lassen sich ohne spezielle IT-Kenntnisse installieren und bedienen. Sie werden einfach an unterschiedlichen Stellen des Förderbands befestigt und über ein mobiles Gerät eingerichtet, etwa über einen Tablet-Computer. Die Messdaten werden anschließend automatisiert ausgewertet – unter anderem mit neusten Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) – und übersichtlich dargestellt: Der Nutzer bekommt etwa Grafiken zum Stromverbrauch, zu den Energiekosten und zum Schwingungsverlauf auf einem kundenindividuellen Dashboard angezeigt. Zudem lassen sich die smarten Sensoren in Augmented-Reality-Anwendungen integrieren.

"Wir wollen die Digitalisierung vereinfachen", sagt Unternehmensgründer Dr. Florian Podszus. "Die Sensoren sollen intuitiv von jedem bedienbar sein, so wie jeder einen Laptop bedienen kann." Derzeit müssen Unternehmen, die ihre Maschinen vernetzen und überwachen möchten, individuelle Lösungen entwickeln und sich mit Sensorherstellern, Softwareanbietern und Entwicklungsdienstleistern auseinandersetzen. Bitmotec will alles aus einer Hand anbieten und sowohl Hardware als auch Software für das "Internet der Dinge" entwickeln, das "Industrial Internet of Things" (IIoT). "Wir wollen unterschiedliche Sensoren auf den Markt bringen, die sich unsere Kunden nach dem Baukastenprinzip ganz einfach selbst zusammensetzen können", sagt Podszus. Mit dem IIoT-Systembaukasten können Unternehmen auch ohne Vorkenntnisse Maschinendaten aufnehmen und intelligent auswerten. Ein Prototyp existiert bereits.

Ausgründung aus dem IPH

Die drei Gründer Christian Just, Dr. Florian Podszus und André Heinke (auf dem Foto von links nach rechts) waren zuvor alle am IPH tätig: Podszus und Heinke als Projektingenieure und Doktoranden, Just als wissenschaftliche Hilfskraft. In For-



schungs- und Beratungsprojekten haben die drei Gründer bereits eng zusammengearbeitet und sich intensiv mit der Automatisierung und Vernetzung der Produktion auseinandergesetzt – insbesondere auch mit Fördertechnik. Daraus entstand die Idee für die Ausgründung.

Christian Just übernimmt künftig die Entwicklung, André Heinke den Vertrieb und Dr. Florian Podszus die Geschäftsführung. Just hat bereits parallel zum Studium erfolgreich ein Nebengewerbe aufgebaut: Er entwickelte ein 3D-Scansystem zur Erzeugung von fotorealistischen 3D-Modellen, mit welchem er Virtual- und Augmented-Reality-Anwendungen für Industrieunternehmen realisierte. Der Maschinenbauingenieur Dr. Florian Podszus gründete mit "beta Data Science" ein Start-Up, das Datenerfassung, Datenanalyse und Marktforschung anbietet. Parallel dazu hat Podszus die Geschäftsidee für Bitmotec entwickelt und die Anschubfinanzierung beantragt: Um den Prototypen zu einem industrietauglichen Produkt weiterzuentwickeln, erhalten er und seine beiden Geschäftspartner ein Jahr lang das EXIST-Gründerstipendium.

Auch das IPH unterstützt das junge Unternehmen und stellt den Gründern Räumlichkeiten zur Verfügung. "Ich freue mich, wenn IPH-Mitarbeiter Unternehmen ausgründen", sagt IPH-Geschäftsführer Dr. Malte Stonis. "Wir arbeiten eng mit der Industrie zusammen und merken daher sehr genau, was produzierenden Unternehmen fehlt. Es ist toll, wenn daraus eine erfolgreiche Geschäftsidee wird."

Zunächst will Bitmotec Sensoren für die Fördertechnik entwickeln. Podszus denkt aber bereits weiter: "Unser Sensor-Baukasten lässt sich später für ganz verschiedene Anwendungen einsetzen", sagt er. Sein Ziel ist es, generische Sensoren in großer Stückzahl herzustellen und für ganz unterschiedliche Anwendungen anzupassen. "Denn wenn die Hardware erst einmal da ist, sind die Möglichkeiten fast unbegrenzt."

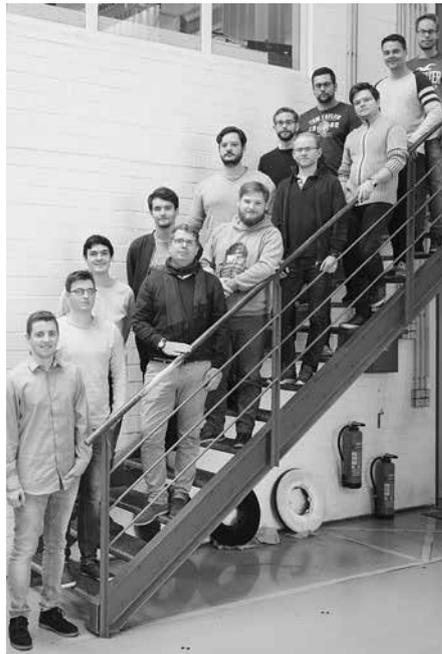
 www.bitmotec.com

Einstellungsrekord: 16 neue Mitarbeiter

Noch nie in der Geschichte des IPH sind innerhalb eines Jahres so viele neue Mitarbeiter eingestellt worden wie 2018: Zehn Projekt Ingenieure und sechs weitere Fachkräfte verstärken das Team.

Viele Forschungsprojekte, starkes Team

Dass sich das wissenschaftliche Personal ständig erneuert, ist in Forschungseinrichtungen nicht ungewöhnlich. Die meisten Mitarbeiter am IPH sind als Projekt Ingenieure tätig: Sie bearbeiten Forschungsprojekte, schreiben an ihrer Doktorarbeit und verlassen das Institut in der Regel nach vier Jahren wieder, um in die Industrie zu wechseln. Dann rücken neue Doktoranden nach.



2018 hat sich das IPH-Team jedoch nicht nur erneuert, sondern ist merklich gewachsen: 9 Personen haben das IPH verlassen, 16 wurden neu eingestellt. Im Gebäude im Wissenschaftspark Marienwerder ist jetzt fast jeder Schreibtisch besetzt, kein Büro bleibt mehr ungenutzt.

Der Grund für die neue Stärke liegt bereits zwei Jahre zurück: Im Sommer 2016 haben die IPH-Mitarbeiter so viele Forschungsprojekte beantragt wie nie zuvor. Parallel dazu beschloss der Bundestag, die Fördersumme der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) zu erhöhen. Dass dadurch mehr Forschungsideen finanziert werden können als in den Jahren zuvor, kommt auch dem IPH zu Gute.

Ziel: Mitarbeiterzahl halten

Gestiegen ist jedoch nicht nur die Zahl der Forschungsprojekte. Hinzu kommt ein "fantastischer Industrieumsatz", sagt Dr.-Ing. Malte Stonis, der koordinierende Geschäftsführer des IPH. Er freut sich über die neue, starke Mannschaft: "Das IPH hat derzeit eine perfekte Größe. Ich würde mich freuen, wenn wir die Mitarbeiterzahl so halten könnten."

Ein Herz für Gründer

Junge Ingenieure, die ein Unternehmen gründen wollen, erhalten seit 2018 Unterstützung vom IPH und der GREAN GmbH. Die beiden Geschäftsführer Dr. Malte Stonis und Dr. Tobias Heinen haben gemeinsam einen niedrighschwelligigen Business-Wettbewerb ins Leben gerufen und bieten jungen Gründern ein persönliches Mentoring, Räumlichkeiten im IPH und finanzielle Unterstützung in Höhe von 25.000 Euro.

Alles, was es dafür braucht, ist eine gute Idee im Bereich der industriellen Produktion. Interessierte können sich online registrieren und werden anschließend eingeladen, ihre Geschäftsidee in einem kurzen Pitch vorzustellen. Dann gibt es Hausaufgaben: Die Gründer sollen sich beispielsweise über ihre Konkurrenten informieren oder abschätzen, welchen Umsatz sie erzielen können.

Bei mehreren Coaching-Terminen setzen sich die jungen Ingenieure immer wieder mit den beiden erfahrenen Geschäftsführern zusammen und verfeinern ihren Businessplan – bis sie tatsächlich das Unternehmen gründen können. Bei Bedarf stellt das IPH dafür sogar Büroräume und Entwicklungsflächen zur Verfügung und gewährt gemeinsam mit der GREAN GmbH eine erste Finanzierung.



Der Business-Wettbewerb richtet sich explizit an Gründer aus der Region Hannover – sowohl an Studenten technischer Fächer, die kurz vor dem Abschluss stehen, als auch an junge Wissenschaftler, die promovieren wollen. "Wir wollen jungen Menschen ermöglichen, direkt nach dem Studium oder der Promotion ihr eigenes Unternehmen zu gründen", sagt Heinen.

Viele hätten sehr gute Ideen, aber wüssten beispielsweise nicht, wie man einen Businessplan schreibt, Kunden gewinnt oder ein Start-Up führt. "Dabei können wir mit unserer Erfahrung und unseren Kontakten unterstützen", sagt Stonis. "Selbstverständlich fördern wir auch unsere eigenen Mitarbeiter, die gute Geschäftsideen haben. Sie erhalten den nötigen Freiraum, um sich neben ihrer Promotion und ihrer Arbeit am IPH selbstständig zu machen."



Völlig uneigennützig ist die Förderung nicht: Das IPH profitiert von einem Netzwerk aus kleinen, erfolgreichen Unternehmen in der Technik-Branche, mit denen es beispielsweise in Forschungsprojekten zusammenarbeiten kann.

 www.businesswettbewerb.de

Ausgezeichnete Abschlussarbeit



Wie viele Kesselwagons benötigt der Betreiber eines Verladebahnhofs, um alle Kunden rechtzeitig zu beliefern und Wartezeiten zu vermeiden? Mit dieser Frage hat sich Christian Kutzner in seiner Masterarbeit beschäftigt. Der Wirtschaftsingenieur entwickelte ein Simulationsmodell, mit dem sich die zukünftige Auftragslage prognostizieren und die Zahl der Waggons optimieren lässt. Professor Peter Nyhuis lobte die Komplexität, den hohen Arbeitsaufwand und den Praxisbezug der Arbeit.

Mit seiner Masterarbeit hat Christian Kutzner den IPH-Zukunftspreis 2018 gewonnen. Damit prämiiert das IPH jährlich die beste studentische Abschlussarbeit. Teilnehmen können alle Studierenden, die ihre Bachelor-, Master- oder Diplomarbeit am IPH schreiben und bis Ende September bei der Fakultät einreichen.

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

Herausragende Forschungsergebnisse

Wissenschaftlich anspruchsvoll und trotzdem praxisnah: Mit seiner Forschung zur Sprachsteuerung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) hat es Dr. Florian Podszus ins Finale des Wissenschaftspreises Logistik geschafft. Als einer der drei besten Bewerber durfte er seine Forschungsergebnisse beim Deutschen Logistik-Kongress vorstellen. Der ehemalige Projekt Ingenieur und Doktorand am IPH untersuchte in seiner Dissertation, wie sich die kognitive Informationsverarbeitung des Bedieners – also seine Aufmerksamkeit und Entspannung – auf die Sprachsteuerung auswirkt. Zudem erforschte er, inwieweit die Steuerung vom individuellen Sprecher abhängt, ab wann sich Störgeräusche bemerkbar machen und bis zu welcher Interaktionszeit die Sprachsteuerung für den Anwender attraktiv bleibt.



Mit dem Wissenschaftspreises Logistik zeichnet die Bundesvereinigung Logistik (BVL) einmal pro Jahr junge Wissenschaftler aus, deren akademisch herausragende Arbeiten einen besonderen Praxisbezug haben.



Forschen von überall: Arbeit wird digital

Ob beim Kunden in Österreich, beim Projektpartner in Slowenien oder auf dem Weg zur Konferenz in Neuseeland: IPH-Mitarbeiter können künftig von überall auf der Welt forschen und entwickeln – genauso effizient wie im Büro. "Wir haben 2018 sehr intensiv daran gearbeitet, unsere Arbeitsabläufe zu digitalisieren und effizienter zu gestalten", sagt IPH-Geschäftsführer Dr. Malte Stonis. Ein großer Teil der Projekt-ingenieure arbeitet nun mit Tablet-Computern, die sich problemlos mitnehmen lassen und in Meetings den Notizblock ersetzen: Schreibt man mit einem speziellen Stift auf dem Touchscreen, erkennt die Software die Handschrift und wandelt sie in Text um.

"Mir ist es wichtig, die Arbeit so zu organisieren, dass mehr Zeit für das Wesentliche bleibt – also für die Forschung und Beratung", sagt Stonis. Routineaufgaben sollen seine Mitarbeiter so einfach und schnell wie möglich erledigen können. Dienstreisen verlängern sie künftig mit wenigen Klicks von unterwegs, Rechnungen werden nur noch digital bearbeitet, Visitenkarten werden nicht mehr abgetippt, sondern abfotografiert und direkt ins Adressbuch übernommen. Von der Effizienz-Offensive profitieren nicht nur die IPH-Mitarbeiter, sondern auch ihre Projektpartner und Kunden: "Wir können jetzt beispielsweise Angebote viel schneller verschicken", sagt Stonis.

Mehrere Monitore im IPH-Gebäude ersetzen die Aushänge am schwarzen Brett, sie informieren über aktuelle Geschäftszahlen, Stellenangebote und weitere Neuigkeiten. Im kommenden Jahr sollen auch die Türschilder an den Konferenz- und Seminarräumen digitalisiert werden. Dann lässt sich dort jederzeit einsehen, welcher Raum wann und wofür reserviert ist – und freie Räume lassen sich per Touchpad am Türschild buchen. So trägt die Digitalisierung nicht nur zu effizienteren Arbeitsabläufen, sondern auch zu mehr Transparenz bei.

Politik trifft Produktionstechnik

Beim ersten ZUSE-TAG REGIONAL im September 2018 öffneten die Institute der Zuse-Gemeinschaft ihre Türen für die Kommunal-, Landes- und Bundespolitik. Das IPH bekam an diesem Tag Besuch von der hannoverschen Bundestagsabgeordneten Yasmin Fahimi (SPD). Fahimi ist seit 2017 Mitglied des Deutschen Bundestages und gehört dem Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung an.

Wandel in der Arbeitswelt

"Unsere Forschung trägt mit dazu bei, den Wandel in der Arbeitswelt zu gestalten", erklärte Dr.-Ing. Malte Stonis der sozialdemokratischen Bundestagsabgeordneten. Der koordinierende Geschäftsführer des IPH machte deutlich: "Digitalisierung bietet vielfältige Möglichkeiten, den Arbeitsplatz sicherer zu gestalten, Mitarbeiter effizient zu qualifizieren und auch Geringqualifizierte aufwandsarm in den Arbeitsmarkt zu integrieren."

Im Bereich der Montage entwickelt das IPH beispielsweise ein kamera-basiertes Evaluationssystem, das unergonomische Arbeitsweisen erkennen und automatisiert Handlungsalternativen vorschlagen kann. Dadurch werden die Arbeitssicherheit erhöht und Arbeitsfehler minimiert. Ebenfalls in der Montage können virtuelle Assistenten mithilfe von Projektionen Arbeitsanleitungen geben. Stonis hob hervor: "In der Industrie 5.0 werden Mensch und Maschine noch enger zusammenarbeiten und einander ergänzen – im Sinne der Augmented Intelligence."



ZUSE-GEMEINSCHAFT
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.





Fahimi: "IPH leistet wichtigen Beitrag für Innovation"

"Die Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse ist eine wichtige Ergänzung der deutschen Forschungslandschaft", sagte Fahimi, die im Oktober in den Senat der Zuse-Gemeinschaft gewählt wurde. Bei ihrem Besuch am IPH ergänzte sie: "Am Institut für Integrierte Produktion Hannover konnte ich mir selbst ein Bild davon machen, wie die Arbeit an der Schnittstelle von Hochschule und Industrie aussieht. Mit der Forschung zur Digitalisierung der Produktionstechnik wird dort ein wichtiger Beitrag für die Innovation im niedersächsischen Mittelstand geleistet."

Zuse-Gemeinschaft: Sprachrohr gemeinnütziger Forschungseinrichtungen

Die Zuse-Gemeinschaft vertritt die Interessen unabhängiger privatwirtschaftlich organisierter Forschungseinrichtungen. Das IPH gehört zu den 68 Organisationen, die 2015 die Zuse-Gemeinschaft gegründet haben. Mittlerweile gehören dem technologie- und branchenoffenen Verband bundesweit 76 Mitglieder an.

Die Institute zeichnen sich durch praxisorientierte Forschung für mittelständische Unternehmen aus. Allerdings fehlt dieser dritten Säule des deutschen Forschungssystems – neben den Hochschulen und den vom Bund und den Ländern gemeinsam geförderten Großforschungsverbänden – grundlegende Unterstützung. Die Kernforderung der Zuse-Gemeinschaft an die Bundespolitik ist daher, eine gezielte und dauerhafte Förderung in Höhe von 500 Millionen Euro pro Jahr über einen eigenen Haushaltstitel des Bundes für die gemeinnützigen Einrichtungen der industrienahen Forschung zu etablieren.

 www.zuse-gemeinschaft.de

Veranstaltungen

Fachmessen

23.-26. Januar 2018 | Hamburg

NORTEC

09.-13. April 2018 | Hildesheim

Digital/Analogue: Hildesheimer IT- und Medientage

23.-27. April 2018 | Hannover

Hannover Messe

Die Zukunft der Fabrikplanung hat das IPH auf der Hannover Messe 2018 vorgestellt und damit viele Besucher an den Niedersächsischen Gemeinschaftsstand in Halle 2 gelockt. Die IPH-Ingenieure wollen den gesamten Fabrikplanungsprozess digitalisieren. Die Fabrikanalyse erfolgt künftig per Kamera-Drohne (siehe Foto unten rechts), bei der Layoutplanung kommt ein digitaler Fabrikplanungstisch zum Einsatz (siehe Foto unten links). Zudem hat das IPH eine Software entwickelt, die automatisiert sehr viele Layoutvarianten erzeugt und bewertet. Das optimale Layout lässt sich so per Knopfdruck finden – das vereinfacht und beschleunigt die Fabrikplanung enorm und verspricht darüber hinaus bessere Ergebnisse als bisherige Methoden.

11.-15. Juni 2018 | Hannover

CeBit

23.-26. Oktober 2018 | Hannover

EuroBLECH



Internationale Konferenzen

21.-22. März 2018 | Ludwigsburg

Industrial Vision Conference: Industrielle Bildverarbeitung in Automation und Produktion

18.-19. April 2018 | Rostock

Zukunftskonferenz: Wind & Maritim

13.-18. Mai 2018 | USA

CLEO: Laser Science to Photonic Applications

25.-28. September 2018 | Hamburg

WindEurope: Conference at the Global Wind Summit

28.-29. November 2018 | Garbsen

MIC: Machining Innovations Conference for Aerospace Industry

Fachveranstaltungen und Tagungen

19.-20. Februar 2018 | Garbsen

Praxisseminar Fabrikplanung

21. März 2018 | Wolfsburg

Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB): Nachhaltig produzieren im Werkzeugbau

24. Mai 2018 | Hannover

Leibniz-Symposium "Maschinelles Lernen – Intelligente Digitalisierung"

5. Juni 2018 | Hameln

Arbeitspreis XXL-Produkte (AKXXL): Fertigungsverfahren für XXL-Produkte

12.-13. Juni 2018 | Düsseldorf

Branchentag Windenergie NRW

14. Juni 2018 | Lünen

Jahrestagung Massivumformung

7. September 2018 | Hannover

30 Jahre IPH: Jubiläumsfeier mit Fachkonferenz

11. September 2018 | Hannover

Präsidiumssitzung der ZUSE-Gemeinschaft

11.-12. September 2018 | Friedrichshafen und Lindau

Werkzeugbau-Bodenseekonferenz der Verbände VDMA und Swiss MEM

18.-19. September 2018 | Leipzig

Digitalisierung in der Praxis: Forum Arbeitspolitik der IG BCE

20. September 2018 | Hannover

ZUSE-Tag REGIONAL

26.-27. September 2018 | Österreich

Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL)

10.-11. Oktober 2018 | Garbsen

Praxisseminar Fabrikplanung

06.-08. November 2018 | Linstow

Windenergietage

10. November 2018 | Hannover

Die Nacht, die Wissen schafft

21.-22. November 2018 | Blomberg

Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB): Additive Fertigung im Werkzeugbau

28. November 2018 | Brake

Arbeitspreis XXL-Produkte (AKXXL): End-of-Life-Strategien für XXL-Produkte

WISSENSCHAFT FORTSCHRITT



ZUSE-GEMEINSCHAFT
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

Dissertationen



Schirmacher, S.: Energetische Auslegung von drahtlosen, energieautarken Sensorknoten. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2018, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2018. ISBN: 978-3-95900-186-1.

Willeke, S.: Integration volatiler Energiepreise in die Fertigungssteuerung. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2018, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2018. ISBN: 978-3-95900-205-9.



Uttendorf, S.: Automated Generation of Roadmaps for Automated Guided Vehicle Systems. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 3/2018, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2018. ISBN: 978-3-95900-218-9.

Lücke, M.: Werkzeugverschleiß in der Aluminiummassivumformung. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 4/2018, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2018. ISBN: 978-3-95900-239-4.



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

 www.tewiss-verlag.de

Zahlen und Fakten

Umsatz (in Tausend Euro)

gesamt	3.709
Aufträge der Industrie	550
gemeinnützige Forschung	2.559
institutionelle Förderung	600

Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

gesamt	78
Wissenschaftliches Personal / Berater	31
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	7
(studentische) Teilzeitbeschäftigte und Praktikanten	40

Projekte

gesamt	53
Aufträge der Industrie	24
gemeinnützige Forschung	29

Ausgewählte Projekte

Schluss mit der Zettelwirtschaft

IPH unterstützt Mittelständler auf dem Weg zur papierlosen Fertigung

Unnötiges Papier aus der Fertigung verbannen: Dieses Ziel hat sich die micronex GmbH aus Springe gesetzt. Das Unternehmen stellt elektronische Komponenten her und nutzt bisher ausgedruckte Montage-Anleitungen. Künftig soll ein digitales Assistenzsystem die Arbeit erleichtern. Das IPH hat dafür ein Konzept entwickelt.

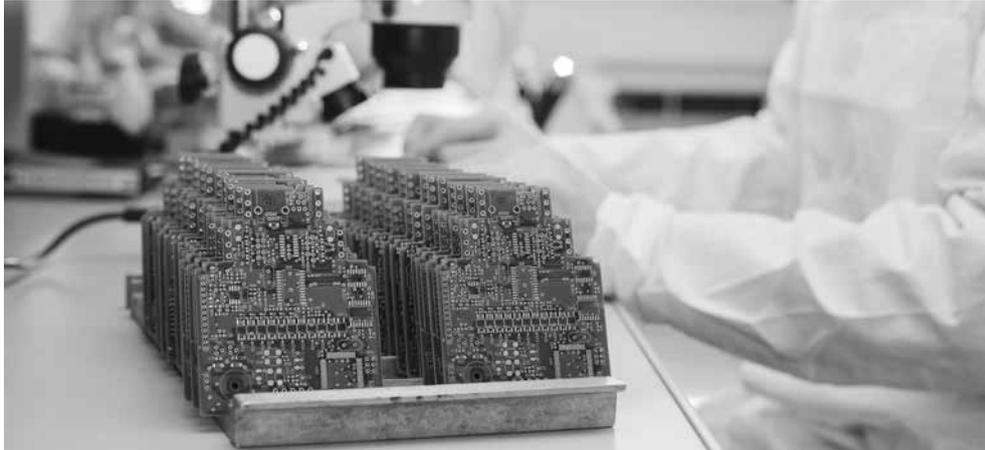
Die micronex GmbH bestückt Platinen für elektronische Geräte, unter anderem für die Automobilindustrie, die Medizintechnik und die Energiewirtschaft. Das mittelständische Unternehmen fertigt in Springe in der Region Hannover. Einige Produkte werden mit Bestückungsautomaten in Serie hergestellt, andere werden von Hand bestückt – weil sie nur in geringer Stückzahl benötigt werden oder weil es sich um Einzelanfertigungen nach Kundenwunsch handelt. Dann ordnen die Mitarbeiter mehrere hundert Bauelemente, etwa Kondensatoren und Widerstände, von Hand auf der Leiterplatte an.

Für jeden Fertigungsauftrag drucken die Mitarbeiter einen zentimeterdicken Stapel Unterlagen aus: Layoutzeichnungen, Materialstücklisten und Arbeitspläne. Diese Papierflut ist nicht nur teuer für das Unternehmen – die Druckkosten summieren sich jedes Jahr auf einen fünfstelligen Betrag – sondern vor allem unübersichtlich für die Mitarbeiter, die sich die relevanten Informationen mühsam zusammensuchen müssen.

Digitales Handbuch statt Papierflut

Doch wie lässt sich das Papier aus der Fertigung verbannen? Im Auftrag der micronex GmbH hat das IPH ein Konzept für die papierlose Fertigung entwickelt. Statt in Papierstapeln zu blättern, sollen die Mitarbeiter künftig ein digitales Assistenzsystem nutzen. Auf einem Bildschirm sehen sie jederzeit, welchen Fertigungsschritt sie als nächstes durchführen müssen und welche Bauelemente sie dafür benötigen.

Was simpel klingt, ist allerdings nicht leicht umzusetzen. Denn es reicht nicht, die bisherigen Stücklisten und Montageanweisungen digital anzuzeigen, statt sie auszudrucken. Um die Arbeit wirklich zu erleichtern, müssen die relevanten Informationen übersichtlich dargestellt werden.



Das IPH hat deshalb im Auftrag der micronex GmbH nach einer geeigneten Software gesucht: Sie muss sich sowohl ans aktuelle Dokumentenmanagementsystem anbinden lassen als auch die Möglichkeit bieten, Checklisten zu erstellen. Mit solchen Listen behalten die Mitarbeiter die einzelnen Arbeitsschritte besser im Blick, können sie nacheinander abarbeiten und abhaken. Zudem können sie Notizen hinzufügen und Fotos hochladen – um sich die Arbeit zu erleichtern, wenn sie später eine Platine derselben Baureihe bestücken.

Neben geeigneter Software hat das IPH auch nach der passenden Hardware gesucht und die Vor- und Nachteile sowie die Kosten verschiedener Lösungen recherchiert. Denkbar wäre, das digitale Handbuch auf einem fest installierten Touch-Monitor direkt am Arbeitsplatz anzuzeigen. Aber auch ein mobiles Gerät könnte die Mitarbeiter Schritt für Schritt durch die Fertigung leiten – etwa ein Smartphone, ein Tablet oder eine Datenbrille.

Papierlose Fertigung spart Kosten und erleichtert die Arbeit

Von der papierlosen Fertigung erhofft sich die micronex GmbH viele Vorteile. Zum einen spart das Unternehmen langfristig Geld: Da die hohen Druckkosten wegfallen, rentiert sich die Investition in die Hard- und Software bereits nach wenigen Jahren. Zudem schont das Unternehmen die Umwelt, wenn es weniger Papier verwendet.

Vor allem aber erleichtert das digitale Assistenzsystem den Mitarbeitern die Arbeit. Sie müssen nicht mehr lange blättern, sondern bekommen übersichtlich angezeigt, was als nächstes zu tun ist – und haben beim Nachlesen beide Hände frei. Damit wird die manuelle Bestückung wesentlich effizienter und es schleichen sich weniger Fehler ein.

Fabrikplanung: Zwei auf einen Streich

Softwaredemonstrator soll Transportsystem auswählen und Layout planen

Förderband, Routenzug, Gabelstapler: Welches Transportmittel ein Unternehmen einsetzt, beeinflusst die Gestaltung des Fabriklayouts enorm. Trotzdem wird bisher beides getrennt voneinander geplant. Das IPH will das ändern und entwickelt einen Softwaredemonstrator zur automatisierten Layout- und Transportsystemplanung.

Um eine effiziente Fabrik zu planen, müssen Unternehmen nicht nur Maschinen, Lagerflächen und Büros optimal anordnen, sondern auch das richtige Transportsystem auswählen. Bisher betrachten Unternehmen beides getrennt voneinander. Oft planen sie zunächst das Fabriklayout und suchen dann nach dem geeignetsten Transportsystem.

Nicht selten muss das Layout anschließend noch einmal angepasst werden – denn das Transportsystem beeinflusst die Layoutgestaltung enorm. Stellt beispielsweise ein Routenzug das Material bereit, ist es sinnvoll, die Maschinen in U-Form anzuordnen. Beim Einsatz einer Schwerkraftrollenbahn sollten die Maschinen dicht beieinanderstehen, werden dagegen Schubmaststapler eingesetzt, muss zwischen den Maschinen genug Platz zum Rangieren bleiben.

Transport und Layout: Von Anfang an beides im Blick

Sinnvoll wäre es also, das Fabriklayout und das Transportsystem von Anfang an parallel zu planen. Im Forschungsprojekt "AutoLaT" will das IPH genau das erreichen. Die Forscher entwickeln einen Softwaredemonstrator zur automatisierten Layout- und Transportsystemplanung: Dieser soll auf Knopfdruck das geeignetste Transportsystem auswählen und gleichzeitig ein materialflusseffizientes Layout planen, das optimal zum Transportsystem passt.

Dafür analysieren die Wissenschaftler zunächst, wie sich unterschiedliche Transportsysteme auf die Gestaltung des Fabriklayouts auswirken, und untersuchen, mit welchen Kosten sie verbunden sind. Zudem sprechen sie mit erfahrenen Systemplanern und sammeln Wissen zur Transportsystemauswahl, das sie anschließend in ein Expertensystem überführen wollen.

Weil sich dieses Expertenwissen nur schwer in klare mathematische Formeln übertragen lässt, setzen die Wissenschaftler bei der Programmierung auf Fuzzy Logic,



also auf unscharfe Wenn-Dann-Regeln. Ein Beispiel: Wenn nur ein Produkt in großer Stückzahl gefertigt wird, dann eignet sich ein Fließband. Wenn die Stückzahl gering und das Transportgewicht hoch ist, kann ein Fahrerloses Transportfahrzeug (FTF) eingesetzt werden. Auf diese Weise findet das Programm das geeignetste Transportmittel und plant daraufhin das passende Layout.

Unternehmen sparen Zeit und Kosten

Bei der Entwicklung des Softwaredemonstrators baut das IPH auf bisherigen Forschungsprojekten auf. Beispielsweise arbeiten die Ingenieure bereits mit einer Software, die auf Knopfdruck Fabriklayouts erzeugt und bewertet. Zudem beschäftigen sich Forscher am IPH mit der Auswahl des optimalen Lager-, Kommissionier- und Transportsystems. Und sie haben ein Expertensystem entwickelt, das Wegenetze für Fahrerlose Transportsysteme automatisiert plant und dabei ebenfalls Fuzzy Logic einsetzt. Das Forschungsprojekt "AutoLaT" vereint all diese Ansätze.

Mit dem Softwaredemonstrator finden Unternehmen in Zukunft auf Knopfdruck das optimale Transportsystem und das passende Layout – das beschleunigt den Fabrikplanungsprozess enorm und senkt die Kosten. Und da Unternehmen von Anfang an beide Aspekte im Blick haben, können sie Fehlplanungen vermeiden.

 autolat.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19994N/1 der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Auf Fehlersuche im Umformwerkzeug

IPH analysiert Blechumformprozess und hilft, Ausschuss zu vermeiden

Warum produzieren unsere Werkzeuge so viel Ausschuss? Mit einer Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) hat das IPH einem Kunden geholfen, diese Frage zu beantworten. Die Ingenieure fanden einen Konstruktionsfehler im Werkzeug – jedoch an anderer Stelle als erwartet.

Wenn die Ausschussquote steigt, stehen viele Unternehmen vor einem Rätsel. So ging es auch einem Kunden des IPH: Bei der Blechumformung trat immer wieder ein bestimmter Fehler auf, die Toleranzen am Werkstück wurden nicht eingehalten. Die Mitarbeiter konnten zwar die Einstellungen des Folgeverbundwerkzeuges anpassen, um fehlerfreie Bauteile zu erhalten. Doch die Maschine produzierte stets von neuem Ausschuss – beispielsweise, wenn ein neuer Blechstreifen eingelegt wurde. Die eigentliche Ursache musste also tiefer liegen. Und das IPH sollte helfen, ihr auf den Grund zu gehen.

Systematische Fehleranalyse bringt mögliche Ursachen ans Licht

Bei der Fehlersuche gingen die IPH-Ingenieure systematisch vor. Zunächst analysierten sie die Struktur und die Funktionen des Werkzeugs: Aus welchen Komponenten und Systemen besteht es? Welche Aufgaben haben diese? Und wie arbeiten die einzelnen Systeme zusammen? Das Folgeverbundwerkzeug, das die IPH-Ingenieure untersuchen sollten, bestand aus etwa 50 Systemen mit 1500 Komponenten. Dazu zählen Keile, Schieber, Schrauben und vieles mehr.

Für jede Komponente haben die IPH-Ingenieure untersucht, welche Fehler auftreten können, und haben diese zusammen mit den Fehlerauswirkungen und -ursachen in einer Tabelle aufgelistet. Anschließend haben sie die Fehler bewertet: Wie wahrscheinlich ist es, dass der Fehler auftritt und dass er unentdeckt bleibt? Schwerwiegend sind dabei nicht jene Fehler, die leicht passieren können – etwa, dass ein Mitarbeiter bei der Montage zu einer falschen Schraube greift. Denn solche Fehler werden in aller Regel sofort entdeckt und korrigiert, sobald der Mitarbeiter merkt, dass die Schraube nicht passt. Bedeutende Fehler sind jene, die erst dann entdeckt werden, wenn es zu spät ist. Wird beispielsweise eine Rückholfeder falsch ausgelegt, klemmt das Bauteil – und im schlimmsten Fall entsteht Totalschaden am Werkzeug. Besonders tückisch ist es, wenn ein scheinbar unbedeutender Fehler größere Schwierigkeiten nach sich zieht.



Für das untersuchte Werkzeug haben die IPH-Ingenieure etwa zehn mögliche Konstruktionsfehler identifiziert, die für den Ausschuss verantwortlich sein könnten. Diese haben sie unter anderem mithilfe von FEM-Simulationen genauer betrachtet. Dabei bemerkten sie eine ungleichmäßige Spannungsverteilung bei einem von mehreren Vorformschritten. Die Ingenieure vermuteten, dass dadurch Verfestigungen im Blech entstehen, die später eine maßhaltige Umformung verhindern.

Um den Fehler zu beheben, haben die Ingenieure zunächst den kritischen Vorformschritt neu ausgelegt, um eine deutlich gleichmäßigere Spannungsverteilung zu erreichen. Damit war es jedoch nicht getan: Drei weitere Umformschritte mussten die Ingenieure anpassen, damit die eigentliche Umformoperation optimal funktioniert, die Toleranzen eingehalten werden und sich keine neuen Fehler einschleichen. Hierfür war die anfängliche Struktur- und Funktionsanalyse unverzichtbar: Diese hatte gezeigt, wie die einzelnen Systeme zusammenarbeiten und sich gegenseitig beeinflussen.

Präventive Fehleranalyse schon bei der Werkzeugentwicklung

Um in Zukunft Ausschuss zu verhindern, will das Unternehmen der Metallverarbeitung bereits bei der Werkzeugentwicklung FEM-Simulationen einsetzen sowie präventive Fehleranalysen durchführen. Idealerweise begleitet eine solche Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) den gesamten Entwicklungsprozess. Denn Fehlerursachen nachträglich aufzudecken und zu beheben ist äußerst aufwendig.

Werden mögliche Fehler dagegen bereits bei der Entwicklung identifiziert, lassen sie sich verhältnismäßig einfach und kostengünstig verhindern. Auch dabei unterstützt das IPH seine Kunden.

Per Datenbrille Fahrzeuge steuern

Innerbetrieblicher Transport auf dem Weg zur Industrie 5.0

Mensch und Maschine arbeiten enger denn je zusammen. In der Fabrik der Zukunft lassen sich Transportfahrzeuge mit Blicken, Gesten und Sprachbefehlen steuern. Das vereint die Vorteile des automatisierten mit denen des manuellen Transports: Effizienz mit Flexibilität.

Fahrerlose Transportfahrzeuge sind äußerst effizient, wenn es darum geht, Waren vom Lager in die Produktion oder von einer Fertigungsstation zur nächsten zu transportieren. Bei Bedarf fahren sie 24 Stunden am Tag ohne Pause durch die Fabrik – solange keine Störungen auftreten. Denn sobald eine Palette falsch steht oder ein Gegenstand den Weg versperrt, gelangt der automatisierte Transport an seine Grenzen. Säße ein Mensch am Steuer, würde er einfach einen anderen Weg wählen oder das Hindernis beiseite räumen. Ein fahrerloses Fahrzeug bleibt dagegen stehen, bis ein Mensch eingreift und die Störung beseitigt. Häufig muss auf die Leitsteuerung zugegriffen werden, damit das Fahrzeug seine Route ändert oder ein anderes Fahrzeug den Auftrag übernimmt.

Steuerung mit Blicken, Gesten und Sprachbefehlen

Die Flexibilität und Problemlösungskompetenz des Menschen mit der Effizienz Fahrerloser Transportfahrzeuge kombinieren: Das ist das Ziel des Forschungsprojekts "MobiMMI". Künftig sollen Mensch und Maschine Hand in Hand arbeiten. Die fahrerlosen Fahrzeuge erledigen ihre Transportaufträge weitgehend automatisiert, nur in kritischen Fällen greift ein Mensch ein und steuert die Fahrzeuge kurzzeitig manuell. Programmierkenntnisse sind dafür nicht nötig, auch kein Führerschein. Der Mensch muss weder auf die Leitsteuerung zugreifen noch sich selbst hinters Lenkrad setzen. Stattdessen steuert er das Fahrzeug über Blicke, Gesten und Sprachbefehle so intuitiv, dass jeder die Steuerung in kurzer Zeit erlernen kann.

Die Ingenieure am IPH setzen dabei auf Augmented-Reality-Technik: Der Mitarbeiter trägt eine Datenbrille, die unter anderem seine Blickrichtung erfasst. So kann der Bediener die Palette anschauen, die das Fahrzeug aufnehmen soll, und anschließend zu einem leeren Regalplatz blicken, damit das Fahrzeug die Palette dort abstellt. Zudem verfügt die Datenbrille über ein Mikrofon für die Sprachsteuerung und ein Kamerasystem, das Gesten im Blickfeld des Bedieners erkennt. Im Forschungsprojekt "MobiMMI" entwickeln die IPH-Ingenieure eine Software zur Erkennung von



Sprachbefehlen und Gesten sowie zur Positionsbestimmung. Zudem entwickeln sie eine Bedieneroberfläche und eine Schnittstelle zur Leitsteuerung: Sämtliche Gesten, Sprachbefehle und Blicke müssen in kompatible Befehle umgewandelt und beispielsweise über WLAN an die Leitsteuerung weitergeleitet werden.

Augmented Intelligence: Ein Schritt in Richtung Industrie 5.0

Am Ende soll ein mobiles System entstehen, das nicht nur intuitiv bedienbar, sondern auch leicht integrierbar ist. Sensoren und Software stecken in der Datenbrille, sodass sich der Bediener frei bewegen kann. Und da das System direkt mit der Leitsteuerung kommuniziert, können Unternehmen ihr bestehendes Fahrerloses Transportsystem (FTS) erweitern, ohne in neue Fahrzeuge investieren zu müssen: Sie müssen lediglich eine Datenbrille und die passende Software anschaffen.

Wenn Mensch und Maschine in Zukunft noch enger zusammenarbeiten, ist das ein Schritt Richtung Industrie 5.0. Im Zeitalter der Industrie 4.0 sollten digitale Assistenten die Arbeit erleichtern, in der Industrie 5.0 verschmelzen künstliche und menschliche Intelligenz zur Augmented Intelligence. Denn Maschinen werden den Menschen nicht aus der Produktion verdrängen – sondern bestmöglich ergänzen.

 mobimmi.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19527 N der Forschungsvereinigung Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V. (GVB) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wohin mit ausgedienten Windanlagen?

IPH berät Hersteller, Windparkbetreiber und Recycling-Unternehmen

Fast jede fünfte deutsche Windenergieanlage erhält ab Ende 2020 keine Subventionen mehr. Für viele Altanlagen wird sich der Weiterbetrieb nicht lange lohnen. Die gesamte Branche bereitet sich deshalb auf eine Rückbau-Welle vor – mit Unterstützung des IPH.

Etwa 28.000 Windenergieanlagen produzieren derzeit in Deutschland Ökostrom. Die Betreiber erhalten dafür eine feste Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz. Diese Förderung endet am 31. Dezember 2020 für 5200 Anlagen gleichzeitig, bis 2025 fallen weitere 8000 Anlagen aus der Förderung – nämlich all jene, die schon seit 20 Jahren am Netz sind. Was geschieht mit diesen Altanlagen?

Weiterbetrieb, Repowering oder Rückbau?

Grundsätzlich haben die Betreiber drei Möglichkeiten: Sie können in die Jahre gekommene Windenergieanlagen weiter betreiben, erhalten aber weniger Geld als bisher für den eingespeisten Strom. Das lohnt sich, solange keine großen Reparaturen fällig werden. Alternativ können sie die Anlagen abbauen und durch neue und leistungsfähigere ersetzen, die deutlich mehr Strom produzieren und somit mehr Einnahmen erwirtschaften. Dieses sogenannte Repowering ist jedoch nicht an jedem Standort erlaubt und auch nicht überall wirtschaftlich. Die dritte Möglichkeit: Die Anlagen endgültig stilllegen und abbauen.

Fest steht: Eine einheitliche Lösung gibt es nicht. Wie lange sich der Weiterbetrieb lohnt, welche Windenergieanlagen wann ersetzt werden sollten, wie unwirtschaftliche Anlagen kostengünstig und umweltfreundlich zurückgebaut werden können – diese Fragen beschäftigen derzeit die ganze Branche. Und seit sich das IPH im Forschungsprojekt "DemoNetXXL" intensiv mit dem Thema beschäftigt hat, suchen Unternehmen Rat bei den Wissenschaftlern in Hannover.

Die Experten können für jede einzelne Windkraftanlage in Deutschland berechnen, wie lange ein Weiterbetrieb wirtschaftlich ist, ob sich ein Repowering lohnt und wann der beste Zeitpunkt zur Stilllegung gekommen ist. Möglich macht das ein Geoinformationssystem, das die IPH-Ingenieure gemeinsam mit dem Start-Up Nefino GmbH entwickelt haben. Zudem hat das IPH die Industrievereinigung Repowering, Demontage und Recycling von Windenergieanlagen (RDRWind e. V.) ins Leben gerufen. Dort



kommen Hersteller von Windenergieanlagen, Windparkbetreiber, Logistikunternehmen, Stromkonzerne und die öffentliche Hand zusammen und tauschen sich aus. Ihr gesammeltes Wissen und ihre Erfahrungen wollen sie in einem neuen DIN-Standard zur nachhaltigen Demontage von Windenergieanlagen zusammenführen.

Öko-Kraftwerke umweltfreundlich recyceln

Auch Recycling-Unternehmen bereiten sich auf die Rückbau-Welle vor – denn früher oder später erreicht jede Windenergieanlage ihr Lebensende und muss abgebaut werden. Im Auftrag eines Kunden haben die IPH-Ingenieure deshalb den Markt analysiert, Wettbewerber unter die Lupe genommen und Kundenbedürfnisse ermittelt.

Der Rat der Experten: Um sich am Markt zu positionieren, sollten Entsorger alles aus einer Hand anbieten. Dafür brauchen Unternehmen ein Netzwerk mit vielen spezialisierten Partnern. Der Beton aus dem Fundament lässt sich beispielsweise im Straßenbau verwenden, glasfaserverstärkte Kunststoffe aus den Rotorblättern werden in Zementwerken verwertet, Komponenten aus der Gondel lassen sich auf dem Zweitmarkt weiterverkaufen. Seltene Erden, die in manchen Anlagentypen kiloweise vorhanden sind, dürfen nicht im Stahlschrott verloren gehen – dafür muss sich das Entsorgungsunternehmen vorab mit dem Anlagenhersteller abstimmen und herausfinden, wo genau die wertvollen Rohstoffe verbaut sind. Wichtig ist vor allem ein sorgsamer und umweltschonender Rückbau – damit die umweltfreundliche Energie kein umweltschädliches Ende nimmt.

 demonetxxl.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 271230719 wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Leicht gebaut, fix verbunden

Hybride Querlenker aus dem Folgeverbundwerkzeug

Aufwandsarm und günstig zum Leichtbau-Teil: Beim Folgeverbundhybridschmieden lassen sich Blech- und Massivelemente in einem einzigen Werkzeug vorbereiten, verbinden, umformen und nachbearbeiten. Forscher am IPH wollen auf diese Weise einen hybriden Querlenker fertigen.

Der Trend im Automobilbau geht zur belastungsorientierten Mischbauweise. Wenn unterschiedliche Materialien und Bauweisen geschickt kombiniert werden, lässt sich viel Gewicht einsparen und damit der Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge senken. So kommen beispielsweise massive Stahlteile dort zum Einsatz, wo hohe Kräfte wirken, während an anderen Stellen Bleche verwendet werden, um Gewicht einzusparen.

Die unterschiedlichen Komponenten zu verbinden erfordert bislang jedoch zusätzliche Arbeitsschritte: Sie müssen beispielsweise verschweißt, verschraubt oder geklebt werden.

Leichte, belastungsoptimierte Bauteile in einem Schritt fertigen...

Das IPH arbeitet jetzt an einer Alternative: Dem Folgeverbundhybridschmieden. Damit lassen sich mit wenig Aufwand leichte, belastungsoptimierte Bauteile herstellen.

Wie das funktioniert, wollen die Forscher am Beispiel eines Querlenkers zeigen – jenem Teil der Radaufhängung, der die Karosserie mit den Rädern verbindet. Für den Stegbereich wollen die IPH-Ingenieure ein Blech aus hochfestem Stahl verwenden, für die Lagerstellen dagegen massiven Schmiedestahl. Durch diese Hybridbauweise wollen sie mindestens zehn Prozent Gewicht einzusparen – bei gleicher Festigkeit, schließlich muss das Bauteil den Kräften im Fahrzeug standhalten.

Um den Lenker zu fertigen, konstruieren die Ingenieure derzeit ein Folgeverbundwerkzeug, das gleich vier Prozessschritte vereint. Zunächst soll das Blech gelocht werden, dann werden die Massivteile für die Lagerstellen positioniert, umgeformt und gleichzeitig form- und kraftschlüssig mit dem Blech verbunden. Abschließend wird das Blech im Folgeverbundwerkzeug abgesichert – und binnen Sekunden ist der Leichtbau-Lenker fertig.



... und dabei Kosten sparen

Die Forscher wollen jedoch nicht nur Gewicht einsparen und die Fertigung beschleunigen, sondern auch die benötigte Presskraft erheblich verringern. Das ist möglich, weil das Bauteil nicht aus einem Stück massiv gefertigt wird, sondern zum großen Teil aus Blech besteht. Dadurch muss es nicht so stark umgeformt werden. Schmiedeunternehmen können die Bauteile also auf relativ kleinen, leistungsärmeren Umformpressen fertigen, die deutlich günstiger sind als Hochleistungspressen und noch dazu weniger Energie benötigen.

Mittels Folgeverbundhybridschmieden lassen sich in Zukunft hybride Leichtbauteile viel schneller, einfacher und kostengünstiger herstellen als bisher. Dadurch können auch kleine und mittlere Unternehmen das innovative Verfahren nutzen und konkurrenzfähig bleiben.

 folgeverbundhybridschmieden.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19750 N der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Energiequelle ohne Kabel und Batterie

Thermoelektrische Generatoren günstig und umweltfreundlich herstellen

Thermoelektrische Generatoren wandeln Wärme in Strom um und können beispielsweise Sensoren mit Energie versorgen – ganz ohne Kabel und Batterien. Konventionelle Generatoren sind jedoch äußerst aufwendig herzustellen, teuer und aus gesundheitsschädlichem Material. Das IPH arbeitet an einer Alternative.

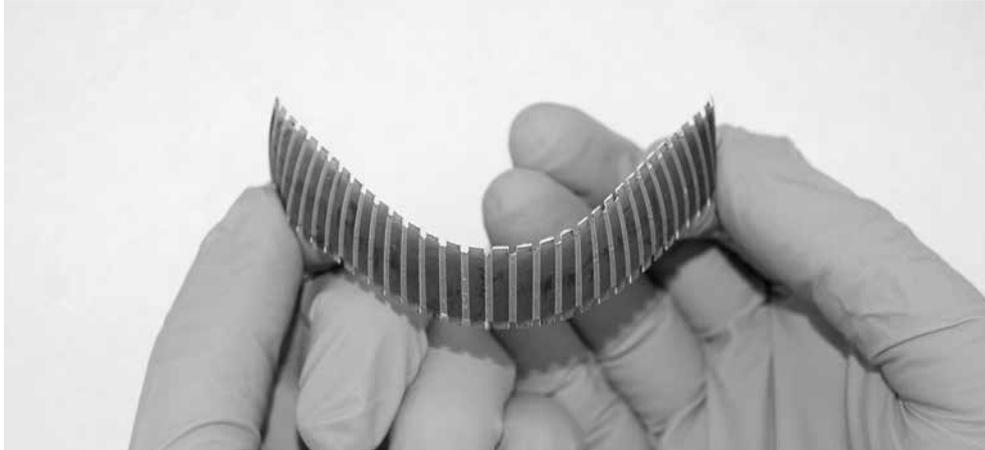
Ein einfaches, günstiges Herstellungsverfahren und ein umweltfreundliches Material für thermoelektrische Generatoren entwickelt das IPH gemeinsam mit dem Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (PCI) der Leibniz Universität Hannover. Bisher wird häufig Bismutellurid für thermoelektrische Generatoren verwendet, das darin enthaltene Tellur ist jedoch gesundheitsschädlich. Zudem zählt es zu den seltenen Erden und ist entsprechend teuer. Außerdem ist der Herstellungsprozess aufwändig: Bismutellurid wird in winzige Blöcke gesägt, die einzeln auf Kupferplättchen gelötet werden.

Umweltfreundliches Material, einfache Verarbeitung

Eine Alternative zu Bismutellurid könnte Calciumkobaltoxid sein. Dieses Material ist vergleichsweise günstig herzustellen und gesundheitlich unbedenklich, seine thermoelektrischen Materialeigenschaften reichen jedoch nicht vollständig an die des Bismutellurids heran. Im Forschungsprojekt synthetisieren Chemiker am PCI deshalb Calciumkobaltoxid und optimieren dessen Materialeigenschaften, während die Ingenieure am IPH einen einfachen und günstigen Herstellungsprozess für thermoelektrische Generatoren entwickeln.

In ihren Versuchen beschichten die Forscher zunächst eine flexible Keramikfolie auf der Vorderseite mit Calciumkobaltoxid und auf der Rückseite mit Silber. Nicht benötigtes Material tragen sie mit dem Laser ab, dabei bleiben sogenannte Beinchen aus leitfähigem Material stehen (siehe Foto). Die Folie wird anschließend aufgerollt und im Ofen mit den anderen Materialien zu einer festen Struktur versintert. So entsteht ein kompakter Generator mit sehr vielen Beinchen auf engem Raum – durch die hohe Dichte lassen sich die etwas schlechteren thermoelektrischen Eigenschaften gegenüber Bismutellurid ausgleichen.

Künftig könnten solche Generatoren sogar gedruckt werden. In großer Stückzahl wäre eine Herstellung im Siebdruckverfahren günstiger, glauben die Forscher. Für



ihre Experimente setzen sie jedoch auf die Strukturierung per Laser, um eine möglichst große Flexibilität bei der Gestaltung der Geometrie zu erhalten. Denn die elektrische Leistung wird nicht nur vom Material bestimmt, sondern auch vom Aufbau des Generators. Deshalb variieren die Forscher unter anderem die Höhe, Breite und Dicke der Beinchen sowie den Abstand dazwischen und untersuchen, wie sich dies auf die Leistung auswirkt.

Robuster Generator mit vielen Einsatzmöglichkeiten

Bisherige thermoelektrische Generatoren liefern Spannungen im Millivoltbereich bis hin zu wenigen Volt. Dabei stellen sie nur einen Bruchteil der Leistung einer handelsüblichen Batterie bereit. Im Gegensatz zur Batterie versiegt die Energiequelle jedoch nicht. Und der Vorteil gegenüber Strom aus der Steckdose: Es müssen nirgends Kabel verlegt werden.

Weil thermoelektrische Generatoren sehr robust sind, werden sie bisher unter anderem in der Raumfahrt eingesetzt. Grundsätzlich können sie überall dort zum Einsatz kommen, wo keine Kabel verlegt und keine Batterien ausgetauscht werden können – und wo ein gewisser Temperaturunterschied ausgenutzt werden kann, um Strom zu erzeugen. Die geringe Menge an Energie reicht aus, um mit einem angepassten Powermanagement beispielsweise Sensoren mit Strom zu versorgen. Damit ließen sich etwa im Inneren einer Maschine Messdaten erfassen oder die Infrastruktur überwachen, um Störungen schneller zu erkennen.

 druckteg.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 325156807 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Exakte Fabrikplanung mit 3D-Layout

Produktion steigern auf engem Raum: IPH unterstützt bei der Planung

Passt eine weitere Fertigungslinie in die bestehende Fabrikhalle? Diese Frage sollte das IPH für einen Lebensmittelhersteller beantworten. Damit der begrenzte Platz optimal ausgenutzt werden kann, haben die Ingenieure ein dreidimensionales Fabriklayout erstellt, das die Halle zentimetergenau abbildet.

In dieser Lebensmittelfabrik gibt es keinen Platz zu verschwenden: Zwei Fertigungslinien ziehen sich durch das Gebäude und produzieren jeweils 10.000 Süßwaren pro Stunde. Eine weitere Linie soll daneben entstehen und künftig 18.000 Teile zusätzlich produzieren. Doch reicht der Platz dafür aus? Das wollte das Unternehmen vorab wissen – und bat das IPH um Unterstützung.

Fabrikplanung auf engem Raum: Jeden Winkel ausnutzen

Bei der Fabrikplanung kommt es nicht nur darauf an, alle Maschinen und Anlagen unterzubringen, sondern auch darauf, einen reibungslosen Materialfluss sicherzustellen. Die Gänge müssen breit genug sein, damit Hubwagen rangieren können. Die Arbeiter brauchen genug Platz, um sich frei zu bewegen. Ablageflächen müssen frei bleiben, etwa für Verpackungsmaterial. Und wenn eine Maschine ausfällt, muss genug Platz vorhanden sein, um sie zu reparieren und ein defektes Teil auszutauschen.

Normalerweise sehen Fabrikplaner dafür großzügige Pufferflächen vor. Doch je beengter der Platz, desto exakter muss die Planung sein – um jeden Winkel ausnutzen zu können. Im Auftrag des Lebensmittelherstellers hat das IPH deshalb ein sehr genaues dreidimensionales Layout erstellt. Das 3D-Modell weicht maximal zehn Zentimeter von der Realität ab und ist damit fünfmal genauer als das zweidimensionale Layout, das der Kunde bisher genutzt hat.

Mit wenig Aufwand zum 3D-Layout

Mittels Photogrammetrie lassen sich dreidimensionale Layouts mit wenig Aufwand erstellen. Die Ingenieure haben einen Stativwagen mit zwei handelsüblichen Fotokameras durch die Fabrik gesteuert und mehrere tausend Bilder aus unterschied-



lichsten Winkeln aufgenommen. Zusätzlich haben sie die Abstände zwischen relevanten Punkten mit einem Laserscanner erfasst. In einem einzigen Arbeitstag haben sie die gesamte Fabrikhalle erfasst – ein Prozess, der ohne Photogrammetrie mehrere Wochen gedauert hätte. Noch schneller erfolgt die Layouterfassung in Hallen mit durchgängig hohen Decken: Dort können die IPH-Ingenieure eine Kameradrohne anstelle eines Stativwagens einsetzen und die benötigten Bilddaten im Flug erfassen.

Der deutlich zeitaufwendigere Teil der Arbeit läuft anschließend automatisiert ab: Eine Bildverarbeitungssoftware errechnet aus den Fotos eine sogenannte Punktwolke. Daraus erstellen die Ingenieure eine dreidimensionale CAD-Zeichnung, die nicht nur die Grundfläche der Fabrik sehr genau abbildet, sondern auch Hindernisse an den Wänden und an der Decke. In der Lebensmittelfabrik verlaufen etwa Rohrleitungen an der Decke, die die Zutaten zu den Maschinen transportieren.

Um Maschinen und Anlagen anzuordnen, nutzen die IPH-Ingenieure einen digitalen Fabrikplanungstisch (siehe Foto). Dort lassen sich einzelne Elemente im Fabriklayout ganz einfach verschieben, unterschiedliche Varianten ausprobieren und dreidimensional darstellen. In einem Workshop haben die IPH-Ingenieure zusammen mit dem Kunden nach dem optimalen Layout für die neue Fertigungslinie gesucht: Wo kann welche Maschine stehen? Reicht die Deckenhöhe an dieser Stelle aus, oder sind Rohrleitungen im Weg? Bleibt genug Platz für Lagerflächen und Wege?

Gemeinsam haben sie eine Lösung gefunden – mit einigen Kompromissen. So müssen die Arbeiter in Zukunft mit weniger Lagerflächen auskommen, und auf manchen Wegen ist nur noch einspuriger Verkehr möglich. Um alle Maschinen unterzubringen, müssen mehrere Rohrleitungen und eine Wand versetzt werden. Doch mit diesen relativ kleinen Anpassungen kann der Kunde seine Produktionsmenge fast verdoppeln – und nutzt den Platz in seiner Fabrik dank exakter Planung bestmöglich aus.

Fahrplan zur Vollautomatisierung

IPH entwickelt wirtschaftliches Fertigungskonzept für Automobilzulieferer

Um Qualität "made in Germany" anbieten zu können, müssen Unternehmen häufig ihre Produktion automatisieren. Nur so können sie mit der Konkurrenz aus Ländern mithalten, in denen die Lohnkosten deutlich niedriger sind, und die Produktion am Standort Deutschland halten. Das IPH bietet dabei Unterstützung an.

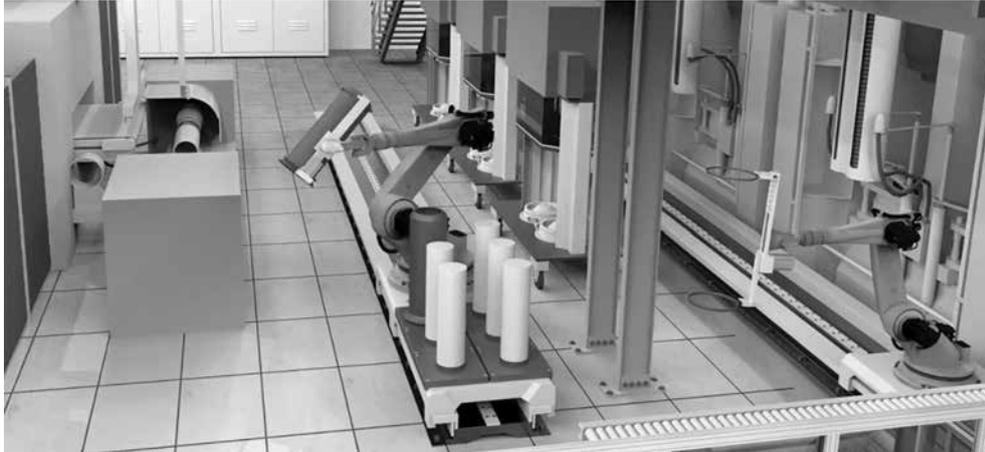
Bei der Automatisierung der Produktion geht das IPH systematisch vor. Die Ingenieure analysieren zunächst den kompletten Fertigungsprozess von der Anlieferung der Rohstoffe bis zum Versand der fertigen Produkte und erstellen einen detaillierten Prozessablaufplan. Anschließend prüfen sie, welche Prozessschritte für eine Automatisierung geeignet sind und welche Techniken für den individuellen Prozessschritt in Frage kommen. Gemeinsam mit dem Kunden wählen sie die adäquatesten Einzellösungen aus und vereinen diese zu einem Gesamtkonzept.

Von der Technikauswahl...

Eine automatisierte Fertigungsinsel hat das IPH für einen Automobilzulieferer konzipiert, der Produkte aus Gummi herstellt. Die Fertigung ist dabei grob in die Schritte Anlieferung, Konfektion, Vulkanisation, Qualitätsprüfung und Versand gegliedert. Zunächst werden Rohstoffe angeliefert, welche auf einer Konfektionsmaschine zu einem Rohling gewickelt werden. Damit dieser Rohling eine permanente Gestalt erhält, wird dieser im Anschluss in einer Form vulkanisiert – die losen Gummibahnen werden dadurch zu einer homogenen, stabilen Form verbunden. Nach dem Vulkanisieren müssen die Produkte noch eine Qualitätsprüfung durchlaufen. Ist diese erfolgreich, erfolgt die Verpackung in Kundengebinde und der Versand.

Für jeden dieser Schritte existieren mehrere mögliche Automatisierungslösungen. Um den Gummibalg von einer Station zur nächsten zu transportieren, könnte zum Beispiel ein Portalroboter zum Einsatz kommen, ein Fahrerloses Transportfahrzeug oder ein Stetigförderer – also beispielsweise ein Förderband oder eine Hängebahn.

All diese Konzepte haben Vor- und Nachteile: Stetigförderer sind günstig in der Anschaffung, aber unflexibel, weil sich die Transportroute nachträglich nur begrenzt ändern lässt. Fahrerlose Transportfahrzeuge sind diesbezüglich sehr flexibel, allerdings sind die Investitionskosten deutlich höher und der Betreuungsaufwand bei Installation und Instandhaltung nicht zu vernachlässigen. Ein Portalroboter ist ebenfalls



teuer in der Anschaffung, bietet aber einen großen Vorteil: Er kann Produkte nicht nur transportieren, sondern auch Maschinen bestücken und Produkte entnehmen.

Eine Herausforderung für die Automatisierungsexperten war die Handhabung der formflexiblen Produkte aus Gummi. Dazu ist ein Greifer notwendig, der sowohl einen äußerst empfindlichen Rohling aus der Konfektionsmaschine entnehmen als auch einen vulkanisierten, noch heißen Gummibalg aus einem Heizer entfernen kann.

Die Ingenieure am IPH haben hierfür mehrere mögliche Techniken recherchiert, die Prozesskräfte abgeschätzt und untersucht, welche Greifer-Technik den Anforderungen am besten gewachsen ist. Gemeinsam mit dem Kunden haben sie eine Technik ausgewählt. Das Besondere: Mit dem vom IPH entwickelten Greiferkonzept können die unterschiedlichsten Formen ohne Greiferwechsel gegriffen und transportiert werden. Somit kann der Kunde die Automatisierungslösung auf neue Produkte und weitere Fertigungsinseln übertragen, ohne dafür größere Anpassungen tätigen zu müssen.

In einer CAD-Software haben die Ingenieure schließlich die gesamte Fertigungsinsel maßstabsgetreu und dreidimensional nachgebaut und eine Bauraumprüfung durchgeführt. So konnten sie herausfinden, ob der Greifer mit den jetzigen Maschinen und Anlagen kompatibel ist.

... bis zur vollständigen Umsetzung

Einen Fahrplan zur Vollautomatisierung hat das IPH ebenfalls aufgestellt: Darin sind alle Arbeitsschritte und Einzelprojekte aufgelistet, die der Auftraggeber angehen muss, um seine Produktion zu automatisieren. In den kommenden vier Jahren soll das Konzept vollständig umgesetzt werden. So kann der Automobilzulieferer wirtschaftlich produzieren, international wettbewerbsfähig bleiben und seine Produktionsstätte am Standort Deutschland halten.

Energiewende trifft Produktionsplanung

Wie Industriebetriebe Ökostrom speichern und Geld sparen können

Langfristig Kohle und Gas ersetzen: Das geht nur, wenn man grüne Energie auch speichern kann. Machbar wird das, wenn Unternehmen energieintensive Produkte vor allem dann herstellen, wenn Ökostrom im Überfluss vorhanden ist. So werden Lager zu Energiespeichern und die Industrie zum Beförderer der Energiewende.

Produzierende Unternehmen können Energie einfach einlagern, wenn sie ihr Produktionsprogramm ein wenig anpassen. Die Idee: Immer dann, wenn reichlich Wind- und Sonnenenergie vorhanden ist, stellen sie energieintensive Produkte her und "speichern" die so gebundene Energie im Lager. Wenn Ökostrom dagegen knapp ist, konzentrieren sie sich auf jene Produktionsschritte, die wenig Energie benötigen. Ein entsprechendes Produktionsplanungstool haben Wissenschaftler des IPH und des Instituts für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA) im Forschungsprojekt "LagBEoS" entwickelt. Und sie haben nachgewiesen, dass produzierende Unternehmen damit sogar Kosten sparen können – wenn die Rahmenbedingungen stimmen.

Vorhersagbare Strompreise, flexibles Produktionsprogramm

Bedingung Nummer eins: Billiger Ökostrom. Weht der Wind und scheint die Sonne, ist Energie im Überfluss vorhanden; der Preis an der Leipziger Strombörse sinkt. Noch kaufen zwar die wenigsten Unternehmen ihren Strom direkt an der Börse, und die Energiekonzerne geben die teilweise extremen Preisschwankungen noch nicht an ihre Kunden weiter. In Zukunft wird sich genau das aber lohnen.

Bedingung Nummer zwei: Vorhersagbare Strompreise. Unternehmen müssen ihr Produktionsprogramm zumindest einige Wochen im Voraus planen können. Wenn sie die Entscheidung, welches Produkt sie zu welchem Zeitpunkt herstellen, an den Strompreis koppeln wollen, dann müssen sie die Preisentwicklung an der Strombörse abschätzen können. Ein entsprechendes Prognosemodell hat die Europa Universität Viadrina entwickelt: Damit lässt sich der EPEX-Spotpreises für vier Wochen vorhersagen.

Bedingung Nummer drei: Lagerfähige Produkte und flexible Produktion. Wenn Unternehmen von schwankenden Strompreisen profitieren wollen, müssen sie zunächst ermitteln, welche Arbeitsschritte besonders energieintensiv sind – beispielsweise die Herstellung von Halbzeugen – und welche Schritte wenig Energie erfordern – etwa



die Montage. Dann können sie in Zeiten günstiger Energie Halbzeuge produzieren und einlagern und in Zeiten teurer Energie auf Lagerbestände zurückgreifen.

Bedingung Nummer vier: Eine energiekostenoptimierte Produktionsprogrammplanung. Damit können Unternehmen herausfinden, welchen Produktionsschritt sie zu welcher Zeit durchführen sollten, um die Energiekosten möglichst gering zu halten. Ein solches Planungstool hat das IPH im Projekt "LagBEnS" entwickelt.

Kostengünstiger und nachhaltiger produzieren

Dass Unternehmen mit dem Modell signifikant Kosten sparen können, haben die Forscher mit einer Beispielrechnung gezeigt. Sie haben das Produktionsprogramm eines durchschnittlichen mittelständischen Produktionsbetriebs sowohl auf herkömmliche Weise als auch energiekostenoptimiert geplant. Das Ergebnis: Rechnet man die etwas höheren Lagerkosten gegen die gesunkenen Energiekosten, bleibt ein Kostenersparnis von fast zehn Prozent. Eine energiekostenoptimierte Produktionsplanung bietet somit viele Chancen: Unternehmen können günstiger produzieren, zugleich regenerative Energien effizienter nutzen und Schwankungen im Stromnetz ausgleichen. Das treibt die Energiewende voran und sorgt für eine nachhaltigere Produktion.

 lagbens.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19073 N des Instituts für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Auf Knopfdruck zur Stadienfolge

Algorithmus soll Auslegung von Schmiedeprozessen beschleunigen

Schmiedeunternehmen können ihren Entwicklungsaufwand künftig stark reduzieren und gleichzeitig Material sparen, indem sie ihre Schmiedeprozesse digital auslegen. Das IPH entwickelt einen Algorithmus, der binnen Minuten eine materialeffiziente und prozesssichere Stadienfolge generieren soll.

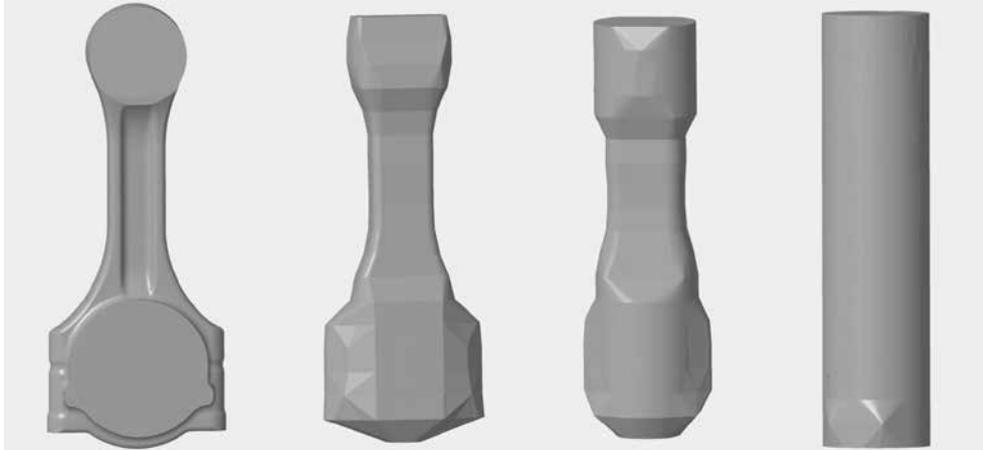
Schritt für Schritt vom Halbzeug zur Fertigform: Um sogenannte Stadienfolgen für komplexe Schmiedeteile wie Kurbelwellen oder Schwenklager zu planen, benötigen selbst erfahrene Konstrukteure Tage oder Wochen. Dafür legen sie verschiedene Vorformen aus und überprüfen mit FEM-Simulationen oder Probeschmiedungen die Formfüllung und die Qualität des Schmiedeteils. Wird die Form nicht richtig ausgefüllt oder entstehen Schmiedefehler, passen die Ingenieure die Vorformen an.

Dieser Prozess kann sehr lange dauern – insbesondere dann, wenn die Ingenieure die Stadienfolge so auslegen wollen, dass möglichst wenig Material verschwendet wird. In der Praxis fehlt vielen Schmiedeunternehmen jedoch die Zeit für eine detaillierte Auslegung, schließlich wollen sie Kundenaufträge möglichst schnell erfüllen. Häufig setzen sie deshalb mehr Material ein als nötig und nehmen hohe Gratanteile in Kauf, was vermeidbare Kosten verursacht.

Algorithmus generiert Stadienfolge

Künftig können Unternehmen beides sparen: Entwicklungszeit und Material. Im Forschungsprojekt "Effiziente Stadienplanung" entwickelt das IPH einen Algorithmus, der eine prozesssichere und zugleich materialeffiziente Stadienfolge vorschlagen soll. Ausgehend vom CAD-Modell einer beliebigen Fertigform errechnet der Algorithmus die Zwischenschritte zurück zum Halbzeug (siehe Abbildung).

Dabei muss der Algorithmus die gültigen umformtechnischen Regeln beachten: Wie stark darf sich der Querschnitt maximal verändern, damit keine Risse oder Falten entstehen? Wie viel Materialüberschuss ist nötig, um die Formfüllung sicherzustellen? Erfahrene Konstrukteure kennen diese Regeln aus langjähriger Erfahrung. Um sie in das Programm einzuspeisen, müssen die IPH-Ingenieure das Expertenwissen systematisch erfassen und in mathematische Formeln übersetzen. Zusätzlich muss das Programm erkennen können, um welche Art Schmiedeteil es sich handelt – schließlich gelten für eine Kurbelwelle andere umformtechnische Regeln



als für einen Flansch. Dafür setzen die Forscher auf ein Künstliches Neuronales Netz, das in der Lage ist, das Bauteil zu klassifizieren: Handelt es sich um eine Langform, eine gedrungene Form oder eine Scheibenform? Gibt es Bohrungen oder Löcher? Ist das Bauteil gebogen?

Schmiedeunternehmen sparen doppelt

Um die Stadienfolge zu generieren, unterteilt der Algorithmus das Bauteil zunächst in verschiedene Querschnitte und ermittelt die Massenverteilung um die Schwerpunktlinie. Anschließend nähert er die Werte des Fertigteils Schritt für Schritt den Werten des Halbzeugs an. Binnen Minuten soll der Algorithmus auf diese Weise eine prozesssichere, materialeffiziente Stadienfolge vorschlagen, die der Konstrukteur bei Bedarf noch anpassen kann.

Schmiedeunternehmen sparen mit der digitalen Stadienplanung künftig sehr viel Zeit bei der Entwicklung und können Kundenaufträge schneller erfüllen. Mithilfe des Algorithmus können sie Stadienfolgen in kürzester Zeit planen – auch für Bauteile, mit denen sie noch keine Erfahrung haben – und den Materialeinsatz optimieren. So sparen Schmiedeunternehmen nicht nur Entwicklungskosten, sondern auch Materialkosten.

 stadienplanung.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19752 N der Forschungsgesellschaft Stahlverformung (FSV) e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Blutspenden effizienter verarbeiten

Optimierungspotential aufdecken: IPH unterstützt DRK-Blutspendedienst

Kein Produkt wie jedes andere: Blutspenden müssen genauestens untersucht und trotzdem innerhalb kürzester Zeit verarbeitet werden. Wie sich die Arbeitsabläufe optimieren und die Produktivität steigern lassen, untersucht das IPH im Auftrag des DRK-Blutspendedienstes.

Etwa 650.000 Blutspenden verarbeitet der DRK-Blutspendedienst pro Jahr am Standort Springe in der Region Hannover. Die Mitarbeiter stellen daraus lebensrettende Produkte her – Erythrozytenkonzentrat, Plasma und Thrombozytenkonzentrat – und verkaufen diese an Krankenhäuser weiter. Während die Mitarbeiter in der Produktion die Blutspenden bearbeiten, werden parallel dazu die Spenderfragebögen geprüft sowie Blutproben jedes Spenders im Labor untersucht.

All das muss effizient ablaufen, denn jede einzelne Spende muss innerhalb von 24 Stunden verarbeitet werden. Die Produktion beginnt deshalb bereits in der Nacht. Um künftig in neuen Räumlichkeiten noch effizienter Blutspenden bearbeiten zu können, will das DRK die Arbeitsabläufe weiter optimieren und hat das IPH mit einer Potentialanalyse und Materialflusssimulation beauftragt.

Verbesserungspotentiale: Mehr Transparenz und Teilautomatisierung

Bei einer Potentialanalyse schauen sich die IPH-Mitarbeiter zunächst die Produktion vor Ort an und sprechen mit den Verantwortlichen detailliert über die Arbeitsabläufe.

Für den DRK-Blutspendedienst haben die Ingenieure sämtliche Prozessschritte, Informations- und Materialflüsse in einem Prozesskettenanalyse-Diagramm dargestellt. Anschließend haben sie zahlreiche Verbesserungsmöglichkeiten vorgeschlagen. Optimierungsvorschläge des DRK-Blutspendedienstes wurden dabei im Gesamtkonzept berücksichtigt.

So könnten sich einige Arbeitsschritte teilweise automatisieren lassen, etwa das Wiegen und Sortieren der Produkte. Für mehr Transparenz im Arbeitsprozess könnte ein sogenanntes Andon-Board sorgen, auf dem alle Arbeitsstationen übersichtlich dargestellt werden und entweder rot oder grün leuchten. So könnten die Mitarbeiter jederzeit erkennen, welcher Prozess gerade reibungslos läuft oder wo es Probleme gibt. Dadurch könnten sie rechtzeitig gegensteuern und beispielsweise zusätzliche



Mitarbeiter an jene Station schicken, an der Verstärkung benötigt wird. Desweiteren können manuelle Tätigkeiten in der Konfektionierung der Endprodukte automatisiert werden, wie etwa die Etikettierung der Präparate.

Materialflusssimulation zeigt vorab, wie sich Veränderungen auswirken

Derzeit erstellen die IPH-Ingenieure im Auftrag des DRK-Blutspendedienstes eine Materialflusssimulation und bilden den gesamten Produktionsprozess am Computer nach.

In der Simulation wollen sie verschiedene Szenarien durchspielen: Wie wirkt es sich zum Beispiel aus, wenn die Schichten in der Produktion zu anderen Uhrzeiten beginnen oder wenn logistische Pufferbereiche in der Kapazität verändert werden? Die Simulation wird zeigen, mit welchen Veränderungen sich die Produktivität am stärksten steigern lässt. Denn auch eine effiziente Produktion lässt sich weiter verbessern – insbesondere, wenn auch neue, erweiterte Produktionsräumlichkeiten in den Planungen berücksichtigt werden können.

Wenn Unternehmen ihre Produktivität erhöhen wollen, lohnt sich ein professioneller Blick von außen. Mit Potentialanalysen und Materialflusssimulationen lassen sich in so gut wie jedem Unternehmen Verbesserungsmöglichkeiten aufdecken – das IPH unterstützt dabei gern.

Schritt für Schritt zum ERP-System

IPH unterstützt Unternehmen bei der Anbietersauswahl

Mehr Transparenz, effizienteres Arbeiten, weniger Zettelwirtschaft: Das wünschten sich die Mitarbeiter eines Distributors für elektrische Steckverbinder. Bei der Auswahl eines geeigneten ERP-Systems halfen die Experten des IPH: Sie nahmen Anforderungen auf, schrieben ein Lastenheft und unterstützten bei der Anbietersauswahl.

Eine Software für alle Unternehmensprozesse: Mit einem guten ERP-System können Unternehmen nicht nur Rechnungen schreiben, sondern auch Lagerbestände im Blick behalten, Aufträge nachverfolgen sowie die Produktion steuern und überwachen. Die Abkürzung ERP steht für Enterprise-Resource-Planning, also die Planung sämtlicher Ressourcen des Unternehmens, vom Kapital über das Personal bis hin zu den Betriebsmitteln.

Viele Unternehmen nutzen ihre ERP-Software nur für die Buchhaltung. Andere Unternehmensbereiche, etwa die Beschaffung, die Produktion oder der Vertrieb, nutzen eigene Systeme und pflegen ihre Daten beispielsweise in komplexen Excel-Tabellen. Der Nachteil: Kollegen können diese Daten nicht einsehen. Ruft beispielsweise ein Kunde im Vertrieb an und erkundigt sich nach seinem Auftrag, muss der Vertrieb erst in der Produktion nachfragen. Ein ERP-System kann hier für Transparenz sorgen: Der Vertrieb kann jederzeit in der Software nachschauen, welchen Status der Auftrag hat. Ebenso kann die Beschaffung jederzeit die Lagerbestände einsehen. Und die Produktion erkennt auf einen Blick, wenn bei einem Bauteil beispielsweise mit Lieferverzögerungen zu rechnen ist. Auch für die meisten Industrie 4.0-Anwendungen ist ein gut gepflegtes ERP Voraussetzung – etwa für Assistenzsysteme oder Big Data-Analysen.

Mitarbeiter wollen Zeit sparen und effizienter arbeiten

Der Wunsch nach einer zentralen Datenverwaltung kam von den Mitarbeitern des Distributors: Sie wollten Doppeleingaben vermeiden und wichtige Informationen nicht lange suchen müssen. Sie wollten Excel-Listen überflüssig machen und weniger Dokumente ausdrucken. Vor allem aber wollten sie Zeit sparen, effizienter und transparenter arbeiten. Die etwa 50 Mitarbeiter entwickeln, produzieren und vertreiben elektrische Steckverbinder und stellen Kabelkonfektionen her, die extremen Bedingungen standhalten – etwa unter Wasser oder im Weltraum. Wie bei den meisten kleinen und mittleren Unternehmen hatten sie jedoch wenig Erfahrung mit



ERP-Systemen. Um unter Hunderten Anbietern die geeignetste Software zu finden, bat das Unternehmen deshalb das IPH um Unterstützung.

IPH unterstützt bei der Auswahl der geeignetsten Software

Bei der ERP-Auswahl gehen die IPH-Ingenieure systematisch vor. Zunächst setzen sie sich in einem Zieldefinitionsworkshop mit Mitarbeitern aus allen Unternehmensbereichen zusammen, notieren deren Erwartungen und Anforderungen an das neue System. Anschließend analysieren sie gemeinsam mit dem Projektteam sämtliche Unternehmensprozesse – von der Angebotserstellung bis zur Auslieferung inklusive Finanzbuch- und Lagerhaltung – und besprechen, wie diese Prozesse in Zukunft effizienter ablaufen können.

Die Anforderungen überführen die IPH-Ingenieure in ein umfangreiches Lastenheft und senden es an potenzielle ERP-Anbieter. Im Fall des Distributors für elektrische Steckverbinder mit Kabelkonfektion haben sie etwa 20 Unternehmen kontaktiert, deren Angebote detailliert ausgewertet und gemeinsam eine Vorauswahl getroffen: Vier Anbieter durften ihr System vor Ort vorstellen und die Fragen der Mitarbeiter beantworten.

Welcher Anbieter das Rennen macht, war neben betriebswirtschaftlichen Kriterien auch eine demokratische Entscheidung des Unternehmens. Das IPH hatte einen Fragebogen vorbereitet, mit dem die Mitarbeiter die vier ERP-Systeme bewerten konnten. Dabei kam es auch auf weiche Faktoren an, etwa auf eine ansprechende Benutzeroberfläche und leichte Bedienbarkeit. Auch das ist wichtig: Denn nur, wenn alle Mitarbeiter mitziehen, ihre Daten im neuen System pflegen und künftig auf Excel-Tabellen und Papierdokumentation verzichten, führt die neue Software zu mehr Transparenz und Effizienz. Bei dem Distributor mit Kabelkonfektion ergab das Votum der Mitarbeiter einen klaren Sieger, dessen ERP-System jetzt eingeführt wird. Auch dabei unterstützt das IPH.

Langes Leben für Schieberwerkzeuge

Konstruktionsrichtlinie soll helfen, den Verschleiß zu minimieren

Komplexe Bauteile schnell und materialeffizient herstellen: Das mehrdirektionale Schmieden macht es möglich. In der Industrie wird das Verfahren jedoch wenig genutzt, weil sich der Verschleiß von Schieberwerkzeugen schwer abschätzen lässt. Das IPH arbeitet an einer Konstruktionsrichtlinie, um die Standzeiten zu erhöhen.

Beim mehrdirektionalen Schmieden wird die Umformkraft über Keile und Schieber umgelenkt, sodass ein Bauteil nicht nur durch Druck von oben, sondern gleichzeitig durch Druck von den Seiten umgeformt wird. Mit solchen Schieberwerkzeugen lassen sich deutlich komplexere Geometrien formen als beim konventionellen Schmieden. Dadurch können Unternehmen Prozessschritte einsparen und Bauteile schneller fertigen. Zudem entsteht beim mehrdirektionalen Schmieden sehr wenig Grat, das spart Material.

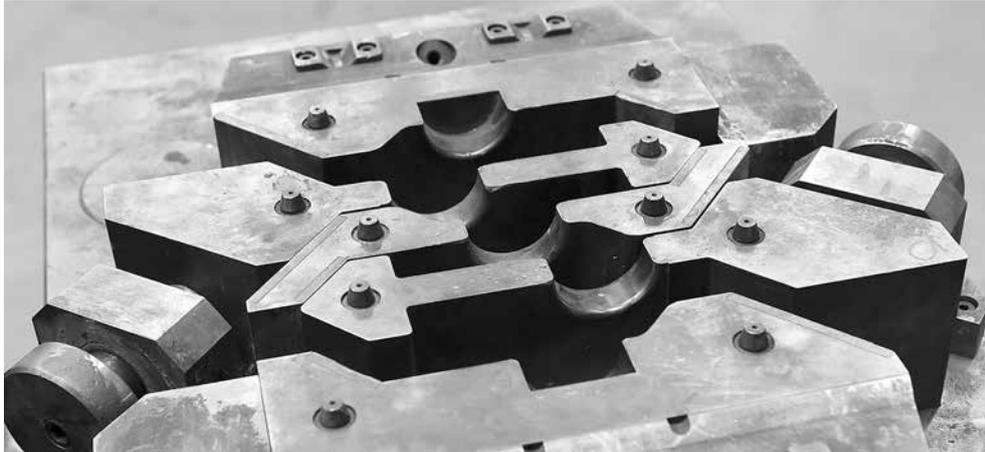
Ob dieses schnelle, materialeffiziente Fertigungsverfahren auch Geld spart, hängt jedoch von einem weiteren Faktor ab: vom Verschleiß der Schieberwerkzeuge und den damit verbundenen Kosten. Beides lässt sich bisher schwer abschätzen.

Welche Faktoren beeinflussen den Verschleiß?

Um das Verfahren für die Industrie attraktiver und berechenbarer zu machen, will das IPH systematisch untersuchen, von welchen Faktoren der Verschleiß abhängt und wie sich die Standzeiten der Werkzeuge erhöhen lassen.

Dazu konstruieren die Forscher ein modulares Werkzeug mit austauschbaren Komponenten. Sie testen unterschiedliche Schiebergeometrien, Schieber aus unterschiedlichen Werkstoffen, verschiedene Winkel an Keil und Schieber und verschiedene Schließmechanismen – beispielsweise Tellerfedern, Gasdruckfedern, Ziehkissen oder formschlüssigen Schließmechanismen. Zudem untersuchen sie, wie sich unterschiedliche Temperaturen und die Art der eingesetzten Umformpresse auf den Verschleiß auswirken.

Die Forscher führen experimentelle Versuche durch, ermitteln einen Verschleißfaktor und bestimmen simulativ den Verschleißverlauf. Die Simulation liefert Hinweise darauf, welche Faktoren den Verschleiß besonders stark beeinflussen. Mit diesem Wissen wählen die Forscher mehrere Werkzeugvarianten aus, die sie tatsächlich



konstruieren und einem Praxistest unterziehen. Aus den Ergebnissen erstellen die Forscher eine Konstruktionsrichtlinie für die Industrie, die den Zusammenhang zwischen Prozessparametern und Verschleiß aufzeigt. Damit liefern sie Unternehmen das Handwerkszeug, um Schieberwerkzeuge mit möglichst hoher Standzeit zu konstruieren.

Spart mehrdirektionales Schmieden tatsächlich Kosten?

Seit mehr als 20 Jahren erforschen die Ingenieure am IPH das mehrdirektionale Schmieden und unterstützen Unternehmen auf der ganzen Welt bei der Umsetzung. Angewendet wird das mehrdirektionale Schmieden beispielsweise, um Kurbelwellen materialeffizient herzustellen sowie Hinterschnitte und seitliche Gravuren schon während des Schmiedens einzubringen. Bisher nutzen jedoch nur sehr wenige Firmen das innovative Verfahren.

Die Konstruktionsrichtlinie soll helfen, das mehrdirektionale Schmieden für Unternehmen attraktiv zu machen, die bisher noch konventionell schmieden. Sie können Werkzeugkosten und Standzeiten künftig besser abschätzen und beurteilen, ob sich das mehrdirektionale Schmieden für sie lohnt – und ob sie mit diesem Verfahren nicht nur Zeit und Material, sondern auch Kosten einsparen können.

 standzeit-schieberwerkzeuge.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben Nr. 19911 N der Forschungsgesellschaft Stahlverformung (FSV) e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Tragrollenprüfstand mit Klimakammer

Energieeffizienz von Tragrollen unter einsatznahen Bedingungen testen

Eisige Kälte, glühende Hitze, schwere Lasten: Schüttgut-Förderanlagen kommen oft unter Extrembedingungen zum Einsatz. Das IPH hat einen einzigartigen Prüfstand entwickelt, mit dem sich konventionelle und angetriebene Tragrollen bei Temperaturen von -40 bis 60 Grad und einer Auflast von 10 Kilonewton prüfen lassen.

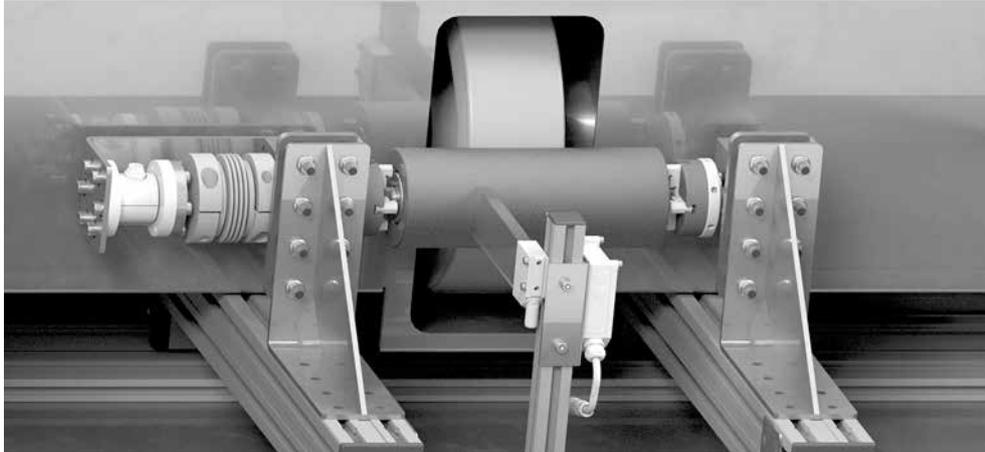
Eine Förderanlage benötigt umso weniger Energie, je leichter sich die Tragrollen drehen, über die der Fördergurt gleitet. Bei großen Anlagen ist der Energiebedarf ein enormer Kostenfaktor. Das IPH bietet deshalb unabhängige Prüfleistungen an: Im Auftrag von Tragrollenherstellern und -anwendern auf der ganzen Welt messen die Ingenieure unter anderem den Laufwiderstand.

Den DIN-Normen entsprechend müssen Tragrollen bei 20 Grad Celsius, 650 Umdrehungen pro Minute und einer Belastung von 250 Newton getestet werden, damit die Werte vergleichbar sind. Tragrollen, die unter diesen Bedingungen ideale Eigenschaften haben, können sich im praktischen Einsatz aber ganz anders verhalten. Denn Förderanlagen werden nicht nur in klimatisierten Fabriken eingesetzt, sondern beispielsweise auch im Bergbau. Dort transportieren sie tonnenschwere Güter bei extremen Temperaturen. Dieselben Tragrollen können in der Wüstenhitze einen ganz anderen Laufwiderstand aufweisen als in eisiger Kälte. Das IPH prüft deshalb nicht nur nach DIN, sondern auch unter einsatznahen Bedingungen.

IPH prüft Tragrollen bei extremen Temperaturen und hoher Auflast

Im Forschungsprojekt "EiLaT" haben IPH-Ingenieure einen neuen, einzigartigen Prüfstand entwickelt. Dort können Tragrollen mit bis zu 10 Kilonewton belastet werden, was ungefähr der Gewichtskraft einer Tonne entspricht. Zudem befindet sich der Prüfstand in einer Klimakammer, die Temperaturen zwischen -40 und 60 Grad Celsius ermöglicht.

Der Prüfstand am IPH ist der erste und bisher einzige, mit dem sich neben konventionellen auch angetriebene Tragrollen testen lassen – also Tragrollen, die über einen eingebauten Motor verfügen. Derzeit werden Gurtförderer von wenigen, leistungsstarken Motoren angetrieben. Würden stattdessen einige Tragrollen motorisiert, ließe sich die Kraft gleichmäßiger verteilen und so der Energiebedarf senken. Zudem würde weniger Platz für den Antrieb benötigt.



Prüfstand für konventionelle und angetriebene Tragrollen

Angetriebene Tragrollen befinden sich derzeit noch in der Entwicklung und werden noch nicht in der Praxis eingesetzt. Sobald sie marktreif sind, kann ihr Energiebedarf am IPH unabhängig geprüft und verglichen werden.

Im Inneren des Prüfstands (siehe Abbildung) befindet sich eine Halterung, in die die Tragrolle eingespannt wird, sowie ein Rad, das entweder als Antrieb oder als Widerstand dient. Bei der Prüfung von konventionellen Tragrollen wird das Rad mit einer definierten Kraft gegen die Rolle gedrückt, dreht sich und treibt so die Tragrolle an. Mithilfe eines Drehmomentsensors wird der Laufwiderstand gemessen. Bei der Prüfung von angetriebenen Tragrollen dient das Rad als Widerstand; gemessen wird der Energiebedarf zum Antreiben der Tragrolle. Mit dem Prüfstand kann das IPH auch untersuchen, wie sich angetriebene Tragrollen verhalten, wenn der Motor einmal ausfällt: Dann dürfen sie das Förderband nicht bremsen, sondern sollten mit möglichst wenig Widerstand mitlaufen.

Zwei Jahre Forschungs- und Entwicklungsarbeit haben die IPH-Ingenieure in den neuen Prüfstand investiert, derzeit befindet er sich im Bau. Ab Sommer 2019 wird er einsatzbereit sein.

 eilat.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 19137 N/1 der Forschungsvereinigung Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V. (GVB) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Lohnt sich der Bau neuer Gleise?

Simulation eines Verladebahnhofs ermöglicht Blick in die Zukunft

Ist der Bahnhof noch groß genug – oder stößt er bald an seine Kapazitätsgrenze? Diese Frage sollte das IPH für einen Kunden beantworten. Mithilfe einer Materialflusssimulation untersuchten die Ingenieure, ob sich die Investition in neue Gleise oder eine zusätzliche Lokomotive lohnt.

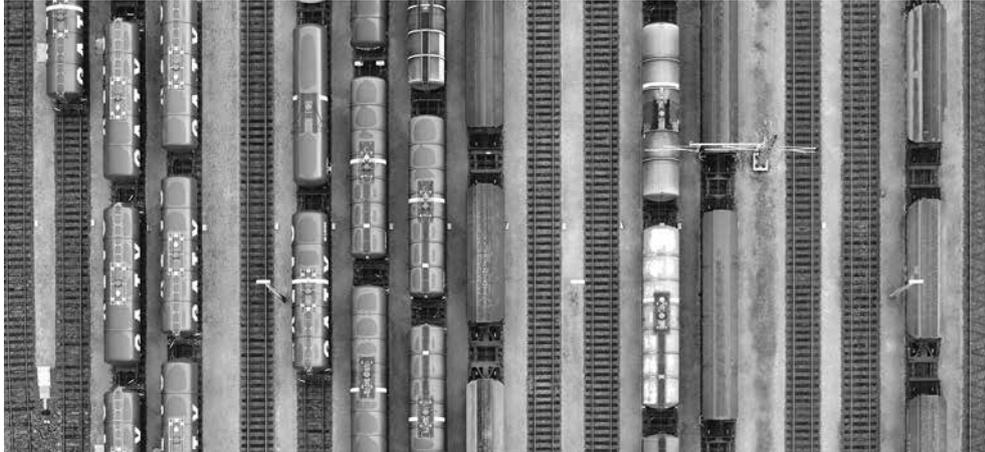
Vor wichtigen Entscheidungen würde so manches Unternehmen gern einen Blick in die Zukunft werfen. Wie weit lässt sich der Umsatz mit den bestehenden Anlagen steigern? Ab wann sind Erweiterungen nötig? Und welche Investition zahlt sich wirklich aus? Beantworten lassen sich solche Fragen mithilfe von Materialflusssimulationen. Sie können komplexe Systeme äußerst realistisch abbilden und Zusammenhänge untersuchen – nicht nur klassische Produktionsbetriebe, sondern beispielsweise auch Bahnhöfe.

Jede Simulation muss zunächst die Vergangenheit abbilden...

Im Auftrag eines Kunden hat das IPH einen kompletten Verladebahnhof mit einer Materialflusssimulation nachgebildet. Auf dem Verladebahnhof werden Kesselwagen mit Diesel, Benzin und Gas befüllt und Rohstoffe zur Kraftstoffherstellung entladen. Der Bahnhofsbetreiber rechnet in den kommenden Jahren mit einer deutlichen Erhöhung des Durchsatzes – und wollte wissen, ob die bestehende Infrastruktur dafür ausreicht oder ob Erweiterungen notwendig sind.

Um den Gleisbetrieb digital nachzubilden, nutzen die Ingenieure am IPH die Software Plant Simulation. Sie dient eigentlich zur Darstellung von Materialflüssen in einer Fabrik, das IPH hat jedoch spezielle Simulationsbausteine entwickelt, um auch die Bewegungen von Zügen realistisch abbilden zu können.

Bei jeder Materialflusssimulation wird zunächst der Ist-Zustand abgebildet. Um die Gleise und Weichen des Verladebahnhofs nachzubilden, standen den Ingenieuren GPS-Daten zur Verfügung. Die Positionen der Verladeanlagen wurden von Hand in das Modell eingepflegt. Darüber hinaus stellte der Auftraggeber Daten eines gesamten Kalenderjahres zur Verfügung – unter anderem zur Auslastung des Verladebahnhofs, zur Anzahl der Kesselwagen und zur Menge von Import- und Exportprodukten. All diese Daten haben die Ingenieure in das Simulationsmodell integriert, um die Realität ausreichend genau nachzubilden.



Komplizierter wird es beim Faktor Mensch: In der Realität entscheidet der Lokführer, in welcher Reihenfolge er die Aufträge abarbeitet. Dabei versucht er, dringende Aufträge zuerst zu erledigen, Leerfahrten zu vermeiden und gleichzeitig für eine hohe Auslastung der Verladeanlagen zu sorgen. Die dahinterstehende Logik beherrscht der Lokführer intuitiv und durch jahrelange Erfahrung – sie ins Simulationsmodell zu übertragen, ist eine Herausforderung. Um sie zu meistern, haben die IPH-Ingenieure komplexe Entscheidungslogiken für die Bewegungen der Rangierloks hinterlegt.

... erst dann gelingt ein Blick in die Zukunft

Wenn es gelingt, die Zugbewegungen aus der Vergangenheit genau genug nachzubilden, wird ein Blick in die Zukunft möglich. Für den Bahnhofsbetreiber sollte das IPH mehrere Szenarien simulieren und folgende Fragen beantworten: Wie wirkt es sich aus, wenn auf der bestehenden Anlage mehr Produkte als bisher umgeschlagen werden? Sind Kapazitätsreserven vorhanden – oder stößt die Infrastruktur an ihre Grenzen? Lohnt es sich, die Gleise zu erweitern, um mehr Kesselwagen im Bahnhof abstellen zu können? Oder ist es sinnvoller, eine zusätzliche Lok einzusetzen, um die Waggons zu bewegen?

Anhand des Modells konnten die Ingenieure feststellen, dass der Bau neuer Gleise allein nicht ausreicht – denn die bisher einzige Rangierlok im Bahnhof ist bereits sehr stark ausgelastet. Wesentlich mehr Kesselwagen als bisher kann sie nicht bewegen. Wenn das Unternehmen den Durchsatz deutlich erhöhen will, muss es also eine zweite Lok einsetzen und zusätzlich neue Gleise bauen – andernfalls würde der Bahnhof sehr schnell wieder an seine Kapazitätsgrenze stoßen.

Mit diesem Wissen kann sich der Betreiber für die Zukunft rüsten. Ein kleiner Blick in die Zukunft per Computersimulation hilft somit bei großen Entscheidungen – und das nicht nur bei Bahnhöfen.

Projekte, Partner, Publikationen

Projekte 2018

- S. 50-51 3D-Hallenmodell
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2018 – 08/2018
 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung
- Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB)
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/1997
 www.akwzb.de
- Arbeitskreis XXL-Produkte (AKXXL)
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2010
 www.xxl-produkte.net
- S. 38-39 Automatisierte und integrierte Layout- und Transportsystemplanung unter Berücksichtigung logistischer und wirtschaftlicher Zielgrößen (AutoLaT)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2018 – 10/2020
 autolat.iph-hannover.de
- S. 36-37 Digitalisierung Montagepläne
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2018 – 09/2018
 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung
- Echtzeitfähige und kamerabasierte Ergonomiebewertung und Maßnahmenableitung in der Montage (WorkCam)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 04/2017 – 03/2019
 workcam.iph-hannover.de
- S. 56-57 Effiziente Stadienplanung mit Massenverteilung um die Schwerpunktklinie für Schmie-
debauteile (Effiziente Stadienplanung)
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 11/2017 – 10/2019
 stadienplanung.iph-hannover.de
- Effizienzsteigerung eines Aluminiumschmelzofens (ALSO 4.0)
Auftraggeber: BMWI | Laufzeit: 06/2017 – 11/2019
 also40.iph-hannover.de
- S. 64-65 Einsatznahe Charakterisierung des Laufverhaltens angetriebener und konventionel-
ler Tragrollen für (Schüttgut-)Förderanlagen (EiLaT)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 10/2016 – 02/2019
 eilat.iph-hannover.de

Entwicklung einer automatisierten 3D-Layerfassung zur Unterstützung von Fabrikplanungsprozessen (Instant Factory Maps)

Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2017 – 06/2019

 factorymaps.iph-hannover.de

Entwicklung einer Methode zur quantitativen, mehrdimensionalen Fabriklayoutplanung mittels mathematischer Modellierung von fabrikplanungsrelevanten Eigenschaften (MeFaP)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2017 – 11/2019

 mefap.iph-hannover.de

Entwicklung eines Produktionsverfahrens zur Herstellung einer neuartigen masseoptimierten Leichtbau-Kompaktbremseinheit für Schienenfahrzeuge (Kompaktbremseinheit)

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

 kompaktbremseinheit.iph-hannover.de

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

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

 prosuma.iph-hannover.de

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

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

 40ready.iph-hannover.de

S. 48-49 Entwicklung eines TEG auf $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ -Basis im Siebdruckverfahren (DruckTEG)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 10/2017 – 12/2019

 druckteg.iph-hannover.de

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

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

 oekologwi.iph-hannover.de

S. 60-61 ERP-Auswahl

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2018 – 08/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes

ERP-Dokumentation

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2018 – 08/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes

ERP-Einführung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 10/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes

S. 66-67 Erweiterung Materialflusssimulation Rangierbahnhof

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2017 – 07/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/materialflusssimulation

Fabriklayoutkonzept

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2018 – 12/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung

Fallbasiertes Expertensystem zur automatisierten Reaktion auf Betriebsstörungen in frei navigierenden Fahrerlosen Transportsystemen (FTS-Expert)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 02/2017 – 04/2019

 fts-expert.iph-hannover.de

Fehleranalyse in einem CAD-Makro

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2018 – 02/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung

Hybrides Verbundschmieden als Fügeverfahren für Aluminiummassivteile und Stahlbleche (Verbundhybridschmieden)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 03/2017 – 12/2018

 verbundhybridschmieden.iph-hannover.de

S. 40-41 Identifikation von Fehlerquellen mittels FMEA in Folgeverbundwerkzeugen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2018 – 12/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik

Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen (SFB 1153 B1)

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

 www.sfb1153.uni-hannover.de

KI-basierte Prognose der Ergebnisse von Massivumformsimulationen (KIimulation)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/2015 – 03/2018

 kimulation.iph-hannover.de

Materialflusssimulation

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 11/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/materialflusssimulation

MES-Auswahl

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2018 – 11/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes

- S. 18-19 Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum, Hannover (Mit uns digital! Das Zentrum für Niedersachsen und Bremen)
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 12/2015 – 11/2020
 www.mitunsdigital.de

- S. 42-43 Mobile Mensch-Maschine-Interaktion zur Beauftragung und Steuerung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (MobiMMI)
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2018 – 12/2019
 mobimmi.iph-hannover.de

Nutzung unterschiedlicher Fließspannungen beim Umformen inhomogen erwärmter Rohteile (Inhomogene Erwärmung)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 10/2018 – 09/2020

 inhomogen.iph-hannover.de

- S. 54-55 Nutzung von Lagerbeständen als Energiespeicher (LagBEnS)
Auftraggeber: AiF/IUTA | Laufzeit: 03/2016 – 02/2018
 lagbens.iph-hannover.de

- S. 62-63 Optimierung der Standzeit von Schieberwerkzeugen beim Einsatz in Schmiedepressen unter Variation der Schließmechanismen und der Umformgeschwindigkeit (Standzeit Schieberwerkzeuge)
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 05/2018 – 04/2020
 schieberwerkzeuge.iph-hannover.de

Organisation und Steuerung von Baustellenprozessen in der modularen Gebäudenachverdichtung zur Optimierung von Kosten, Zeit sowie Ressourceneffizienz (MoGeNa)

Auftraggeber: AiF/IUTA | Laufzeit: 11/2018 – 10/2020

 mogena.iph-hannover.de

Potenzialanalyse in der Montage

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2018 – 11/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik

S. 58-59 Potenzialanalyse zur Optimierung der Produktion

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2018 – 04/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik

Praxisseminar Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 02/2018

 www.praxisseminar-fabrikplanung.de

Praxisseminar Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 10/2018

 www.praxisseminar-fabrikplanung.de

Projektkoordination

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2018 – 12/2018

Prozessauslegung zur Herstellung von Kühlerlamellen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2018 – 02/2019

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren

Prozessdesignstudie zur Herstellung von Rasperlättern

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2018 – 03/2019

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren

Querkeilwalzen zur Geometriekorrektur von Halbzeugen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2018 – 03/2019

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik

Querkeilwalzuntersuchung einer Aluminiumvorform

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2018 – 12/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik

Rail Transport Mobilität Optimierung – Teil 3 (RTMO)

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 09/2017

Schulung Aluminiummassivumformung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2018

 www.praxisseminar-massivumformung.de

Schulung Massivumformung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2018

 www.praxisseminar-massivumformung.de

S. 44-45 Studie Rotorblatt-Recycling

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 03/2018 – 05/2018

Supply Chain Design für Home Delivery

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2018 – 10/2018

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2018 – 08/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen

Tragrollenprüfungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2018

 www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen

S. 46-47 Umformen und Fügen von Blech- und Massivelementen in Folgeverbundwerkzeugen zur Erzeugung eines hybriden Querlenkers aus Stahl (Folgeverbundhybridschmieden)

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

 folgeverbundhybridschmieden.iph-hannover.de

Untersuchung der Einsatzpotenziale und Grenzen des innerbetrieblichen Einsatzes von Drohnen für den Materialtransport (DroMaTra)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2018 – 10/2020

 dromatra.iph-hannover.de

Untersuchungen zur Vorformung von Stahl im Halbwarmtemperaturbereich mit modifizierten kohlenstoffbasierten Schichtsystemen (Halbwarm DLC2)

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

 dlc2.iph-hannover.de

Wandlungsfähigkeit und Automatisierungsgrad für Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme (WALaTra)

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

 walatra.iph-hannover.de

Wissensverbund zur Qualifizierung europäischer KMU für die Herausforderungen der Industrie 4.0 (SMeART)

Auftraggeber: EU | Laufzeit: 01/2017 – 12/2019

 www.smeart.eu

S. 16 Zentrum für Additive Fertigung (Niedersachsen ADDITIV)

Auftraggeber: MW | Laufzeit: 07/2017 – 06/2020

 www.niedersachsen-additiv.de

Zustandsdiagnose von Schiffsgetriebenen durch ein drahtloses, energieautarkes Sensornetzwerk (CoMoGear)

Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 08/2016 – 06/2019

 comogear.iph-hannover.de

Abkürzungen

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

Partner 2018

3D Systems Software GmbH, Ettlingen | AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | AIRBUS Operations GmbH, Hamburg | ALU-Kanttechnik GmbH, Alfeld/Leine | AREVA Wind GmbH, Bremerhaven | Armbruster Engineering GmbH & Co. KG, Bremen | Artur Küpper GmbH & Co. KG, Velbert | AuE Kassel GmbH, Kassel | Basler AG, Ahrensburg | beta Data Science GbR, Hannover | BEUMER Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Beckum | BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen | BIK – Institut für integrierte Produktionsentwicklung, Bremen | Bitmotec GmbH, Hannover | BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin | BVL – Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | Cadolto Modulbau GmbH, Cadolzburg | CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, Hannover | Compose 2 Compete GmbH, Rastede | CopterCloud® GmbH, Hamburg | das-bau-team GmbH Zimmerei + Holzbau, Unterschleissheim | DEMODU AG, München | Deutsche Messe Technology Academy GmbH, Hannover | DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | DOMINO Bau- & Handels GmbH, München | Dr. Bergfeld Schmiedetechnik GmbH, Solingen | Dr. R. Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg | DRK-Blutspendedienst NSTOB GmbH, Springe | E&K Automation GmbH, Rosengarten | e. optimum AG, Offenburg | Erwin Quarder Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp | ESCHA GmbH & Co. KG, Halver | Europäische Union | Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder) | FIBRO GmbH, Hassmersheim | FiPuS – Ingenieurbüro für Prüftechnik und Software, Glauchau | FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf | Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP), Rostock | FSV – Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V., Hagen | Georg Ebeling Spedition GmbH, Wedemark | Gestamp Umformtechnik GmbH, Bielefeld | Götting KG, Lehrte | GREAN GmbH, Garbsen | GTT – Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | GVB – Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V., Rohr | HAMMERWERK FRIDINGEN GmbH, Fridingen / Donau | hannoverimpuls GmbH, Hannover | Herfurth & Partner Rechtsanwalts-gesellschaft mbH, Hannover | Hochschule Hannover, Fakultät I – Elektro- und Informationstechnik, Hannover | HOMAG Group AG, Schopfloch | Horst Witte Gerätebau Barskamp KG, Bleckede | HR-Energie GmbH, Duisburg | HSG-IMIT – Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft e. V., Villingen-Schwenningen | ibk IngenieurConsult GmbH, Hannover | IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen | IFUM – Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Garbsen | IFW – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Garbsen | iGo3D GmbH, Hannover | IHK – Industrie- und Handelskammer, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | Industrieverband Massivumformung e. V., Hagen | InfraServ GmbH & Co. Gendorf, Burgkirchen | Ingenieurbüro Köhler, Delmenhorst | INNO TAPE GmbH, Alfeld (Leine) | InSystems Automation GmbH, Berlin | io-consultants

GmbH & Co. KG, Heidelberg | IOT – Institut für Oberflächentechnik, TU Braunschweig, Braunschweig | IPRI – International Performance Research Institute GmbH, Stuttgart | ISAF – Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren, Clausthal-Zellerfeld | ITA – Institut für Transport- und Automatisierungstechnik, Garbsen | IUTA – Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V., Duisburg | IWF – Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Braunschweig | J. Müller Stahl & Projekt Terminal GmbH & Co. KG, Brake | Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover | JOWO – Systemtechnik GmbH, Delmenhorst | Kardex Germany GmbH, Bellheim | KUKA Roboter GmbH, Augsburg | LASCO Umformtechnik GmbH, Coburg | Lehner Haus GmbH, Heidenheim | Leibniz Universität Hannover, Hannover | logical line GmbH, Hannover | LZH – Laser Zentrum Hannover e. V., Hannover | LZH Laser Akademie GmbH, Hannover | MAGNA International Stanztechnik GmbH, Salzgitter | MAHLE Aftermarket GmbH, Schorndorf | MFL Maschinen & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt am Rübenberge | micronex GmbH, Springe | microsensys GmbH, Erfurt | Miele & Cie. KG, Gütersloh | MTU Maintenance Hannover GmbH, Langenhagen | MVI PROPLANT Nord GmbH, Wolfsburg | Nbank – Investitions- und Förderbank Niedersachsen, Hannover | NiedersachsenMetall – Verband der Metallindustriellen Niedersachsens e. V., Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, Hannover | Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation, Amagasaki, Japan | OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg | OMV Aktiengesellschaft, Wien, Österreich | OTTO FUCHS KG, Meinerzhagen | Parbleu, Egmond aan den Hoef, Niederlande | Paul Beier GmbH Werkzeug- und Maschinenbau & Co. KG, Kassel | Paul Hafner GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | PCI – Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Hannover | Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | Pierau Unternehmensberatung GmbH, Hamburg | Prämag GmbH, Burg | PreciTorc GmbH, Bremen | PREUSS Service GmbH, Hannover | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | PWS GmbH Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik, Ravensburg | PZH – Produktionstechnisches Zentrum der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Reintjes GmbH, Hameln | RMA – Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG, Essen | RULMECA GERMANY GmbH, Leipzig | RWE Power AG, Frechen | Saarstahl AG, Völklingen | Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Göttingen | Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG, Plettenberg | Schraubenwerk Zerbst GmbH, Zerbst | Seissenschmidt GmbH, Plettenberg | Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark | SIEPMANN-WERKE GmbH & Co. KG, Warstein | SLF Oberflächentechnik GmbH, Emsdetten | SMS group GmbH, Mönchengladbach | SOFI – Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen e. V., Göttingen | Sport-Thieme GmbH, Grasleben | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STM Stahl Service Center GmbH, Gräfelfing | Takraf GmbH, Lauchhammer | Teckentrup Stanztech-

nik GmbH & Co. KG, Herscheid | TEWISS GmbH, Garbsen | Tower Automotive GmbH & Co. KG, Köln | Ubimax GmbH, Bremen | Union Werkzeugmaschinen GmbH, Chemnitz | University of Primorska, Koper, Slowenien | UVN – Unternehmerverbände Niedersachsen e. V., Hannover | VDI – Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf | VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., Frankfurt (Main) | VDMA Werkzeugbau, Frankfurt (Main) | VERMDOK GmbH, Berlin | Voiteq GmbH, Berlin | WFT GmbH & Co. KG, Sulzbach-Rosenberg | Wilco Wilken Lasertechnik GmbH & Co. KG, Wadersloh | windConsultant, Düsseldorf | Zeppelin Rental GmbH, Garching bei München | ZPF GmbH, Siegelbach

Publikationen 2018

Albrecht, D.; Schneider, T.; Unger, C.; Koch, J.; Suttman, O.; Overmeyer, L.: Study for Black Marking of Steel with Short Pulsed and Ultrashort Pulsed Lasers. In: Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO), San Jose, 2018, DOI: 10.1364/CLEO_AT.2018.AM1M.4.

Aurich, P.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Entwicklung einer Methode zur quantitativen, mehrdimensionalen Fabriklayoutplanung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 3, S. 117-120, ISSN 0032-678X.

Behrens, B.-A.; Stonis, M.; Langner, J.; Knust, J.; Ross, J.: Innenhochdruckumformung von Tailored Hybrid Tubes – Umformsimulation und -versuch von gelöteten Rohren aus Stahl und Aluminium. In: wt Werkstattstechnik online, 108. Jg. (2018), H. 5, S. 371-375.

Esch, J.; Stojakov, D.; Schillinger, D.; Hoffmann D.; Manoli, Y.: Lokale Energieversorgung auf rotierenden Wellen am Beispiel eines Condition Monitoring Systems für Schiffsgetriebe. In: microTEC Südwest Clusterkonferenz 2018, Freiburg.

Hedicke-Claus, Y.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Innovativer Ansatz zur effizienten Stadienplanung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 10, S. 668-672, ISSN 0032-678X.

Kriwall, A.; Alshov, A.; Küster, B.: Development of a dual Test Rig for the Investigation of Conventional and Driven Rollers. In: Overmeyer, L. (Hrsg.): AST – Symposium on Automated Systems and Technologies. TEWISS Verlag, Hannover 2018, ISBN: 978-3-95900-223-3, pp. 49-54.

Kriwall, M.: Das Beste aus zwei Stoffen: fest und leicht zugleich. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 20 / September 2018, ISSN: 2198-1922.

Kriwall, M.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Neues Verbundschmiede-Verfahren für den Leichtbau. In: UMFORMtechnik, Meisenbach Verlag GmbH, 52. Jg. (2018), H. 3, S. 14-16.

Kriwall, M.; Richter, J.; Fehlhaber, A.L.; Hannemann, B.; Langner, J.; Stonis, M.: Ganzheitliche Betrachtung der Ökologie und Logistikleistung von KMU. In: Logistics Journal, vol. 2018, ISSN 1860-5923.

Kuiper, G.; Kleinwächter, N.: Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum startet in die zweite Runde. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 21 / Dezember 2018, ISSN: 2198-1922.

Martini, A.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Industrielles Potenzial von Schiebern. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 11, S. 755-758, ISSN 0032-678X.

Melcher, D., Küster, B., Stonis, M., Overmeyer, L.: Dreidimensionale Fabrikplanung durch Drohneneinsatz. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 5, S. 267-271. ISSN 0032-678X.

Melcher, D.: Drohnenscan ermöglicht ein dreidimensionales Fabriklayout. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 19 / Juni 2018, ISSN: 2198-1922.

Melcher, D.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Optimierung von Fabrikplanungsprozessen durch Drohneneinsatz und automatisierte Layoutdigitalisierung. In: Logistics Journal: Proceedings, vol. 2018. ISSN 2192-9084.

Mohammadifard, S.; Langner, J.; Stonis, M.; Sauke, S.; Larki Harchegani, H.; Behrens, B.-A.: Optische Schmelzbadüberwachung – Entwicklung eines Online Überwachungssystems für ein Aluminium-Schmelzbad. In: wt Werkstattstechnik online, 108. Jg. (2018), H. 11/12, S. 760-766.

Mohammadifard, S.; Stonis, M.; Langner, J.; Sauke, S.-O.; Khosravianarab, F.; Larki Harchegani, H.; Behrens, B.-A.: Modeling of an aluminum melting process using constructive polynomial functions. In: Production Engineering, Springer Berlin Heidelberg, 12. Jg. (2018), H. 5, S. 679–689, DOI: 10.1007/s11740-018-0831-2.

Oleff, A.; Malessa, N.: Strategischer Ansatz zur Industrie 4.0-Transformation. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 3, S. 173-177. ISSN 0032-678X.

Rasche, N.; Roe, C.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: KI-Prognose der Umformkraft bei Umformsimulationen – Vorhersage der Umformkraft von teils unbekanntem Simulationsergebnissen durch Neuronales Netzwerk. In: wt Werkstattstechnik online, 108. Jg. (2018), H. 3, S. 186-190.

Richter, J.; Fehlhaber, A. L.; Langner J.; Stonis, M.: Grundlagen der Entwicklung eines ökologisch-logistischen Wirkmodells. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 113. Jg. (2018), H. 5, S. 312-315, ISSN 0032-678X.

Richter, J.; Stonis, M.; Langner, J.; Blohm, T.; Behrens, B.-A.: Development of a predictive simulation method for thin flash generation in flashless precision forging processes of aluminum parts using FEA and experiments. In: Production Engineering, Springer Berlin Heidelberg, 12. Jg. (2018), H. 3-4, S. 419-429, DOI: 10.1007/s11740-018-0803-6.

Ross, J.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Investigation of the required clamping force at multidirectional undercut-forging. In: Production Engineering, Springer Berlin Heidelberg, 12. Jg. (2018), H. 3-4, S. 501-515, DOI: 10.1007/s11740-018-0830-3.

Schneider, T.; Eilert, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Validation of an optical system for measuring the absolute angular position. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Singapore, 2017, pp. 490-493, DOI: 10.1109/IEEM.2017.8289939.

Schneider, T.; Kruse, T.; Kuester, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Evaluation of an energy self-sufficient sensor for monitoring marine gearboxes position. In: Procedia Manufacturing, vol. 24 (2018), pp. 135-140, DOI: 10.1016/j.promfg.2018.06.019.

Schneider, T.; Perwas, J.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Validation of an inductive sensor for monitoring marine gearboxes. In: Overmeyer, L. (Hrsg.): AST – Symposium on Automated Systems and Technologies. TEWISS Verlag, Hannover 2018, ISBN: 978-3-95900-223-3 , pp. 3-7.

Schweers, D.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Production Program Planning for the Use of Inventory Levels as an Energy Storage Solution. In: 9th International Scientific Symposium on Logistics, Magdeburg, 2018, pp. 199-210.

Soltani, A.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Expert systems for the design support and disturbance management in automated guided vehicle systems. In: 9th International Scientific Symposium on Logistics, Magdeburg, 2018, pp. 91-111.

Wesling, V.; Treutler, K.; Bick, T.; Stonis, M.; Langner, J.; Kriwall, M.: Characteristics of joining and hybrid composite forging of aluminum solid parts and galvanized steel sheets. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 373 (2018), no. 1, DOI: 10.1088/1757-899X/373/1/012026.

Westbomke, M.; Piel, J.-H.: Eine Rückbauwelle steht bevor. In: Energie & Management Stark im Wind, Energie & Management Verlagsgesellschaft mbh, 2018, S. 21 ff., ISSN 0945-8794.

Westbomke, M.; Piel, J.-H.: What to do with the aging German wind fleet? In: Wind-TECH International, vol. 14 (2018), no. 7, pp. 7-9, ISSN: 1574-2415.

Westbomke, M.; Piel, J.-H.; Breitner, M. H.; Nyhuis, P.; Stonis, M.: An Optimization Model to Develop Efficient Dismantling Networks for Wind Turbines. In: Kliewer, N.; Ehmke, J.; Borndörfer, R. (eds.): Operations Research Proceedings, German Operations Research Society (GOR), Springer International, pp. 239-244, DOI: 10.1007/978-3-319-89920-6_33.

Willeke, S.; Prinzhorn, H.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Preconditions for applying an energy price-oriented sequencing rule. In: Production Engineering, Springer Berlin Heidelberg, 12. Jg. (2018), H. 1, S. 73-81, DOI: 10.1007/s11740-017-0782-z.

Bildquellen

Titelbild:	© FERNANDO – stock.adobe.com
Seite 14/15:	© IPH
Seite 16:	© Niklas Kleinwächter – IPH
Seite 17:	© Niklas Viola – IPH
Seite 19:	© Niklas Viola – IPH
Seite 21:	© Susann Reichert – IPH
Seite 22:	© Niklas Viola – IPH
Seite 23:	© Boris Schäfers – GREAN
Seite 25:	© naka – stock.adobe.com
Seite 26/27:	© Niklas Kleinwächter – IPH
Seite 28:	© Niklas Kleinwächter – IPH
Seite 37:	© franz12 – stock.adobe.com
Seite 39:	© industrieblick – stock.adobe.com
Seite 41:	© DRN Studio – stock.adobe.com
Seite 43:	© Niklas Viola – IPH
Seite 45:	© lkordela – stock.adobe.com
Seite 47:	© gourmecana – stock.adobe.com
Seite 49:	© PCI
Seite 51:	© Niklas Viola – IPH
Seite 53:	© Sebastian Brede – IPH
Seite 55:	© JarekKilian – stock.adobe.com
Seite 57:	© Yorck Hedicke-Claus – IPH
Seite 59:	© Vlad – stock.adobe.com
Seite 61:	© Niklas Viola – IPH
Seite 63:	© Ralf Büchler
Seite 65:	© Alexandr Alshov – IPH
Seite 67:	© jyleken – stock.adobe.com

Impressum

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

 +49 (0)511 27976-0

 info@iph-hannover.de

 www.iph-hannover.de

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

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

Sitz der Gesellschaft: Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 50530

© IPH 2018. Alle Rechte vorbehalten.

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

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

Redaktion, Satz und Layout: Susann Reichert, IPH

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

 www.iph-hannover.de