

---

Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung

---



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2019



"Ein Gramm gutes Beispiel wirkt mehr  
als ein Zentner Worte."

*Franz von Sales, Fürstbischof von Genf (1567-1622)*



---

# Vorwort

---

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

zwei Dinge haben uns 2019 ganz besonders beschäftigt: Kosten sparen und Ressourcen schonen. Dass beides Hand in Hand geht, ist für uns selbstverständlich. Seit Jahrzehnten erforschen und entwickeln wir effiziente Produktionstechnik und beraten Unternehmen dabei, wie sie material- und energiesparend fertigen können.

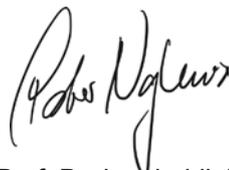
Vielfalt zeichnet uns aus. Das hat sich auch 2019 in unseren Forschungs- und Beratungsprojekten gezeigt. Wir haben uns damit beschäftigt, wie sich günstiger Wohnraum in der Stadt schaffen lässt (siehe Seite 60), haben den 3D-Druck als material-effizientes Fertigungsverfahren erforscht (siehe Seiten 40 und 66), haben im Auftrag eines Kunden einen Umformprozess für ein Leichtbauteil ausgelegt (siehe Seite 54) und uns sogar mit Tierhaltung beschäftigt, indem wir den Betreiber einer Reitanlage bei der Digitalisierung unterstützt haben (siehe Seite 62). Und weil zum Thema Nachhaltigkeit auch ein sorgsamer Umgang mit menschlichen Ressourcen gehört, entwickeln wir ergonomische Schmiedezeugen (siehe Seite 50) und ein digitales Ergonomiebewertungssystem (siehe Seite 46).

Auch unsere Dienstleistungsangebote sind vielfältiger geworden (siehe Seite 20). Doch wir wollen nicht nur andere unterstützen, sondern auch auf unser eigenes Unternehmen schauen. 2019 haben wir uns deshalb gefragt: Was können wir in Sachen Nachhaltigkeit und Effizienz noch tun? Wir haben eine Solaranlage installiert, um günstigen Ökostrom selbst zu produzieren. Wir haben uns das Ziel gesetzt, weniger Ressourcen zu verschwenden und haben unseren Papierverbrauch bewusst reduziert. Und wir nehmen am ÖKOPROFIT-Programm teil (siehe Seite 16).

Wir wollen nicht nur anderen Unternehmen einen Weg zeigen, wie sie Kosten sparen und Ressourcen schonen können – wir wollen diesen Weg auch selbst gehen. Denn ein Gramm gutes Beispiel wirkt mehr als ein Zentner Worte.



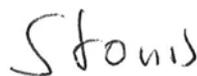
Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



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 und Sprecher der Geschäftsführung* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

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* |

Michael Kiesewetter

| *Vorstandsvorsitzender der Investitions- und Förderbank Niedersachsen GmbH – NBank* |

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 2019

---

14	Das IPH trauert um Professor Wiendahl
16	Nachhaltig forschen und entwickeln
18	Aus Osaka nach Hannover
20	Dienstleistungsangebot: Mehr Vielfalt
22	Disruptor: Von heute nach übermorgen
23	Mareile Kriwall ist Abteilungsleiterin
24	Digitalkonferenz für Niedersachsen
24	Zukunftspreis für Drohnen-Konzept
25	Veranstaltungen
28	Forschung, die ankommt
30	Dissertationen
31	Zahlen und Fakten

## Ausgewählte Projekte

---

34	<b>Optimaler Durchblick am Steuer</b> <b>Augmented Reality (AR) soll Staplerfahrern die Arbeit erleichtern</b> Am Steuer eines Gabelstaplers ist die Sicht stark eingeschränkt. Die Ladung, die Karosserie und der Hubmast versperren den Blick auf die Umgebung. In Zukunft sollen AR-Brillen die Sicht verbessern: Damit haben Staplerfahrer alles im Blick und können sogar durch Hindernisse hindurchsehen.
36	<b>Produktion im Blick dank ERP-System</b> <b>Bei der Auswahl der passenden Software bietet das IPH Unterstützung</b> Eine Software für alle Unternehmensbereiche: Mit einem ERP-System behalten Unternehmen den Überblick über die Produktion, das Personal und die Finanzen. Das IPH unterstützt seine Kunden dabei, unter den unzähligen Softwarelösungen am Markt die passende zu finden.

- 38      **Stoffschlüssig fügen beim Schmieden**  
**Stahl und Aluminium allein durch Presskraft miteinander verbinden**  
Ein Stahlblech und ein Aluminiumbolzen lassen sich durch Druck stoffschlüssig miteinander verbinden – und zwar genauso fest wie beim Schweißen. Das haben Wissenschaftler des IPH und des ISAF in einem gemeinsamen Grundlagenforschungsprojekt gezeigt.
- 40      **3D-Druck: Fehler automatisch erkennen**  
**Optisches Messsystem soll Qualität bei der Additiven Fertigung prüfen**  
Wie lässt sich die Qualität 3D-gedruckter Bauteile verbessern? Ingenieure am IPH entwickeln ein optisches Messsystem zur Qualitätsprüfung in der Additiven Fertigung. Dieses Messsystem soll den Druckvorgang Schicht für Schicht überwachen und Fehler automatisch erkennen.
- 42      **Neue Produktion für Blutspendedienst**  
**Günstig produzieren in flexiblen Räumen: IPH plant Produktionslayout**  
Effizient und flexibel soll die neue Produktion werden, die der DRK-Blutspendedienst in Springe bei Hannover plant. Der Anbau soll nicht nur deutlich mehr Platz bieten als bisher, die Arbeitsplätze sollen auch so durchdacht angeordnet werden, dass die Herstellungskosten merklich sinken.
- 44      **Zwei Materialien, ein Umformprozess**  
**Sonderforschungsbereich "Tailored Forming" geht in die Verlängerung**  
Unterschiedliche Materialien gezielt kombinieren und gemeinsam umformen – darum geht es im Sonderforschungsbereich "Tailored Forming" (SFB 1153). Die erste Förderperiode ist erfolgreich abgeschlossen, in der zweiten Förderperiode widmen sich die Forscher komplizierteren Bauteilen und neuen Werkstoffkombinationen.
- 46      **Ergonomie-Bewertung in der Montage**  
**3D-Kamera-System soll helfen, Mitarbeiter länger gesund zu halten**  
Rückenschmerzen, Knieprobleme, Sehnenscheidenentzündungen: Die Ursache sind häufig falsche Bewegungen am Arbeitsplatz. Besonders gefährdet sind Mitarbeiter in der Montage. Ein 3D-Kamera-System soll künftig dabei helfen, ungesunde Bewegungen zu erkennen und Arbeitsplätze ergonomischer zu gestalten.
- 48      **Transparente Produktion dank MES**  
**Software-Auswahl: IPH unterstützt die KSM Castings Group GmbH**  
Auf größtmögliche Transparenz in der Produktion setzt ein Automobilzulieferer aus Hildesheim: Jedes einzelne Bauteil soll sich zurückverfolgen lassen. Um Altsysteme abzulösen und eine zukunftsfähige Gesamtlösung zu schaffen, unterstützte das IPH bei der Auswahl eines geeigneten Manufacturing Execution Systems (MES).

- 50 **Muskelkraft schonen beim Schmieden**  
**Ergonomische Zange erleichtert die Arbeit in Schmiedeunternehmen**  
Arbeiter in Schmiedeunternehmen haben einen äußerst kräftezehrenden Job: Sie müssen schwere Metallteile heben, tragen, in Position halten und dabei starke Stöße aushalten. Um ihre Gesundheit zu schonen, entwickelt das IPH eine ergonomische Schmiedezange.
- 52 **Fabriklayouts im Flug erfassen**  
**Drohnen in der Fabrikplanung: Neue Methode erfolgreich erprobt**  
Ein dreidimensionales Bild aus dem Inneren eines Gebäudes lässt sich per Drohne schnell und unkompliziert erzeugen. Das IPH hat einen Quadrocopter mit Kameras ausgestattet, um im Flug Tausende Fotos aufzunehmen. Die Bilder werden automatisch zu einem 3D-Layout zusammengesetzt.
- 54 **Walzen mit warmen Werkzeugen**  
**IPH-Ingenieure legen Querkeilwalzprozess für ein Leichtbauteil aus**  
Lässt sich ein Leichtbauteil mittels Querkeilwalzen vorformen? Diese Frage hat das IPH einem Kunden aus der Luftfahrtbranche beantwortet. Das Halbzeug aus einer Aluminium-Kupfer-Magnesiumlegierung sollte bei möglichst niedriger Temperatur fehlerfrei gewalzt werden. Gelungen ist das mit vorgewärmten Werkzeugen.
- 56 **Der schnellste Weg führt durch die Luft**  
**IPH erforscht den Einsatz von Drohnen in der Intralogistik**  
Drohnen revolutionieren die Logistik: Auf dem Luftweg lassen sich Ersatzteile oder Pakete viel schneller transportieren als über Straßen und Schienen. Doch nicht nur unter freiem Himmel, sondern auch innerhalb von Fabriken kann der Einsatz von Drohnen sinnvoll sein. Dazu forscht das IPH.
- 58 **Auf der Suche nach dem Datenschatz**  
**IPH unterstützt Kunden mit Informationsfluss- und Potenzialanalyse**  
In jedem Unternehmen fallen Unmengen von Daten an. Richtig genutzt entfalten sie ein gewaltiges Potenzial. Doch viele Unternehmen wissen gar nicht, wo welche Informationen verborgen liegen und wie sie davon profitieren können. Mit einer Informationsfluss- und Potenzialanalyse hilft das IPH, den Datenschatz zu bergen.
- 60 **Baulücken kostengünstig schließen**  
**Bezahlbaren Wohnraum schaffen mit optimaler Baustellenorganisation**  
Wie lässt sich bezahlbarer Wohnraum in der Stadt schaffen? Eines der drängendsten lokalpolitischen Themen unserer Zeit beschäftigt nun auch Wissenschaftler des IPH und der TU München. Sie entwickeln eine Methode zur Baustellenorganisation, um Baulücken in der Stadt kostengünstig zu schließen.

- 62 **Digitalisierung auf der Pferdekoppel**  
**Ingenieure entwickeln IoT-Netzwerk für Reitanlagen**  
Die Digitalisierung erreicht inzwischen jeden Winkel, auch vor Koppeln und Pferdeställen macht sie nicht Halt. Reitanlagen profitieren wie jedes Unternehmen vom Internet of Things (IoT) – auch wenn dort keine Produktionsdaten erfasst werden, sondern beispielsweise der Zustand der Weidezäune und die Wassertemperatur.
- 64 **Fabrikplanung: Mehr Zeit für Details**  
**Software ermöglicht automatisierte Layoutplanung und -bewertung**  
In kurzer Zeit zum Groblayout: Das IPH entwickelt eine Software, die Fabriklayouts erstellt und bewertet. Zukünftig starten Fabrikplanungswshops nicht mehr mit einem weißen Blatt Papier, sondern mit mehreren automatisch generierten Layoutvarianten – so bleibt mehr Zeit für die detaillierte Ausgestaltung.
- 66 **Gedruckt wie gegossen**  
**Energie und Ressourcen sparen durch 3D-Druck von XXL-Produkten**  
Sehr große Schiffe benötigen eigens für sie angefertigte Schiffsgetriebegehäuse. Die Gussformen für die Gehäuseteile müssen dann für jedes Bauteil neu hergestellt werden. Das kostet viel Energie und Ressourcen. Wie man dies mithilfe von Additiver Fertigung verändern kann, erforscht das IPH.

Projekte, Partner, Publikationen

---

- 71 Projekte 2019  
79 Partner 2019  
82 Publikationen 2019  
85 Bildquellen  
86 Impressum



---

Das war 2019

---

---

# Das IPH trauert um Professor Wiendahl

---

Ein Meister seines Fachs, der stets die Nähe zur Praxis gesucht hat, war Hans-Peter Wiendahl. Der emeritierte Professor der Universität Hannover und Gründer des IPH ist am 7. Juli 2019 im Alter von 81 Jahren gestorben. Wir trauern um eine starke Persönlichkeit, die das IPH bis heute prägt.

Professor Wiendahl war stets darauf bedacht, nicht nur Grundlagenforschung zu betreiben, sondern wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis zu übertragen. Damit hat er das IPH erst ermöglicht – beziehungsweise die CIM-Fabrik Hannover, wie das Unternehmen bei der Gründung zum Jahreswechsel 1987/1988 hieß. Ein Kollege Wiendahls, Professor Hans Kurt Tönshoff, arbeitete damals bereits eng mit der Firma IBM zusammen und hatte das CIM-Labor ins Leben gerufen. Doch schnell wurde klar: CIM, also Computer Integrated Manufacturing, kann man nicht nur aus einem Blickwinkel betrachten. "So war es zwangsläufig, dass Professor Wiendahl hinzukam", erinnert sich Tönshoff. Während er und Professor Eckart Doege, der dritte Gründer der CIM-Fabrik, sich auf Produktionsprozesse und den Werkzeugbau konzentrierten, hatte Wiendahl stets das gesamte Unternehmen im Blick. Damit habe er "die entscheidende Grundlage" für das heutige IPH gelegt, so Tönshoff.

Sein Antrieb: Die Liebe zur Praxis – und zu den Menschen

---

Wiendahls Liebe zur industriellen Praxis lag sicher auch an seinem persönlichen Werdegang, der nicht rein akademisch war. Zunächst absolvierte er eine Lehre als Facharbeiter, anschließend studierte er Maschinenbau an der RWTH Aachen und verbrachte dank eines Stipendiums zwei Semester am renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA. Nach seiner Promotion und Habilitation arbeitete er sieben Jahre lang bei der Schweizer Firma Sulzer Escher-Wyss, bevor er 1979 Professor an der Universität Hannover wurde.

Sicherlich war es seine Berufserfahrung, die ihn motivierte, Forschungsergebnisse in die Anwendung zu übertragen. Statt nur Grundlagenforschung zu betreiben, wollte er Unternehmen konkret helfen. "Wiendahl war groß darin, die Probleme der Praxis zu verstehen", sagt Professor Peter Nyhuis, Wiendahls Lehrstuhl-Nachfolger und IPH-Gesellschafter. Unternehmen ein Grundverständnis von logistischen Prozessen zu vermitteln, war für Wiendahl ein persönliches Anliegen. Gemeinsam mit seinen Mitarbeitern am IPH stellte er aufwendige Seminarunterlagen zusammen und führte Workshops in Unternehmen durch, an denen er häufig persönlich teilnahm. Auch bei wichtigen Industrieprojekten – unter Wiendahls Leitung war das IPH etwa für Airbus und Karmann tätig – hat er die Ergebnisse gern persönlich präsentiert. Wenn Wiendahl sprach, und er sprach grundsätzlich leise, dann hörte man ihm zu.



Trotz aller Autorität, die Wiendahl ausstrahlte, blieb er ein Menschenfreund. Bei Alumnitreffen und Firmenfeiern war er sehr aktiv, auch bei Betriebsausflügen und Strategiewochenenden der Logistik-Abteilung ließ er sich gern blicken, hörte zu und trank Kakao. Mit großem Engagement kümmerte er sich um seine Mitarbeiter, Doktoranden und Studenten. Es kam vor, dass er neuen Projektingenieuren persönlich erklärte, wie man einen Forschungsantrag schreibt – nicht überheblich, sondern hilfsbereit. Zudem hatte Wiendahl einen hervorragenden, geradezu legendären Ruf als Hochschullehrer: Seine Vorlesungen und Vorträge waren stets gut strukturiert, wissenschaftlich anspruchsvoll, gleichzeitig praxisnah und zielgruppengerecht.

Am IPH prägte Wiendahl die Ausrichtung der Logistik-Abteilung ganz wesentlich. Professor Tönshoff erinnert sich, dass er in den Anfangsjahren stark mit Nebenzeiten und Hochlaufzeiten beschäftigte, weil Unternehmen dort viel mehr Zeit und Geld einsparen können als bei der eigentlichen Produktion. Später widmete er sich der wandlungsfähigen Produktion und der Fabrikplanung – bis heute sind das wichtige Forschungsfelder am IPH.

Was bleibt: Praxisnähe, Interdisziplinarität – und sehr viele Bücher

---

Im Laufe seiner Karriere hat Wiendahl 15 Bücher im Bereich Fabrikplanung und Produktionstechnik verfasst. Bis zu seinen letzten Lebenstagen arbeitete er trotz Krankheit an Neuauflagen mehrerer Werke. Das rund 650 Seiten starke "Handbuch Fabrikplanung" schrieb Wiendahl gemeinsam mit Professor Nyhuis und Professor Jürgen Reichardt, einem Architekten, mit dem er eng zusammenarbeitete. Denn Wiendahl konzentrierte sich nie ausschließlich auf sein Fachgebiet, sondern war stets auf Zusammenarbeit bedacht. Die synergetische Fabrikplanung, bei der Ingenieure und Architekten Hand in Hand arbeiten, geht auf ihn und Reichardt zurück.

Praxisnähe und Interdisziplinarität – das sind die wesentlichen Werte, die Wiendahl dem IPH hinterlässt. Dafür sind wir unserem Gründervater zutiefst dankbar.

---

# Nachhaltig forschen und entwickeln

---

Ein ressourcenschonendes Arbeitsumfeld schaffen: Für uns am IPH war dies eines der wichtigsten Ziele des Jahres 2019.

---

## Grüne Energie und umweltfreundliche IT

---

Ökostrom aus eigener Produktion: Im Juli 2019 haben wir eine 39-kWp-Solaranlage auf dem Dach des IPH installieren lassen (siehe Foto) und verwenden seitdem Strom aus 100 Prozent erneuerbaren Energien. Gleichzeitig wollen wir unseren Energieverbrauch so gering wie möglich halten. In den Vorjahren wurden am IPH bereits eine energiesparende Heizungsanlage mit smarterer Steuerung sowie isolierende Fenster eingebaut.

Ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen ist uns auch bei der Informations- und Kommunikationstechnik wichtig. Deshalb wollen wir am IPH möglichst viele Aspekte der sogenannten "Green IT" umsetzen. Unsere Monitore schalten sich automatisch ab, wir nutzen unsere Geräte länger, als es der eigentliche Lebenszyklus vorsieht, und achten bei der Entsorgung darauf, die Geräte oder Geräteteile zu recyceln.

Zusätzlich verfolgen wir unser Ziel des papierlosen Büros: Indem wir Formulare wie den Urlaubs- oder Dienstreiseantrag digitalisieren, reduzieren wir bewusst die Anzahl unserer Ausdrucke. Bis Ende 2020 wollen wir fast vollständig papierlos arbeiten.

---

## Potenzialanalyse mit ÖKOPROFIT

---

Seit Herbst 2019 nimmt das IPH am Programm ÖKOPROFIT Hannover teil, einem Gemeinschaftsprojekt der Landeshauptstadt und der Region Hannover sowie der ortsansässigen Unternehmen. Das Programm soll Firmen helfen, ihre ökologische Nachhaltigkeit zu steigern und gleichzeitig die Profitabilität zu erhöhen.

Für uns ist ÖKOPROFIT zunächst eine Potenzialanalyse in Sachen Nachhaltigkeit: Wir sammeln Daten zum Energieverbrauch am IPH, zum Umgang mit Wasser und Abfall, zum ökologischen Fußabdruck unserer Dienstreisen und zu vielem mehr. Um herauszufinden, wie unser Firmengebäude gedämmt ist, haben wir es mit einer Wärmebildkamera untersucht.

In Workshops und Vor-Ort-Terminen mit den ÖKOPROFIT-Experten erarbeiten wir Maßnahmen, mit denen wir noch nachhaltiger werden können. Am Ende hoffen wir nicht nur auf die ÖKOPROFIT-Auszeichnung, sondern auf viele Impulse, um am IPH



Ressourcen einzusparen und gleichzeitig unsere Kosten zu senken. Dass beides Hand in Hand geht, ist für uns selbstverständlich. Auch bei unseren Mitarbeitern wollen wir dieses Bewusstsein schaffen: Wir wünschen uns einen achtsamen Umgang mit Ressourcen im Alltag – vom korrekten Heizen und Lüften der Büros über die Mülltrennung bis hin zu der Frage, welche Dienstreisen sich durch Telefonate oder Videokonferenzen ersetzen lassen.

#### Forschung und Entwicklung für mehr Nachhaltigkeit

---

In unseren Forschungs- und Beratungsprojekten wollen wir dem Thema Nachhaltigkeit ebenfalls eine stärkere Bedeutung zukommen lassen und den grünen Gedanken in die Entwicklung neuer Methoden, Verfahren und Produkte einfließen lassen. Bereits heute sind Nachhaltigkeit und Effizienz die Kernpunkte vieler unserer Forschungsprojekte. Wir helfen Unternehmen, ihre Ökobilanz zu verbessern und Energiekosten zu sparen. Wir setzen auf Energie- und Materialeffizienz in der Produktionstechnik und tragen beispielsweise dazu bei, energieeffiziente Schmelzöfen sowie Leichtbauverfahren zu entwickeln. Unsere jahrzehntelange Forschung zum gratlosen Schmieden hilft, den Material- und Energieverbrauch in der Umformtechnik zu verringern. Und wir wollen Plastikmüll reduzieren, indem wir Kunststoff recyceln und für die Additive Fertigung nutzen.

Eines unserer Herzensthemen, das wir seit etwa zehn Jahren erforschen, ist die Windenergie. Wir haben Leichtbaukonzepte entwickelt und an Verfahren gearbeitet, die Störungen bei Offshore-Windanlagen reduzieren. Inzwischen sind in Deutschland viele Windenergieanlagen veraltet, müssen abgebaut und teilweise durch leistungsfähigere Anlagen ersetzt werden. Wie dieser unvermeidliche Rückbau effizient und umweltfreundlich erfolgen kann, haben wir ebenfalls untersucht. Aus dem Forschungsprojekt entstand die Industrievereinigung Repowering, Demontage und Recycling von Windenergieanlagen (RDRWind e.V.). Der Verein hat seinen Sitz im IPH.

---

## Aus Osaka nach Hannover

---

Zwei Jahre im Ausland forschen: Diesen Traum erfüllte sich Shotaro Kadokawa. Der Maschinenbauingenieur arbeitet für die Nippon Steel Corporation im japanischen Osaka. Im Sommer 2019 zog er gemeinsam mit seiner Frau und seinem kleinen Sohn ins 9.000 Kilometer entfernte Hannover, um als Gastwissenschaftler am IPH zu forschen.

Seitdem hat sich viel verändert. Kadocci, wie seine Freunde ihn nennen, wechselte vom Fabrikalltag in die Forschung und von der Millionenstadt ins beschauliche Hannover. Er lernte die deutsche Arbeitsweise und das deutsche Essen schätzen – und machte Bekanntschaft mit seltsamen Bräuchen.

Gemeinsam forschen...

---

"Ich wollte gern ins Ausland", sagt Kadocci. "Und mein Unternehmen hat gute Kontakte zum IPH." 2011 begann die Zusammenarbeit zwischen dem IPH und Sumitomo Metal Industries, der heutigen Nippon Steel Corporation. Die deutschen Forscher unterstützen den japanischen Stahlkonzern unter anderem bei der Auslegung von Umformprozessen und Werkzeugkonzepten, insbesondere im Bereich des gratlosen Schmiedens und des Querkeilwalzens. In den vergangenen Jahren haben sie zahlreiche Entwicklungs- und Beratungsprojekte durchgeführt und 2015 schon einmal einen Gastwissenschaftler aufgenommen.

Kadocci forscht seit Sommer 2019 zum Thema Blechmassivumformung. "Für mich ist das ein ganz neues Fachgebiet", sagt er. Bisher war er als Maschinenbauingenieur in einer Fabrik tätig, hat Fertigungsprozesse für neue Produkte ausgelegt, Produktionsprozesse experimentell erprobt und Kunden besucht, um die Produkte seines Unternehmens vorzustellen. Die Arbeitsumgebung in einem kleinen Forschungsinstitut ist natürlich völlig anders als in einer großen Fabrik. Sein Ziel am IPH ist es, einen neuartigen Umformprozess auszulegen. Dafür nutzt er nicht nur die Software und die Maschinen am IPH (siehe Foto), sondern auch das Wissen und die Erfahrung seiner neuen Kollegen.

Dass sich die deutsche Arbeitsweise stark von der japanischen unterscheidet, ist ihm dabei ganz recht. "Ich bekomme ständig Ratschläge", sagt Kadocci. In Japan sei das eher unüblich: "Dort sprechen wir zwar viel über unsere Arbeit und teilen Informationen – aber niemand mischt sich in ein fremdes Projekt ein. Hier am IPH wird sehr viel diskutiert, Probleme werden im Team gelöst."



Doch nicht nur die Arbeitsweise ist anders – auch das Leben in einer durchschnittlichen deutschen Stadt unterscheidet sich vom Leben in einer japanischen Metropole. "Hannover ist sehr familienfreundlich", sagt Kadocci. Geschäfte vor der Haustür, öffentliche Verkehrsmittel: Was für Alteingesessene selbstverständlich ist, fällt dem Gast positiv auf. Mit seiner Familie lebt er in der Nähe des Stadtwalds Eilenriede und schwärmt von den Spielplätzen, auf denen sein Sohn viel Zeit verbringen darf.

Dennoch vermisst er Japan – vor allem beim Essen. "Wir verwenden beim Kochen dieselben Gewürze wie zu Hause und trotzdem schmeckt es ein bisschen anders", sagt Kadocci. "Das Fleisch ist irgendwie zäher." Zum Glück hat er die deutsche Küche bereits schätzen gelernt: "Ich liebe Käse, Würstchen und Bier."

... und gemeinsam feiern

---

Positiv aufgefallen ist ihm auch der Zusammenhalt im Unternehmen: Dass beispielsweise die gesamte Abteilung übers Wochenende wegfährt, um ihre Strategie zu besprechen, gemeinsam Sport zu machen und zu feiern. Beim Betriebsausflug 2019 war Kadocci bereits dabei, und zur Weihnachtsfeier brachte er seinen Sohn mit ins IPH. "In Japan gehen wir nach der Arbeit oft etwas trinken", sagt er, "aber solche Firmenfeiern und gemeinsamen Unternehmungen kannte ich bisher nicht."

Ein wenig irritiert haben ihn allerdings die deutschen Geburtstagsbräuche. "In Japan backen üblicherweise die Kollegen einen Kuchen für denjenigen, der Geburtstag hat", sagt er. "Hier ist es andersherum" – denn als er seinen 35. Geburtstag am IPH feierte, musste er den Kuchen selbst mitbringen.

---

# Dienstleistungsangebot: Mehr Vielfalt

---

Von der Automatisierung bis zur Umformtechnik berät das IPH Industriekunden bei produktionstechnischen Herausforderungen. Dank unserer Erfahrung und unserer interdisziplinären Arbeitsweise finden wir für unsere Auftraggeber individuelle Lösungen, die genau zum jeweiligen Unternehmen und zur Situation passen. Unser Dienstleistungsangebot haben wir im Jahr 2019 komplett überarbeitet und dem aktuellen Bedarf der Industrie angepasst. Dabei sind unsere Angebote vielfältiger geworden: Aus sechs Beratungsdienstleistungen wurden neun.

---

## Unsere Dienstleistungen für die Industrie

---

Im Bereich **Automatisierungstechnik** unterstützen wir unsere Kunden bei der Suche nach geeigneten Lösungen etwa zur Optimierung des Materialflusses, zum zielgerichteten Einsatz von Fahrerlosen Transportsystemen und zur Lagerautomatisierung. Dabei arbeiten wir herstellerunabhängig.

Bei der **Digitalisierung** der Produktion begleiten wir unsere Kunden von der Analyse der Unternehmensprozesse über die Entwicklung von Digitalisierungsszenarien bis hin zur Anbieterauswahl und Umsetzung. Wir wollen die Produktion nicht komplett umkrempeln, sondern setzen auf kleine Schritte mit großer Wirkung. Und wir sind überzeugt, dass jedes Unternehmen von der Digitalisierung profitieren kann, unabhängig von der Größe und Branche (siehe Seite 62).

Bei der Auswahl und Einführung von **ERP-Systemen** (siehe Seite 36) sowie **MES-Software** (siehe Seite 48) unterstützen wir unsere Kunden, damit sie genau jene Software-Lösung finden, die zu ihren individuellen Geschäftsprozessen passt. Ein ERP-System ermöglicht beispielsweise eine einfache und effiziente Auftragsverwaltung und Materialbedarfsplanung, ein MES erleichtert die Produktionsplanung und -steuerung, etwa die Personaleinsatzplanung und Auftragsterminierung.

Im Bereich **Fabrikplanung** beraten wir sowohl Unternehmen, die ihre bestehende Produktionsstätte umgestalten wollen (siehe Seite 42) als auch Firmen, die eine neue Fabrik auf der grünen Wiese planen. Wir unterstützen unter anderem bei der Planung von materialflusseffizienten Layouts und erstellen 3D-Modelle, sodass sich die geplante Fabrik virtuell begehen lässt.

Gießen, zerspanen, additiv fertigen, umformen – welches **Fertigungsverfahren** ist für ein bestimmtes Produkt optimal geeignet? Auch diese Frage klären wir in Zusammenarbeit mit unseren Kunden und beziehen dabei sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte ein.



Auf dem Weg zur **Lean Production** unterstützen wir unsere Kunden bei der Auswahl und Einführung von geeigneten Methoden wie Taktzeitausgleich, Heijunka-Prinzip, Just-In-Time, Kanban oder 5S. Eine effiziente Produktion mit geringen Durchlaufzeiten und hoher Wertschöpfung ist das Ziel und bildet die Basis für eine erfolgreiche Digitalisierung.

Mit einer **Materialflusssimulation** können wir im Auftrag unserer Kunden beispielsweise klären, ob eine bestehende Fabrik genug Kapazitäten bietet, um die Produktionsmenge zu steigern, oder ob neue Maschinen und Anlagen notwendig sind. Zudem können wir simulieren, wie sich der Einsatz von unterschiedlichen Transportsystemen auswirkt und welches für den Anwendungsfall am besten geeignet ist.

Im Rahmen einer **Potenzialanalyse** überprüfen wir, welche Stärken und Schwächen ein Unternehmen hat und mit welchen Maßnahmen sich die Potenziale erschließen lassen (siehe Seite 58).

Im Bereich **Umformtechnik** beraten wir Unternehmen, die bei der Massivumformung den Material- und Energiebedarf sowie den Verschleiß reduzieren wollen. Dabei profitieren unsere Kunden von unserer jahrzehntelangen Erfahrung mit dem Gratlosschmieden und dem Querkeilwalzen (siehe Seite 54).

#### Beratung und Prüfdienstleistungen

---

Zusätzlich zu unseren Beratungsdienstleistungen bieten wir Prüfdienstleistungen an. Zum einen prüfen wir unabhängig die Laufeigenschaften von Tragrollen. Zum anderen entwickeln wir im Auftrag unserer Kunden Prototypen für Maschinen und Prüfstände – von der Konzeptionierung über die Konstruktion und Simulation bis zum Aufbau. Sprechen Sie uns an!

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

---

# Disraptor: Von heute nach übermorgen

---

Sie bringen veraltete Geschäftsmodelle zum Einsturz und helfen Unternehmen, sich neu zu erfinden: Im Beratungsnetzwerk "Disraptor" hat sich das IPH mit weiteren Unternehmen zusammengeschlossen. Ihr Ziel: Die deutsche Wirtschaft vor dem Aussterben zu bewahren.



Radikal ist schon das Logo: Ein Dinosaurier, kurz davor, von einem Meteoriten getroffen zu werden. So sieht das "Disraptor"-Team Teile der deutschen Wirtschaft: Seit langem erfolgreich, groß und mächtig – und doch bedroht. Viele Unternehmen fertigen seit Jahrzehnten die gleichen Produkte auf die gleiche Art. Sie entwickeln Bestehendes weiter, schaffen aber wenig Neues. Den drohenden Meteoriteneinschlag überstehen sie womöglich nicht.

Ökonomische Meteoriteneinschläge gibt es immer wieder. Der Buchdruck, die Dampfmaschine, der elektrische Strom – all das waren Erfindungen mit zerstörerischer Innovationskraft. Heute verändert die Digitalisierung unsere Art zu arbeiten, zu leben und zu denken. Sie ermöglicht neue Geschäftsmodelle und bedroht gleichzeitig unflexible Unternehmen. Angst vor dem Einschlag haben die "Disraptor"-Mitglieder nicht. Im Gegenteil, sie wollen ihm vorgreifen und Altes zum Einsturz bringen, um anschließend etwas Neues aufzubauen.

Zum "Disraptor" gehören Unternehmer aus Hannover, Hamburg und Bremen. Frank Wulfes von der Kurswechsel Unternehmensberatung GmbH steht für moderne Unternehmensformen, effiziente Arbeitsorganisation und Mitarbeitermotivation. Thorsten Ramus von der n3w-path GmbH berät unter anderem Betriebsräte, weil Veränderung nicht über die Köpfe der Mitarbeiter hinweg möglich ist. IPH-Geschäftsführer Dr. Malte Stonis ist Experte für Industrie X.0, also für die Produktionstechnik von übermorgen. Er zeigt, was in 20 oder 30 Jahren technisch möglich ist. Peter Leppelt und Martin Bostelmann von praemandatum sind Pioniere im Bereich Datenschutz und IT-Sicherheit – durch mobile Arbeit und vernetzte Maschinen sind diese Themen wichtiger denn je. Und Britta Görtz von LCHQ unterstützt Unternehmer dabei, ihre Komfortzone zu verlassen und sich neuen Denk- und Verhaltensweisen zu öffnen.

Ihren Kunden bieten die "Disraptor"-Mitglieder unter anderem einen sogenannten "Reversepitch" an: Dabei zerreißen sie veraltete Geschäftsmodelle. Anschließend helfen sie dabei, neue Strategien, Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln – weg von aussterbenden Märkten hin zu zukunftsträchtigen.

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



---

## Mareile Kriwall ist Abteilungsleiterin

---

Führungswechsel in der Prozesstechnik: Seit November 2019 leitet Mareile Kriwall die Fachabteilung des IPH. Die 34-Jährige studierte Maschinenbau an der Leibniz Universität Hannover und war bisher als Projektingenieurin am IPH tätig. Nun hat sie die Aufgaben von Dr. Jan Langner übernommen, der aus der Forschung in die Industrie gewechselt ist.

Als Abteilungsleiterin hat Mareile Kriwall Verantwortung für zehn Mitarbeiter sowie zahlreiche Forschungsprojekte und Industrieaufträge. Ihr Ziel ist es, die Abteilung Prozesstechnik langfristig noch breiter aufzustellen. "Die Umformtechnik ist eine der Kernkompetenzen des IPH", sagt Kriwall. "Meine Kollegen haben ein sehr großes Fachwissen zum Querkeilwalzen, zum mehrdirektionalen Schmieden, zum Hybrid-schmieden sowie zur Prozessauslegung und -überwachung. Aber Prozesstechnik ist viel mehr als das. Insbesondere für die Digitalisierung und das Maschinelle Lernen gibt es noch sehr viele Einsatzgebiete. Da können wir vielfältiger werden."

Das wünscht sich auch IPH-Geschäftsführer Dr. Malte Stonis. "Die Abteilung Prozesstechnik kann neue Impulse setzen und sich an aktuellen Trends orientieren – wie etwa Künstlicher Intelligenz, Ergonomie und Qualitätssicherung. Damit könnte das gesamte IPH noch besser auf den Bedarf der Industrie und insbesondere des niedersächsischen Mittelstands eingehen."

Bereits heute entwickeln die IPH-Ingenieure ergonomisch geformte Zangen, Sensoren zur Prozessüberwachung in Umformmaschinen und Methoden zur automatisierten Stadienplanung. Weitere Forschungsprojekte in dieser Richtung werden folgen.

---

## Digitalkonferenz für Niedersachsen

---

Die TECHTIDE soll das Leit-Event der digitalen Transformation in Niedersachsen werden. Im Dezember 2019 fand die Digitalkonferenz erstmals statt –



veranstaltet vom Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung sowie der Deutschen Messe AG. 1000 Menschen diskutierten über die digitale Transformation und ihre Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft. Auch IPH-Geschäftsführer Dr. Malte Stonis war als Sprecher mit dabei. Seine Hypothese: Im Jahr 2079 gibt es keine Industrie mehr. Um die Zuhörer und vor allem die Industrie aufzurütteln, beschrieb Stonis eine mögliche Zukunft, in der 3D-Drucker zu jedem Haushalt gehören. Damit produzieren wir Möbel, Kleidung und sogar Lebensmittel. Hausmüll wird recycelt und als Rohstoff für neue Produkte genutzt. Der Lieferverkehr wird drastisch zurückgehen – und ebenso die Industrie, wie wir sie heute kennen.

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

---

## Zukunftspreis für Drohnen-Konzept

---



Ein Konzept für den autonomen Drohnenflug innerhalb von Fabrikgebäuden hat Christian Lamping in seiner Masterarbeit entwickelt und damit einen wichtigen Beitrag zur aktuellen Forschung des IPH geleistet. Dass sich Fabriklayouts per Drohne erfassen lassen, haben IPH-Wissenschaftler im Projekt "Instant Factory Maps" gezeigt (siehe Seite 52). Derzeit wird die Drohne jedoch noch manuell gesteuert. Christian Lampings Masterarbeit zeigt, dass ein autonomer Flug möglich ist – wenn auch mit einigen Herausforderungen. Der Wirtschaftsingenieur

hat mit seinem Konzept den IPH-Zukunftspreis 2019 gewonnen, mit dem das IPH jedes Jahr die beste studentische Abschlussarbeit auszeichnet. Teilnehmen können alle Studierenden, die ihre Bachelor-, Master- oder Diplomarbeit am IPH schreiben und bis Ende September einreichen.

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

---

# Veranstaltungen

---

## Fachmessen

---

01.-05. April 2019 | Hannover

### **Hannover Messe**

Wie die Digitalisierung die Montage erleichtert, hat das IPH auf der Hannover Messe 2019 gezeigt. Die Besucher des Niedersächsischen Gemeinschaftsstands konnten ein additiv gefertigtes Getriebe selbst zusammenbauen und erhielten dafür drei unterschiedliche Hilfsmittel: Eine klassische Montageanleitung auf Papier, eine animierte Anleitung auf einem Tablet-Bildschirm und eine AR-Brille (siehe Foto). Mithilfe von Augmented Reality wurden die einzelnen Montageschritte direkt dreidimensional vor das menschliche Auge projiziert, sodass der Arbeiter beide Hände frei hatte. In Zukunft sollen AR-Brillen sogar automatisch erkennen, ob die Bauteile korrekt zusammengesetzt wurden. Damit können Unternehmen auch ungelernete Arbeiter einstellen und flexibel in der Montage einsetzen – ein unschätzbare Vorteil in Zeiten des Fachkräftemangels.



27.-31. Mai 2019 | Hannover

### **LIGNA: Weltleitmesse der Holzindustrie**

16.- 21. September 2019 | Hannover

### **EMO Hannover: Weltleitmesse der Metallbearbeitung**

03.-04. Dezember 2019 | Hannover

### **TECHTIDE: Konferenz zur Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft**

## Internationale Konferenzen

---

02.-04. April 2019 | Bilbao, Spanien  
**WindEurope: Conference & Exhibition**

08.-10. Mai 2019 | Vitoria-Gasteiz, Spanien  
**ESAFORM: International Conference on Material Forming**

02.-04. Oktober 2019 | Porto Alegre, Brasilien  
**SENAFOR: International Forging Conference**

## Fachveranstaltungen und Tagungen

---

22.-24. Januar 2019 | Hannover  
**EFB-Arbeitskreissitzungen**

29. Januar 2019 | Suderburg  
**Suderburger Logistik-Forum: Herausforderungen der Digitalisierung**

12.-13. März 2019 | Garbsen  
**Praxisseminar Fabrikplanung**

21. März 2019 | Holzminden  
**AKWZB: Zukünftige Entwicklungen im Werkzeug- und Formenbau**

04. April 2019 | Hannover  
**Indy4-Konferenz auf der Hannover Messe: Digitale Perspektiven**

20.-22. Mai 2019 | Ludwigsburg  
**Fachkongress Fabrikplanung: Lösungen zum Planen der digitalisierten Fabrik**

27. Mai 2019 | Dortmund  
**VDMA-Arbeitskreis: Drohnen in der Intralogistik**

28. Mai 2019 | Augsburg  
**AKXXL: Industrie 4.0 – Intelligente Herstellung von XXL-Produkten**

06. Juni 2019 | Hannover  
**Länderaustausch Industrie 4.0**

27. Juni 2019 | Hagen

**Jahrestagung Massivumformung**

04. September 2019 | Hannover

**Werkstattgespräch: Innovationen für langfristigen Unternehmenserfolg**

05. September 2019 | Mörfelden-Walldorf

**AKWZB: Digitalisierung im Werkzeug- und Formenbau**

05. September 2019 | Hannover

**Startup meets Mittelstand: Neue Technologien für Industrie und Handwerk**

10. September 2019 | Hannover

**Koptertag**

25. September 2019 | Frankfurt

**VDMA-Arbeitskreis: Drohnen in der Intralogistik**

16.-17. Oktober 2019 | Garbsen

**Praxisseminar Fabrikplanung**

23.-25. Oktober 2019 | Berlin

**Deutscher Logistik-Kongress**

29. Oktober 2019 | Celle

**KI im Unternehmen: Wo steht Niedersachsen?**

05.-06. November 2019 | Koblenz

**Multiplikatorenkonferenz: Einsatz von KI in Klein- und Kleinstbetrieben**

12. November 2019 | Berlin

**Mittelstand-Digital-Kongress**

28. November 2019 | Wuppertal

**AKWZB: Moderne Mitarbeiterführung im Werkzeug- und Formenbau**

28. November 2019 | Hannover

**AKXXL: Innovative Serienfertigung von XXL-Produkten**

---

# Forschung, die ankommt

---

Die Menschen in Deutschland befürworten einen hohen Stellenwert der angewandten Forschung. Das ergab Ende 2019 eine bevölkerungsrepräsentative Umfrage im Auftrag der Zuse-Gemeinschaft. Damit solch angewandte Forschung in der bundespolitischen Arena mehr Gewicht bekommt, plädiert die 2015 gegründete Zuse-Gemeinschaft für mehr Fairness in der Forschungsförderung. Denn immer noch hat die anwendungsorientierte Forschung mit politisch bedingten Nachteilen zu kämpfen.

## Zuse-Gemeinschaft wächst

---

Das IPH ist eines von aktuell rund 75 Mitgliedern der Zuse-Gemeinschaft, in der sich die Forschungsinstitute branchenübergreifend vereint haben, um ihre Anliegen zur Geltung zu bringen. Der Zusammenschluss ist technologieoffen. Diese Offenheit übt Anziehungskraft aus, wie das Jahr 2019 mit drei neuen Mitgliedern aus unterschiedlichen Disziplinen zeigt. Zuwachs hat die Zuse-Gemeinschaft durch das Robert Boyle Institut aus Thüringen sowie aus Nordrhein-Westfalen durch das Oel-Waerme-Institut und die Gesellschaft für Angewandte Mikro- und Optoelektronik GmbH (AMO) bekommen.

## Ziel: Anwendungsnahe Forschung stärken

---

Neuer Präsident der Zuse-Gemeinschaft ist seit Oktober 2019 Professor Dr. Martin Bastian, Institutsleiter am Kunststoff-Zentrum in Würzburg. Einstimmig wurde er zum Nachfolger von Dr. Ralf-Uwe Bauer gewählt. Neben verbesserter politischer Rahmenbedingungen hat sich Professor Bastian als Ziele für den Verbund unter anderem eine Stärkung der Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern und einen weiteren Mitgliederzuwachs auf die Fahnen geschrieben. Zentrale politische Forderung der Zuse-Gemeinschaft bleibt die Schaffung eines eigenen Haushaltstitels für die privatwirtschaftlich organisierten, gemeinnützigen Institute im Bundeshaushalt.

Die Zuse-Gemeinschaft mit ihrer Geschäftsstelle in Berlin setzt auf einen Mix aus politischer und öffentlicher Kommunikation. Im Jahr 2019 standen Veranstaltungen und Treffen zu forschungspolitischen Themen ebenso auf dem Programm wie die Intensivierung der Pressearbeit. Der neu aufgelegte Newsletter "Zuse Transfernews" informiert über Highlights aus der Forschungspraxis der Institute ebenso wie über Neuigkeiten aus Politik und Wirtschaft.

[www.zuse-gemeinschaft.de](http://www.zuse-gemeinschaft.de)

# WISSENSCHAFT FORTSCHRITT



ZUSE-GEMEINSCHAFT  
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

---

## Dissertationen

---



Richter, J.: Prognose und Reduktion von Flittergratbildung zur Qualitätsverbesserung von gratlosen Schmiedeprozessen. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2019, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2019. ISBN: 978-3-95900-375-9.

Mohammadifard, S.: Developing an innovative optical system for automatically monitoring the melting process in an aluminum melting furnace. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2019, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2020. 978-3-95900-396-4.



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

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

---

# Zahlen und Fakten

---

## Umsatz (in Tausend Euro)

---

gesamt	3.964
Aufträge der Industrie	490
gemeinnützige Forschung	2.774
institutionelle Förderung	700

## Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

---

gesamt	84
Wissenschaftliches Personal / Berater	32
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	8
(studentische) Teilzeitbeschäftigte und Praktikanten	44

## Projekte

---

gesamt	44
Aufträge der Industrie	16
gemeinnützige Forschung	28



---

## Ausgewählte Projekte

---

---

# Optimaler Durchblick am Steuer

Augmented Reality (AR) soll Staplerfahrern die Arbeit erleichtern

---

*Am Steuer eines Gabelstaplers ist die Sicht stark eingeschränkt. Die Ladung, die Karosserie und der Hubmast versperren den Blick auf die Umgebung. In Zukunft sollen AR-Brillen die Sicht verbessern: Damit haben Staplerfahrer alles im Blick und können sogar durch Hindernisse hindurchsehen.*

Kamera- und Assistenzsysteme sollen die Sicherheit nicht nur in PKWs erhöhen, sondern auch in Gabelstaplern. Kameras erfassen die Umgebung, Bildschirme in der Fahrerkabine zeigen an, was sich rund um das Fahrzeug abspielt, Warnleuchten und Signaltöne machen auf Hindernisse aufmerksam. Der Nachteil: All diese Anzeigen, Bildschirme und Bedienelemente können den Fahrer ablenken.

An einer Alternativlösung arbeitet das IPH im Forschungsprojekt "ViSIER" zusammen mit dem Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover, drei großen Gabelstapler-Herstellern und weiteren Unternehmen aus der Intralogistik.

## Mit AR-Brille ans Steuer

---

Das Ziel der Wissenschaftler ist es, dass Staplerfahrer nicht mehr auf Bildschirme schauen müssen und trotzdem alle wichtigen Informationen direkt vor Augen haben. Möglich macht das eine AR-Brille. AR steht für Augmented Reality beziehungsweise Erweiterte Realität. Das bedeutet, dass der Träger einer solchen Brille nicht nur seine reale Umgebung sieht, sondern auch zusätzliche, virtuelle Informationen. Der Staplerfahrer muss den Blick somit nicht von der Fahrbahn abwenden und sieht trotzdem die Bilder der Kameras, die außen am Fahrzeug angebracht sind.

Die Besonderheit: Die Kamerabilder überlagern das reale Sichtfeld und ergeben ein einziges Bild. Schaut der Staplerfahrer beispielsweise direkt nach vorn, sieht er den Hubmast und die Ladung sowie gleichzeitig das Bild der Frontkamera. Legt er den Rückwärtsgang ein und schaut über die Schulter, überlagert das Bild der Rückfahrkamera sein reales Sichtfeld. Egal, in welche Richtung er schaut: Es wirkt so, als könne er durch Hindernisse hindurchsehen.

Um die virtuelle Sichtverbesserung möglich zu machen, müssen die Wissenschaftler noch einige Herausforderungen meistern. Zunächst müssen sie geeignete Orte fin-



den, um Kameras am Gabelstapler zu installieren und einen virtuellen Rundumblick zu ermöglichen – dafür sind die Wissenschaftler am ITA hauptverantwortlich. Sie kümmern sich zudem um den Algorithmus der Bildüberlagerung.

Das IPH ist für die Blickrichtungserfassung verantwortlich. Damit das reale Sichtfeld so von den Kamerabildern überlagert werden kann, dass sich ein stimmiges Bild ergibt, muss jederzeit klar sein, in welche Richtung der Bediener schaut und wo genau sich die Brille relativ zum Stapler befindet. Selbst der Augenabstand des Staplerfahrers spielt eine Rolle, wenn das Bild realistisch und in korrekter Perspektive angezeigt werden soll. In modernen AR-Brillen sind bereits Bewegungssensoren integriert, die für den Anwendungsfall allerdings nicht genau genug sind. Die IPH-Ingenieure untersuchen daher mehrere Ansätze, um die Positionserkennung zu verbessern. Denkbar ist, mit zusätzlichen Kameras oder Orientierungspunkten in der Fahrerkabine zu arbeiten.

Weniger Ablenkung, mehr Sicherheit

---

Dank der virtuellen Sichtverbesserung haben Staplerfahrer in Zukunft den optimalen Durchblick und gleichzeitig weniger Ablenkung am Steuer. Dies soll die Arbeit erleichtern und die Sicherheit in der Intralogistik erhöhen.

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

---

*Das IGF-Vorhaben 20158 N/2 der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Förder-  
technik und Logistiksysteme (IFL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms  
zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministe-  
rium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen  
Bundestages gefördert.*

---

---

# Produktion im Blick dank ERP-System

Bei der Auswahl der passenden Software bietet das IPH Unterstützung

---

*Eine Software für alle Unternehmensbereiche: Mit einem ERP-System behalten Unternehmen den Überblick über die Produktion, das Personal und die Finanzen. Das IPH unterstützt seine Kunden dabei, unter den unzähligen Softwarelösungen am Markt die passende zu finden.*

Mit einem ERP-System lassen sich alle Ressourcen eines Unternehmens planen und steuern – vom Kapital über das Personal bis hin zu Maschinen und Materialien. ERP steht für Enterprise Resource Planning. Mit einer solchen Software kann der Vertrieb beispielsweise den Preis und den Liefertermin berechnen, die Arbeitsvorbereitung kann technische Zeichnungen und Stücklisten erstellen, der Lagerist kann prüfen, ob noch ausreichend Material vorhanden ist, der Fertigungsleiter kann die Belegung der Maschinen planen und Schichtpläne erstellen, die Buchhaltung kann das ERP-System für die Abrechnung nutzen.

## Schritt für Schritt zur passenden Softwarelösung

---

Doch welche Software passt zu welchem Unternehmen? Am Markt existiert eine unüberschaubare Anzahl von Anbietern, die sich auf die verschiedensten Branchen, Unternehmensgrößen und Anforderungen spezialisiert haben. Dort den Überblick zu behalten und die richtige Software zu finden, stellt gerade kleine und mittlere Unternehmen vor eine riesige Herausforderung.

Die ALU-Kanttechnik GmbH aus dem niedersächsischen Alfeld hat deshalb das IPH um Unterstützung bei der ERP-Auswahl gebeten. Das Familienunternehmen fertigt Fassadenelemente und Dachrandprofile. Mit 67 Mitarbeitern ist das Unternehmen klein und agil genug, um sehr schnell auf Kundenanfragen zu reagieren. Kurzfristige Aufträge werden fast immer angenommen und so schnell wie möglich erledigt – darauf ist das Unternehmen stolz. Für die Finanzbuchhaltung und die Personalplanung nutzt die ALU-Kanttechnik GmbH bereits ein ERP-System, für die Produktion, Entwicklung und Konstruktion bisher noch nicht.

Das IPH hat viel Erfahrung mit der Auswahl und Einführung von ERP-Systemen und geht dabei sehr systematisch vor. Zunächst finden die IPH-Ingenieure heraus, was ihr Kunde wirklich benötigt: In einem Workshop mit Mitarbeitern aller Abteilungen erarbeiten sie die Anforderungen und Wünsche an das neue ERP-System. Daraus



erstellen sie ein Lastenheft und versenden dieses an potenziell geeignete Softwareanbieter. Im Fall der ALU-Kanttechnik GmbH ging das Lastenheft an etwa zwei Dutzend ERP-Anbieter, die sich auf die Produktionsplanung im Bereich Metallverarbeitung spezialisiert haben. Das IPH hat die Angebote anschließend ausgewertet und überprüft, inwieweit die Software die Kriterien aus dem Lastenheft erfüllt. Zudem haben die Ingenieure Preise verglichen und eine Kosten-Nutzen-Übersicht erstellt.

Die vier Anbieter mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis durften ihre Software vor Ort bei der ALU-Kanttechnik GmbH vorstellen. Wie das ERP-System funktioniert, haben sie anhand einer Fallstudie demonstriert – nicht nur vor der Geschäftsführung, sondern vor einem Team von Mitarbeitern aus unterschiedlichsten Bereichen. Erfüllt die Software alle Anforderungen? Lässt sie sich intuitiv bedienen? Bietet der Softwareanbieter ausreichend Schulungen an? Diese Fragen sollten die Mitarbeiter beantworten – schließlich müssen am Ende alle mit der Software zurechtkommen.

#### ERP-System sorgt für optimalen Überblick

---

Ein gutes ERP-System erleichtert die Arbeit in allen Unternehmensbereichen. Die Mitarbeiter der ALU-Kanttechnik GmbH können in Zukunft beispielsweise Stücklisten direkt aus der CAD-Konstruktion heraus exportieren und direkt ins ERP-System übernehmen. Das spart viel Zeit und vermeidet Fehler, die bei der manuellen Übertragung entstehen könnten. Vor allem aber wird die neue Software für einen optimalen Überblick sorgen: Wie ist der Stand eines jeden Auftrags? Wie sind die Maschinen ausgelastet? Gibt es genügend freie Kapazität für weitere Aufträge? Ist genug Material im Lager? Diese Fragen können Geschäftsführung, Vertrieb und Fertigung in Zukunft mit wenigen Klicks beantworten. So können sie Aufträge und Liefertermine besser planen und noch schneller als bisher auf spontane Kundenanfragen reagieren.

[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes)

---

# Stoffschlüssig fügen beim Schmieden

Stahl und Aluminium allein durch Presskraft miteinander verbinden

---

*Ein Stahlblech und ein Aluminiumbolzen lassen sich durch Druck stoffschlüssig miteinander verbinden – und zwar genauso fest wie beim Schweißen. Das haben Wissenschaftler des IPH und des ISAF in einem gemeinsamen Grundlagenforschungsprojekt gezeigt.*

Stahl und Aluminium zu verbinden ist nicht einfach: Wenn sich die beiden Metalle vermischen, kann es zu unerwünschten Effekten wie Sprödigkeit und Kontaktkorrosion kommen. Die Fügezone ist dadurch nicht belastbar und für viele Anwendungen ungeeignet. Möglich ist eine stabile stoffschlüssige Verbindung trotzdem, wenn Zink als Lotwerkstoff genutzt wird. Zink verbindet sich stoffschlüssig sowohl mit Aluminium als auch mit Stahl und ist damit der optimale Vermittler zwischen den beiden Werkstoffen, wenn es darum geht, sowohl spröde intermetallische Phasen als auch Korrosion zu vermeiden.

Im Forschungsprojekt "Verbundhybridschmieden" hat das IPH mit dem Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (ISAF) der TU Clausthal zusammengearbeitet – mit dem Ziel, ein Stahlblech und einen Aluminiumbolzen während eines Umformprozesses stoffschlüssig zu fügen. Die Oberfläche des Aluminiums wurde zunächst verzinkt und anschließend gemeinsam mit dem verzinkten Stahlblech in die Schmiedepresse gelegt. Der Aluminiumbolzen wurde gestaucht und dabei auf das Blech gepresst. Durch den Pressdruck beim Schmieden hat sich zwischen den beiden Zinkschichten eine stoffschlüssige Verbindung ausgebildet. In Belastungstests hat die Fügezone Kräften von bis zu 2,1 Kilonewton standgehalten. Auch bei einer anschließenden Umformoperation – das Blech wurde tiefgezogen – hielt die Verbindung.

## Optimale Prozessparameter

---

Das Verbundhybridschmieden kombiniert Umformen und Fügen in einem Prozess. Die optimalen Parameter haben das IPH und das ISAF im Forschungsprojekt ermittelt. Den Ingenieuren am IPH gelang ein stabiles Verfahren bei einer Presskraft von 1.500 Kilonewton, einer Umformtemperatur von 350 Grad Celsius, einer Umformgeschwindigkeit von 26,6 Millimetern pro Sekunde und einem Stauchweg von mindestens 9 Millimetern.



Je länger der Stauchweg, desto besser ist zwar tendenziell der Zusammenhalt, allerdings darf der Aluminiumbolzen auch nicht zu stark umgeformt werden, damit sich das Blech nicht ungewollt verformt oder das Aluminium Risse bekommt. Eine geringe Umformgeschwindigkeit ist zuträglich, weil die Diffusionsprozesse dann besser ablaufen können und die Moleküle Zeit haben, sich zu verbinden. Zudem kommt es auf die Geometrie des Aluminiumbolzens an: Er sollte weder spitz zulaufen noch abgerundet sein, sondern flach, damit er möglichst großflächig auf dem Blech aufliegt.

Die optimale Temperatur für das Umform-Füge-Verfahren liegt bei 350 Grad Celsius, da sich bei dieser Temperatur das Aluminium gut umformen lässt und das Zink noch nicht schmelzflüssig ist. Optimale Ergebnisse haben die Forscher erzielt, indem sie sowohl den Aluminiumbolzen als auch das Stahlblech vor der Umformung auf 350 Grad Celsius erwärmt haben.

#### Alternative zum Schweißen

---

In Zukunft könnte das Verbundhybridschmieden eine Alternative zum Schweißen darstellen: Die Verbindung hält genauso fest, ist für Schmiedeunternehmen aber möglicherweise einfacher herzustellen. Sie können Bauteile aus Stahl und Aluminium auf ihren ganz normalen Schmiedepressen stoffschlüssig verbinden, ohne zusätzlich schweißen zu müssen.

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

---

*Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 340490925 wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.*

---

---

# 3D-Druck: Fehler automatisch erkennen

Optisches Messsystem soll Qualität bei der Additiven Fertigung prüfen

---

*Wie lässt sich die Qualität 3D-gedruckter Bauteile verbessern? Ingenieure am IPH entwickeln ein optisches Messsystem zur Qualitätsprüfung in der Additiven Fertigung. Dieses Messsystem soll den Druckvorgang Schicht für Schicht überwachen und Fehler automatisch erkennen.*

Blasen oder Fremdkörper im Bauteil, überschüssiges oder fehlendes Material in der inneren Struktur: Bei der Additiven Fertigung können Fehler auftreten, die von außen nicht sichtbar sind und das Bauteil dennoch unbrauchbar machen. Doch gerade bei hochwertigen Einzelstücken – etwa in der Medizintechnik oder im Sondermaschinenbau – müssen sich Kunden auf gewisse Qualitätsstandards verlassen können.

Das IPH entwickelt daher im Projekt "Quali3D" ein optisches Messsystem, das Fehler bereits während des Druckvorgangs automatisch erkennt. Das Messsystem kann in einen Extrusions-3D-Drucker integriert werden. Bei diesem Druckverfahren wird geschmolzenes Material Schicht für Schicht aufgetragen. Nach jeder fertig gedruckten Schicht fährt der Druckkopf kurz zur Seite, damit das optische Messsystem Bilder aufnehmen kann. Ein Bildverarbeitungsalgorithmus wertet die Fotos aus.

## Zusammenspiel von Kamera, Beleuchtung und Bildverarbeitungsalgorithmen

---

Bei der Konzeptionierung des optischen Messsystems kommt es nicht nur auf eine geeignete Kamera und das richtige Objektiv an. Eine wesentliche Rolle spielt auch die Beleuchtung. Für die Hardware-Auswahl haben die IPH-Ingenieure einen standardisierten Testkörper entwickelt – ein 3D-gedrucktes Kunststoffteil, in das sie gezielt Fehler eingebracht haben – und im Labor untersucht, wie gut diese Fehler mit unterschiedlichen Kameras und Beleuchtungsarten erkannt werden.

Vielversprechend ist die sogenannte Dunkelfeldbeleuchtung mit einem Beleuchtungsring, der das Bauteil rundum erhellt, während die Kamera Bilder aufnimmt. An seine Grenzen stößt das optische Messsystem jedoch bei schwarzen, transparenten und glänzenden Bauteilen. Bei transparenten Teilen erfasst die Kamera nicht nur die oberste gedruckte Schicht, sondern auch darunterliegende Bereiche. Bei schwarzen Teilen sind fehlende Stellen schwer zu erkennen – das Problem lässt sich lösen, indem das Bauteil nacheinander aus unterschiedlichen Winkeln beleuchtet wird und die Kamera mehrere Bilder aufnimmt. Ein fotometrischer Algorithmus berechnet aus



den Einzelaufnahmen ein kontrastreicheres Bild. Die Forscher entwickeln derzeit Algorithmen zur Bildverarbeitung und Fehlererkennung. Sie gehen davon aus, dass je nach Material und Farbe des Bauteils unterschiedliche Kamera- und Beleuchtungseinstellungen sowie Bildverarbeitungsalgorithmen notwendig sind, um Fehler optimal zu erkennen.

---

#### Bauteilqualität überprüfen und Ausschuss vermeiden

---

Mit der additiven Materialextrusion lassen sich Hochleistungskunststoffe verarbeiten. Für dieses Druckverfahren existiert bisher keine funktionierende prozessintegrierte Überwachung. Um Fehler im Inneren zu erkennen, müssen die gedruckten Bauteile derzeit geröntgt und bei Qualitätsmängeln entsorgt werden.

Wenn Unternehmen die Bauteilqualität zukünftig bereits während des 3D-Drucks überprüfen können, lässt sich der Druckprozess rechtzeitig nachregeln oder abbrechen. Unternehmen können dadurch Ausschuss vermeiden und die Fertigungskosten senken. Und sie können ihren Kunden geprüfte Qualität zusagen – auch bei Unikaten. Das erleichtert neue Anwendungsbereiche für die Additive Fertigung: In Zukunft sollen beispielsweise Prothesen und Implantate aus dem 3D-Drucker kommen, ebenso wie Flugzeugteile und Bauteile für Sondermaschinen.

[quali3d.ipf-hannover.de](http://quali3d.ipf-hannover.de)

---

*Das IGF-Vorhaben 20714 N der Forschungsgemeinschaft Qualität e.V. (FQS) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Neue Produktion für Blutspendedienst

Günstig produzieren in flexiblen Räumen: IPH plant Produktionslayout

---

*Effizient und flexibel soll die neue Produktion werden, die der DRK-Blutspendedienst in Springe bei Hannover plant. Der Anbau soll nicht nur deutlich mehr Platz bieten als bisher, die Arbeitsplätze sollen auch so durchdacht angeordnet werden, dass die Herstellungskosten merklich sinken.*

Zeit ist Geld. Mit jedem unnötig zurückgelegten Weg, jeder Suche in einem chaotischen Lager verlieren Mitarbeiter Zeit. In dieser Zeit können sie nichts herstellen, was ihr Unternehmen verkaufen könnte. Wenn Unternehmen also für eine Umgebung sorgen, in der ihre Mitarbeiter ohne Zeitverluste arbeiten können, dann können sie damit ihre Produktionskosten deutlich senken.

Eine Kostensenkung im Herstellungsbereich strebt der DRK-Blutspendedienst in Springe an. Er verarbeitet Blutspenden zu Thrombozytenkonzentrat, Erythrozytenkonzentrat und Blutplasma und verkauft diese lebensrettenden Produkte an Krankenhäuser. Aktuell geht es in der Produktion beengt zu. Abhilfe soll ein Anbau schaffen – und das IPH hat den Auftrag zur Fabrikplanung erhalten. Bereits im Vorfeld hatten die Ingenieure eine Potenzialanalyse und Materialflusssimulation durchgeführt, um herauszufinden, wie sich die Produktivität steigern lässt.

## Kurze Wege und Platz zum Wachsen

---

Bei der Planung neuer Fabriken und dem Umbau bestehender Produktionsstätten hat das IPH mehr als 30 Jahre Erfahrung. Die Ingenieure gehen dabei stets systematisch vor. Zunächst definieren sie gemeinsam mit dem Kunden die Ziele, die erreicht werden sollen. Dann analysieren sie die bestehende Produktion, nehmen die Maße jeder einzelnen Maschine auf und notieren unter anderem, wo Druckluft, Strom oder Kühlmittel benötigt werden. Und schließlich planen sie ein Layout für die neue Produktionsstätte – das heißt, sie legen fest, wo welche Maschine stehen soll und wo Lagerflächen, Wege oder Büros vorgesehen werden. Das Produktionslayout wird dann mit dem Kunden besprochen und weiter optimiert.

Effizienz, Flexibilität und Transparenz waren die wichtigsten Ziele, die die IPH-Ingenieure gemeinsam mit dem DRK definiert haben. Um die Effizienz zu erhöhen, hat das IPH im Produktionslayout ausreichend Lagerflächen vorgesehen und die Maschinen und Arbeitsplätze so angeordnet, dass keine langen Wege zurückgelegt werden



müssen. Im Zentrum der großen, offenen Produktionshalle werden zwölf Zentrifugen stehen, dort wird jede einzelne Blutspende eingangs verarbeitet. Die Zentrifugen werden in zwei geraden Reihen angeordnet – dadurch können sie später möglicherweise von einem Roboter bestückt werden, was die Effizienz weiter erhöhen könnte.

Flexibilität erreichen die IPH-Ingenieure durch ein offenes Layout. Arbeitsbereiche sollen sich bei Bedarf untereinander austauschen lassen. Damit die Produktion auch zukünftigen technischen Anforderungen entsprechen kann, werden ausreichend Erweiterungsflächen vorgesehen. Aktuell verarbeitet der DRK in Springe sowie in der Außenstelle in Dessau 650.000 Blutspenden pro Jahr – das Ziel ist es, in Zukunft im Bedarfsfall auch noch größere Mengen verarbeiten zu können. Für mehr Transparenz werden die einzelnen Arbeitsbereiche farblich abgegrenzt und beschildert. Davon profitieren nicht nur neue Mitarbeiter, die sich leichter orientieren können, sondern auch Besuchergruppen, die die Produktion besichtigen.

#### Gut geplant ist halb umgezogen

---

Eine Herausforderung wird der Umzug in die neue Produktionsstätte. Auch hierfür haben die IPH-Ingenieure einen Plan erstellt. Der Umzug soll bis ins Detail vorbereitet werden, sodass alle Arbeitsplätze an einem Wochenende in das neue Gebäude wechseln können und die Produktion nicht unterbrochen werden muss. Bereits vor dem Umzug sollen sich die Mitarbeiter mit dem neuen Gebäude vertraut machen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, sie in den ersten Wochen nach dem Umzug zu entlasten und einen Teil der Blutspenden an andere DRK-Standorte auszulagern.

Durch das neue Produktionslayout werden die alltäglichen Wege der Mitarbeiter kürzer, sie können in derselben Zeit mehr Blutspenden als bisher verarbeiten und das Unternehmen erhält wieder die Möglichkeit zu wachsen.

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

---

# Zwei Materialien, ein Umformprozess

Sonderforschungsbereich "Tailored Forming" geht in die Verlängerung

---

*Unterschiedliche Materialien gezielt kombinieren und gemeinsam umformen – darum geht es im Sonderforschungsbereich "Tailored Forming" (SFB 1153). Die erste Förderperiode ist erfolgreich abgeschlossen, in der zweiten Förderperiode widmen sich die Forscher komplizierteren Bauteilen und neuen Werkstoffkombinationen.*

Rund 45 Wissenschaftler erforschen in diesem Sonderforschungsbereich Fertigungsverfahren für hybride Hochleistungsbauteile, die für ihren Anwendungsfall maßgeschneidert sind – etwa Bauteile, die in bestimmten Bereichen besonders verschleißfest sind und gleichzeitig möglichst leicht. Die Idee: Der feste und schwere Werkstoff soll nur dort eingesetzt werden, wo er wirklich benötigt wird, während das restliche Bauteil aus einem leichteren Material gefertigt wird.

Bisher können Massivbauteile aus unterschiedlichen Werkstoffen erst während oder nach der Umformung gefügt werden. Im SFB dagegen werden schon die Halbzeuge aus unterschiedlichen Materialien hergestellt, anschließend gemeinsam umgeformt und nachbearbeitet. So können besonders gute mechanische Eigenschaften erreicht werden. Eine Möglichkeit, hybride Halbzeuge umzuformen, ist das Querkeilwalzen. Dieses Verfahren erforscht das IPH im Teilprojekt B1 des SFB.

## Querkeilwalzen mit maßgeschneiderter Temperierung

---

Ein Zylinder aus Stahl und ein Zylinder aus Aluminium, zusammengeschweißt zu einem länglichen Halbzeug – lässt sich das walzen? Ja. Es kommt jedoch auf die richtige Erwärmungsstrategie an. Denn Stahl und Aluminium haben einen völlig unterschiedlichen Schmelzpunkt. Wird das Halbzeug gleichmäßig erwärmt, ist je nach Temperatur entweder der Stahl noch zu fest oder das Aluminium schon zu weich für die Umformung. Die Lösung haben Wissenschaftler am IPH in der induktiven Erwärmung gefunden: Sie haben nur die stählerne Hälfte in den Induktor gegeben und auf 1300 Grad Celsius erwärmt. Allein durch die Wärmeleitung innerhalb des Bauteils erwärmt sich die Aluminium-Hälfte auf etwa 450 Grad. So lassen sich beide Werkstoffe umformen – und die Fügezone bleibt stabil. Um die optimalen Prozessparameter zu ermitteln, haben die Forscher die Erwärmungsleistung und -dauer variiert, Simulationen und Experimente durchgeführt, die Werkstücktemperatur mit einer speziellen Wärmebildkamera überprüft – und so die maßgeschneiderte Temperierung für ihr maßgeschneidertes Bauteil gefunden.



Neben Stahl-Aluminium-Halbzeugen haben die Forscher auch Halbzeuge aus zwei verschiedenen Stählen untersucht und daraus Wellen gewalzt (siehe Foto). Vier Jahre lang – von 2015 bis 2019 – hat das IPH zusammen mit anderen Instituten einen grundsätzlichen Prozess zur Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile entwickelt. Mit Erfolg, denn die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat den Sonderforschungsbereich um weitere vier Jahre bis 2023 verlängert.

#### Prozesssteuerung durch lernende Maschine

---

Kompliziertere Bauteile, neue Werkstoffkombinationen – die zweite Förderperiode baut auf den Ergebnissen der ersten auf, hebt den Schwierigkeitsgrad jedoch deutlich an. Statt eine schlichte Welle zu walzen, soll nun eine Verzahnung aufgebracht werden. Das stellt höhere Anforderungen an den Querkeilwalzprozess: Das Bauteil darf während des Walzens nicht rutschen, sonst wird die Verzahnung nicht gleichmäßig ausgeformt.

Ziel des IPH ist es, eine Prozessüberwachung für den Querkeilwalzprozess zu entwickeln. Dafür werden Sensoren ins Werkzeug eingebracht, die Temperaturen und Kräfte direkt an den Kontaktstellen von Werkzeug und Werkstück messen. Auf Basis dieser Messwerte will das IPH eine Prozesssteuerung entwickeln und eine lernende Maschine schaffen, die automatisch nachregelt – sodass sich von allein die optimalen Prozessparameter für einen stabilen Querkeilwalzprozess einstellen.

[sfb1153.uni-hannover.de](http://sfb1153.uni-hannover.de)

---

*Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 252662854 wird mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.*

---

---

# Ergonomie-Bewertung in der Montage

3D-Kamera-System soll helfen, Mitarbeiter länger gesund zu halten

---

*Rückenschmerzen, Knieprobleme, Sehnenscheidenentzündungen: Die Ursache sind häufig falsche Bewegungen am Arbeitsplatz. Besonders gefährdet sind Mitarbeiter in der Montage. Ein 3D-Kamera-System soll künftig dabei helfen, ungesunde Bewegungen zu erkennen und Arbeitsplätze ergonomischer zu gestalten.*

Eine schnelle, kostengünstige und vor allem objektive Möglichkeit zur Ergonomiebewertung in der Montage war das Ziel des Forschungsprojekts "WorkCam", in dem das IPH eng mit dem Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) zusammengearbeitet hat.

Bisher sind Ergonomiebewertungen mit hohem Aufwand verbunden. Große Unternehmen beschäftigen Physiotherapeuten und Arbeitswissenschaftler, die die Mitarbeiter beobachten, ihre Bewegungen auswerten und Tipps geben, wie sich Arbeitsplätze ergonomischer gestalten lassen. Mit sogenannten Motion-Capture-Anzügen sind darüber hinaus automatisierte Bewegungsanalysen möglich: Die Arbeiter müssen dann Ganzkörperanzüge mit Markierungen tragen, damit Kameras ihre Bewegungen erfassen können. Bei der Arbeit sind diese Anzüge aber eher hinderlich. Zeitaufwendig und teuer sind beide Methoden: Kleine und mittlere Unternehmen wollen in der Regel weder entsprechende Ausrüstung kaufen noch Physiotherapeuten beschäftigen.

## 3D-Kamera erfasst Bewegungen

---

Das IPH und das IFA haben daher eine wesentlich einfachere und günstigere Methode entwickelt. Herzstück des "WorkCam"-Systems ist eine handelsübliche 3D-Kamera. Mit dieser Kamera können die Arbeiter an ihrem gewohnten Arbeitsplatz evaluiert werden, ohne deren Tätigkeit zu stören oder zu behindern.

Auf dem Kamerabild ist aus Datenschutzgründen kein Gesicht zu erkennen. Angezeigt wird lediglich der Körperumriss und eine überlagerte Darstellung der erkannten Gliedmaßen (auf dem Foto links zu erkennen). Die Skeletterkennung ist die Grundlage für die Ergonomiebewertung. Ungesunde Bewegungen erkennt der digitale Ergonomiebewerter mithilfe der Software und der dahinter liegenden Bewertungsmetrik, welche die Wissenschaftler im Forschungsprojekt "WorkCam" speziell für den Fall der kamerabasierten Ergonomieevaluation entwickelt haben.



---

### Software gibt Handlungsempfehlungen

---

Die Software erfasst, wie oft und in welchem Winkel der Mitarbeiter seine Arme ausstreckt, seine Beine beugt, seinen Rücken krümmt und seinen Kopf neigt. Auf dieser Basis errechnet die Software anhand der hinterlegten Bewertungsmetrik einen Ergonomiescore.

Zudem gibt die Software Handlungsempfehlungen, die als ein erster Ansatzpunkt für die Verbesserung der ergonomischen Gestaltung des Arbeitsplatzes zu verstehen sind. Beugt sich der Mitarbeiter beispielsweise häufig über seinen Arbeitstisch, könnte es sinnvoll sein, die Höhe des Tisches anzupassen. Muss sich der Arbeiter oft hinknien, sollten ihm Knieschützer zur Verfügung gestellt werden. Mithilfe dieser Handlungsempfehlungen können Unternehmen die Ergonomie am Arbeitsplatz verbessern.

Noch ist das "WorkCam"-System nicht marktreif. Doch in Zukunft könnte die Methode auch kleinen und mittleren Unternehmen eine regelmäßige Ergonomiebewertung ermöglichen – weil sie schneller und kostengünstiger als bisherige Methoden ist und kein Fachpersonal erfordert. So könnten Unternehmen ihre Montagemitarbeiter länger gesund halten, Ausfälle vermeiden und langfristig Kosten sparen.

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

---

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

---

---

# Transparente Produktion dank MES

Software-Auswahl: IPH unterstützt die KSM Castings Group GmbH

---

*Auf größtmögliche Transparenz in der Produktion setzt ein Automobilzulieferer aus Hildesheim: Jedes einzelne Bauteil soll sich zurückverfolgen lassen. Um Altsysteme abzulösen und eine zukunftsfähige Gesamtlösung zu schaffen, unterstützte das IPH bei der Auswahl eines geeigneten Manufacturing Execution Systems (MES).*

Welche MES-Lösung ist die beste? Eine Antwort auf diese Frage ist nicht leicht zu finden, hängt sie doch von der Größe des Unternehmens, der Branche und dem Fertigungsprinzip ab sowie davon, für welche Prozesse die Software konkret eingesetzt werden soll. Manufacturing Execution Systeme unterstützen bei der Produktionsplanung und -steuerung. Produzierende Unternehmen können mithilfe der Software Aufträge terminieren und priorisieren, sie können planen, welcher Mitarbeiter wann an welcher Maschine eingesetzt wird, die Auslastung und den Zustand einzelner Anlagen überwachen, Produktionsdaten speichern und auswerten sowie vieles mehr.

Auch Qualität und Transparenz innerhalb der Produktion lassen sich mithilfe von MES-Lösungen sicherstellen. Darauf kam es der KSM Castings Group GmbH aus Hildesheim besonders an. Das Unternehmen stellt Gussprodukte aus Leichtmetall für die Automobilindustrie her und will jedes einzelne Gussteil rückverfolgen können, auch wenn es längst beim Endkunden eingebaut ist. Dafür muss jedes Einzelteil, jede Kiste und jede Charge eine eindeutige Nummer erhalten. Zudem möchte das Unternehmen Fehler in einer digitalen Fehlersammelkarte erfassen und kategorisieren, um systematisch auftretende Fehler schnell erkennen und beheben zu können.

## Vom Lastenheft bis zur Anbieterauswahl

---

Bei der Auswahl eines geeigneten MES, das die Anforderungen bestmöglich erfüllt, suchte der Automobilzulieferer Unterstützung beim IPH. Dessen Ingenieure haben viel Erfahrung mit der MES-Auswahl und gehen nach einem bewährten System vor.

Schritt 1: Die Anforderungsaufnahme. Zunächst muss klar sein, wofür das MES im Unternehmen verwendet werden soll. Anforderungen und Anwendungsfelder werden in einem Lastenheft beschrieben. Die KSM Castings Group GmbH hatte bereits ein umfangreiches Lastenheft erarbeitet, das das IPH lediglich prüfen und optimieren sollte. Unternehmen, denen die Erfahrung oder die Zeit dafür fehlt, kann das IPH von Beginn an bei der Lastenhefterstellung unterstützen.



Schritt 2: Die Anbietervorauswahl. Auf Basis des Lastenhefts sowie Gesprächen mit dem Kunden haben die IPH-Ingenieure eine umfangreiche Kriterienliste mit allen gewünschten Funktionen des MES erstellt und die einzelnen Kriterien nach Wichtigkeit bewertet. Mit dem Online-Tool IT-Matchmaker der Trovarit AG haben die Ingenieure 20 Anbieter ausgewählt, die diese Kriterien erfüllen.

Schritt 3: Die Feinauswahl. Allen 20 Softwareanbietern hat das IPH das Lastenheft zur Verfügung gestellt, zudem erhielten sie zwei vorbereitete Excel-Tabellen: In der Kriterienliste sollten sie für jede Funktion angeben, ob diese in ihrem System zum Standard gehört, ob die Software angepasst oder eine Erweiterung programmiert werden muss. In der Kostentabelle sollten sie die Lizenzkosten, die Kosten der Implementierung und eventuelle Kosten für Anpassungen auflisten. Mithilfe der Tabellen ließen sich alle Angebote aufwandsarm vergleichen.

Schritt 4: Die Anbieterpräsentation. KSM hat die vier Anbieter mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis eingeladen, ihre Software vor Ort anhand einer Fallstudie vorzustellen. Dafür stellte das Unternehmen Fertigungsdaten zur Verfügung, die mit dem MES ausgewertet werden sollten. So konnten sich die Projektverantwortlichen ein Bild machen, wie die einzelnen Softwarelösungen funktionieren, was sie können und wo die Grenzen liegen – und eine fundierte Entscheidung treffen.

#### Passgenaue Software für individuelle Anforderungen

---

KSM hat mithilfe des IPH eine Softwarelösung gefunden, die hohe Transparenz ermöglicht. Die Frage nach dem besten MES muss jedoch jedes Unternehmen individuell beantworten. Das IPH empfiehlt daher keine Standardlösung, sondern unterstützt unabhängig bei der Auswahl – abgestimmt auf die Anforderungen des Kunden.

[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes)

---

# Muskelkraft schonen beim Schmieden

## Ergonomische Zange erleichtert die Arbeit in Schmiedeunternehmen

---

*Arbeiter in Schmiedeunternehmen haben einen äußerst kräftezehrenden Job: Sie müssen schwere Metallteile heben, tragen, in Position halten und dabei starke Stöße aushalten. Um ihre Gesundheit zu schonen, entwickelt das IPH eine ergonomische Schmiedezange.*

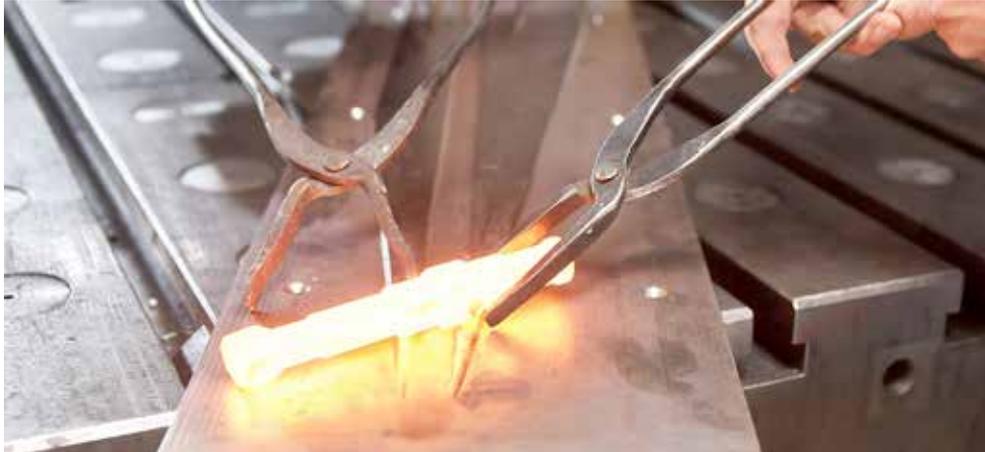
Muskel- und Gelenkschmerzen in Armen und Schultern kennt fast jeder, der in einem Schmiedeunternehmen an der Presse oder am Hammer arbeitet. Körperlich anstrengend ist nicht nur das Heben und Tragen der Bauteile. Besonders belastend ist es, die Teile mit einer Zange in Position zu halten. Denn wenn der Hammer mit Wucht auf das Metall schlägt, überträgt sich dieser Stoß direkt auf den Körper – umso mehr, je stärker der Mitarbeiter die Zange festhalten muss.

### Ergonomische Schmiedezange dämpft Stöße und Schwingungen

---

Um die Arbeit zu erleichtern und Berufskrankheiten vorzubeugen, entwickelt das IPH eine ergonomische Schmiedezange. Im Forschungsprojekt "ErgoZang", das 2019 gestartet ist, haben die IPH-Ingenieure zunächst Mitarbeiter in Schmiedeunternehmen befragt, welche Tätigkeiten sie als besonders belastend empfinden. Daraus haben die Forscher Ideen entwickelt, wie eine ergonomische Zange aussehen könnte. Damit die Arbeiter weniger Muskelkraft aufwenden müssen, sollte ein Federmechanismus die Zange automatisch geschlossen halten. Ergonomische Griffe – ähnlich wie am Fahrradlenker – sorgen für sicheren Halt und dämpfen Stöße und Vibrationen. Und ein Scharniergelenk im Zangenschenkel sorgt dafür, dass die Zange bei zu starken Stößen kurz nachgibt.

FEM-Simulationen haben gezeigt, dass eine solche ergonomische Zange Stöße und Schwingungen bis zu achtzigmal besser dämpft als eine herkömmliche Schmiedezange. Nun wollen die Wissenschaftler einen Prototyp fertigen und in Schmiedeunternehmen praktisch testen. Dafür müssen sie zunächst einen Weg finden, körperliche Anstrengung objektiv zu messen. Möglich wäre das mit einer Art professionellem Fitnesstracker, der Bewegungsaktivitäten und Kalorienverbrauch während einer kompletten Arbeitsschicht misst. Mit einem Vibrationsdosimeter lassen sich zudem Vibrationen und Stöße an Händen und Armen erfassen. Denkbar wäre zudem, per Elektromyogramm (EMG) die Muskelaktivitäten aufzuzeichnen.



---

### Die optimale Zange für jeden Anwendungsfall

---

Eine einzige, ergonomisch perfekte Schmiedezange ist jedoch nicht das Ziel des Forschungsprojekts, dafür sind die Anwendungsfälle zu vielfältig. In manchen Schmiedeunternehmen werden Metallteile bearbeitet, die wenige Hundert Gramm wiegen, in anderen Betrieben werden Bauteile mit einem Gewicht von 50 bis 80 Kilogramm von Hand bewegt – dann packen in der Regel zwei Arbeiter gleichzeitig an. Um die Handhabung schwerer Bauteile zu erleichtern, haben die Forscher noch weitere Ideen: Beispielsweise könnte ein Hüftgurt zum Einsatz kommen, der das Gewicht auf den ganzen Körper verteilt und die Armmuskeln schont. Auch ein Fahrgestell, auf dem die Zange abgelegt werden kann, ist denkbar. Zusätzlich untersuchen die IPH-Ingenieure, mit welchen Leichtbau-Methoden sich das Gewicht der Zange selbst reduzieren ließe.

Letztlich wollen die Wissenschaftler eine Art Baukasten-System entwickeln. Damit kann sich in Zukunft jedes Unternehmen eine ergonomische Schmiedezange zusammensetzen, die optimal zu einem bestimmten Anwendungsfall passt – und damit die Gesundheit der Mitarbeiter schonen.

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

---

*Das IGF-Vorhaben IGF 20505 N/1 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.*

---

---

# Fabriklayouts im Flug erfassen

Drohnen in der Fabrikplanung: Neue Methode erfolgreich erprobt

---

*Ein dreidimensionales Bild aus dem Inneren eines Gebäudes lässt sich per Drohne schnell und unkompliziert erzeugen. Das IPH hat einen Quadrocopter mit Kameras ausgestattet, um im Flug Tausende Fotos aufzunehmen. Die Bilder werden automatisch zu einem 3D-Layout zusammengesetzt.*

Zeit sparen bei der Fabrikplanung: Das war das Ziel des Forschungsprojekts "Instant Factory Maps". Wenn Unternehmen eine neue Fabrik bauen oder ihre bestehende Produktionsstätte umgestalten wollen, entfallen bis zu 50 Prozent des Planungsaufwands auf die Analyse des Ist-Layouts. Sämtliche Maße und Abstände müssen erfasst werden, etwa zwischen Maschinen und Lagerregalen. Nicht selten geschieht das von Hand mit Laserscanner und Notizblock.

Wesentlich schneller lassen sich Fabriklayouts im Flug aufnehmen: per Drohne. Zwei Jahre lang haben IPH-Ingenieure diese neue Methode erforscht und entwickelt, inzwischen hat sie den Praxistest bestanden. Die Kameradrohne hat nicht nur ein 3D-Bild der IPH-eigenen Versuchshalle aufgenommen (siehe Foto), sondern auch Produktionsumgebungen bei vier verschiedenen Unternehmen erfasst.

Eine 800 Quadratmeter große Fabrikhalle ließ sich per Drohne innerhalb einer halben Stunde vermessen – eine enorme Zeitersparnis im Vergleich zur manuellen 2D-Layouterfassung. Und auch gegenüber modernen und schnellen 3D-Messmethoden bietet die Drohnentechnik einen entscheidenden Vorteil: Aus der Vogelperspektive lässt sich jeder Winkel der Fabrik einsehen, beispielsweise der Abstand zwischen Hochregal und Hallendecke oder der unzugängliche Bereich hinter einer Anlage. Mit etablierten 3D-Messmethoden ist das nicht möglich, da diese bodengebunden sind.

## Per Fotogrammetrie zum dreidimensionalen Groblayout

---

Drei Kameras nehmen im Flug Tausende Fotos aus unterschiedlichen Winkeln auf. Eine Fotogrammetrie-Software setzt diese Bilder anschließend wie ein gigantisches Puzzle zusammen. Dabei entsteht eine sogenannte 3D-Punktwolke, die weiterverarbeitet werden kann. Im Forschungsprojekt haben die Ingenieure eine Methode entwickelt, um die Daten in zahlreiche kleinere 3D-Punktwolken aufzutrennen und so einzelne Objekte zu erkennen – etwa Maschinen, Anlagen, Regale und Paletten.



Das 3D-Layout, das auf diese Weise entsteht, lässt sich in einem CAD-Programm bearbeiten: Anlagen können an einen anderen Ort verschoben, Maschinen entfernt oder hinzugefügt werden. So lässt sich die Produktionshalle schnell und einfach umgestalten. Die Genauigkeit ist derzeit für Groblayouts ausreichend: Sämtliche Maße werden auf etwa 5 Zentimeter genau erfasst.

---

#### Die Zukunftsvision: Vollautomatischer Drohnenflug

---

Momentan muss die Drohne noch manuell durch die Fabrikhalle gesteuert werden, doch langfristig haben sich die IPH-Ingenieure den vollautomatischen Flug zum Ziel gesetzt. Die meisten Unternehmen schrecken davor noch zurück, weil Richtlinien für den Drohnenflug im Indoorbereich fehlen und die Angst vor Unfällen groß ist. Um entsprechende Richtlinien zu erarbeiten und die Layoutherfassung vollständig zu automatisieren, hat das IPH bereits ein weiteres Forschungsprojekt beantragt.

Die Zukunftsvision: Fabrikplaner müssen nicht mehr zum Kunden reisen, um das Ist-Layout zu erfassen, sondern können ihre Drohne per Post schicken. Diese fliegt vollautomatisch durch die Halle und lädt die Fotos in die Cloud hoch. Das spart nicht nur Zeit, sondern macht auch teure und umweltschädliche Dienstreisen überflüssig.

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

---

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

---

---

# Walzen mit warmen Werkzeugen

IPH-Ingenieure legen Querkeilwalzprozess für ein Leichtbauteil aus

---

*Lässt sich ein Leichtbauteil mittels Querkeilwalzen vorformen? Diese Frage hat das IPH einem Kunden aus der Luftfahrtbranche beantwortet. Das Halbzeug aus einer Aluminium-Kupfer-Magnesiumlegierung sollte bei möglichst niedriger Temperatur fehlerfrei gewalzt werden. Gelungen ist das mit vorgewärmten Werkzeugen.*

Querkeilwalzen ist ein sehr materialeffizientes Umformverfahren, mit dem sich Vorformen ohne Grat herstellen lassen. Ob sich das Verfahren für spezielle Anwendungen eignet, untersucht das IPH regelmäßig für seine Kunden. Im Falle des Luftfahrt-Zulieferers standen die Ingenieure vor besonderen Herausforderungen: Zum einen sollte das Halbzeug bei möglichst niedriger Temperatur umgeformt werden. Zum anderen handelte es sich um das größte Bauteil, das jemals mit der Flachbacken-Querkeilwalzmaschine des IPH umgeformt wurde: Das Halbzeug hatte ein Gewicht von fünf Kilogramm und einen Durchmesser von fast 9 Zentimetern.

## IPH legt Umformprozess aus und konstruiert Werkzeuge

---

Vor dem zeitaufwendigen Prozess- und Werkzeugdesign haben die Ingenieure zunächst einmal untersucht, ob sich der Leichtbau-Werkstoff des Kunden überhaupt für das Querkeilwalzen eignet. Das IPH verfügt über ein großes Repertoire an Walzwerkzeugen, um solche Vorversuche durchzuführen. Nachdem die Ingenieure gezeigt hatten, dass der Werkstoff geeignet ist, ging es an die eigentliche Prozessauslegung. Die Geometrie des Halbzeugs sowie die Endgeometrie waren vom Kunden vorgegeben. Auf dieser Basis haben die IPH-Ingenieure den Walzprozess mithilfe von FEM-Simulationen ausgelegt und anschließend die Werkzeuge konstruiert. Anhand der technischen Zeichnungen ließ der Kunde die Werkzeuge herstellen, mit denen anschließend praktische Umformversuche durchgeführt wurden.

## Stabiler Walzprozess durch vorgewärmte Werkzeuge

---

Üblicherweise werden Aluminium-Kupfer-Magnesiumlegierungen bei Temperaturen zwischen 450 und 550 Grad Celsius umgeformt. Da das Halbzeug beim Transport und während des Walzens auskühlt, wird es zunächst noch stärker erwärmt. So lässt sich sicherstellen, dass das Werkstück im Verlauf des gesamten Prozesses die gewünschte Umformtemperatur behält und sich mit geringer Kraft gut formen lässt.



Das Problem: Bei jeder Erwärmung und jeder Umformung ändern sich das Gefüge des Metalls und damit die Materialeigenschaften. Muss ein Bauteil sehr hohen Qualitätsansprüchen genügen, kommt es darauf an, das Gefüge richtig einzustellen. Aus diesem Grund war es dem Luftfahrt-Zulieferer wichtig, das Halbzeug so wenig wie möglich zu erwärmen.

Wie niedrig die Umformtemperatur sein darf, damit sich das Leichtbauteil noch fehlerfrei walzen lässt, sollte das IPH untersuchen. Dafür arbeiteten die IPH-Ingenieure eng mit der Metallographie-Abteilung des Kunden zusammen. Die Halbzeuge wurden zunächst auf Temperaturen zwischen 300 und 500 Grad Celsius erwärmt, umgeformt und den Metallographen zur Verfügung gestellt. Sie erstellten Schlibbilder und untersuchten, wie sich das Gefüge verändert hat. Das Ergebnis: Je geringer die Umformtemperatur, desto besser.

Bei niedriger Temperatur ist jedoch eine sehr hohe Umformkraft nötig. Zudem treten bestimmte Umformfehler bei niedrigen Temperaturen vermehrt auf. Um trotzdem einen fehlerfreien Walzprozess zu ermöglichen, haben die IPH-Ingenieure die Werkzeuge vorgewärmt. Dass das Walzen mit warmen Werkzeugen unter bestimmten Bedingungen sinnvoll ist, hatten sie bereits im DFG-Sonderforschungsbereich "Tailored Forming" untersucht.

Für den Walzprozess des Kunden hat das IPH Heizpatronen und eine Isolierung zwischen den Werkzeugen und der Walzmaschine eingebracht (siehe Foto). Damit wurden die Werkzeuge auf etwa 200 Grad Celsius vorgewärmt. Das Werkstück kühlt dadurch während der Umformung nicht so stark aus – und ein stabiler Walzprozess ist auch dann möglich, wenn das Halbzeug auf lediglich 350 Grad Celsius erwärmt wird.

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

---

# Der schnellste Weg führt durch die Luft

IPH erforscht den Einsatz von Drohnen in der Intralogistik

---

*Drohnen revolutionieren die Logistik: Auf dem Luftweg lassen sich Ersatzteile oder Pakete viel schneller transportieren als über Straßen und Schienen. Doch nicht nur unter freiem Himmel, sondern auch innerhalb von Fabriken kann der Einsatz von Drohnen sinnvoll sein. Dazu forscht das IPH.*

Losgröße 1 statt Massenproduktion am Fließband: Je individueller die Produktion wird, desto komplexer wird auch der innerbetriebliche Materialtransport. Fehlendes Material oder Ersatzteile müssen möglichst schnell und ohne Umwege durch die Fabrik transportiert werden. Und weil der schnellste Weg durch die Luft führt, bieten sich dafür unbemannte Luftfahrzeuge an – sogenannte Drohnen.

Unter freiem Himmel erobern sie bereits die Logistik: Große Unternehmen erproben etwa die Paketzustellung per Drohne. In der Produktion wird die neue Technik bislang jedoch kaum eingesetzt. Hier findet der Transport in aller Regel am Boden statt, der Luftraum bleibt ungenutzt. Denn bisher fehlt produzierenden Unternehmen ein umfassender Überblick über die technischen Möglichkeiten, das Potenzial und die Risiken der Drohnen-Technik.

## Drohne vs. Gabelstapler: Was ist wirtschaftlicher?

---

Lohnt sich der Einsatz von Drohnen in meiner Fabrik? Und wie muss ich die Produktionshalle anpassen, um unbemannte Flugobjekte mit möglichst geringem Risiko nutzen zu können? Diese Fragen sollen Unternehmen künftig ganz einfach beantworten können – mithilfe eines Softwaredemonstrators, den das IPH im Forschungsprojekt "DroMaTra" entwickelt.

Zunächst analysieren die Ingenieure die Marktlage: Welche Arten von Drohnen gibt es, welche eignen sich für den Indoor-Einsatz? Wie groß und schwer sind die unterschiedlichen Typen, welche Gewichte können sie tragen, wie hoch können sie fliegen? Nach welcher Zeit muss der Akku geladen werden? Wie muss der Start- und Landeplatz aussehen? Und wie hoch ist der Anschaffungspreis?

All diese Daten sollen in den geplanten Softwaredemonstrator einfließen. Unternehmen müssten später nur noch ihre individuellen Werte eingeben – etwa die geplante Häufigkeit des Transports, das Gewicht der Güter oder die Länge der Strecken.



Die Software vergleicht die Drohnen anschließend mit anderen Transportmitteln wie Gabelstapler und Co. und berechnet, ob der Lufttransport wirklich wirtschaftlich ist.

#### Drohnen im Innendienst: IPH untersucht Risiken

---

Zusätzlich untersuchen die Ingenieure, welche Risiken der Indoor-Einsatz von Drohnen mit sich bringt. Für den Outdoor-Einsatz gibt es klare Regeln: Bei Drohnen ab einem Gewicht von zwei Kilogramm benötigt der Bediener einen sogenannten Drohnenführerschein, die Flughöhe ist begrenzt, bestimmte Bereiche wie Flughäfen oder Naturschutzgebiete sind tabu. Für den Einsatz in einer Fabrikhalle fehlen diese klaren Regelungen jedoch.

Fakt ist: Drohnen können nicht in jedem Umfeld eingesetzt werden. Sie können abstürzen, gegen Wände oder Maschinen stoßen und Staub aufwirbeln. Im Forschungsprojekt ermitteln die Ingenieure deshalb mögliche Schadensausmaße und bestimmen die Wahrscheinlichkeiten für verschiedene Szenarien. Daraus leiten sie Vorschläge ab, wie zum einen die Fabrik, zum anderen die Drohne selbst angepasst werden könnte, um die Sicherheit zu erhöhen. Einfache Umgestaltungen der Produktionsanlagen sind genauso denkbar wie beispielsweise ein Gitterkäfig um die Rotorblätter – damit der Einsatz von Drohnen in der Industrie zum Erfolg wird.

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

---

*Das IGF-Vorhaben 20261 N der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Auf der Suche nach dem Datenschatz

IPH unterstützt Kunden mit Informationsfluss- und Potenzialanalyse

---

*In jedem Unternehmen fallen Unmengen von Daten an. Richtig genutzt entfalten sie ein gewaltiges Potenzial. Doch viele Unternehmen wissen gar nicht, wo welche Informationen verborgen liegen und wie sie davon profitieren können. Mit einer Informationsfluss- und Potenzialanalyse hilft das IPH, den Datenschatz zu bergen.*

Digitalisierung gelingt nur mit Daten. Wenn Unternehmen wissen, welche Abteilung über welche Informationen verfügt und wie sie diese Daten nutzen können, entfalten sie ein ungeheures Digitalisierungspotenzial. Im Auftrag eines Kunden hat das IPH deshalb die Informationsflüsse unter die Lupe genommen und das damit verbundene Potenzial analysiert.

## Informationsflüsse unter der Lupe

---

Welche Informationen fließen an einem normalen Arbeitstag von wo nach wo? Wie werden die Informationen weitergegeben – mündlich, per E-Mail oder mithilfe von Software? Welche Software wird genutzt? Das wollte das IPH ganz genau wissen. Die Ingenieure haben Fragebögen verteilt, Interviews in allen Abteilungen geführt und anschließend alle internen Informationsflüsse in Diagrammen grafisch dargestellt. Das Ergebnis: Die einzelnen Abteilungen des Kundenunternehmens sind hinsichtlich der Digitalisierung schon weit fortgeschritten, doch der Austausch untereinander hakt. Hier liegt enormes Potenzial. Gerade in großen Unternehmen ist es schwierig, einen Überblick über alle anfallenden Daten zu behalten und diese abteilungsübergreifend zu nutzen.

Beispiel Instandhaltung: Welche Maschine wann, wie lange und aus welchem Grund ausgefallen ist, wird genau erfasst. Ist eine Maschine nicht optimal eingestellt und geht deshalb häufiger kaputt, wird dies in der Historie dokumentiert. Allerdings hat die Abteilung, die die Prozessparameter plant, derzeit keinen Zugriff auf die Historie. Dabei wäre es ein Leichtes, die Parameter zu optimieren und Ausfälle zu reduzieren.

Beispiel Personal: Welcher Mitarbeiter an welcher Maschine arbeiten darf, hängt von seinem Schulungsstand ab. Dieser wird zwar dokumentiert, jedoch nicht direkt an den Fertigungsleiter kommuniziert. Wird ein Mitarbeiter überraschend krank, muss er daher lange herumfragen, welcher Kollege ihn vertreten kann.



Beispiel Kundenkommunikation: Ist ein Fertigungsauftrag abgeschlossen, gehen alle relevanten Unterlagen an den Kunden – von den Bestelldaten über die Pick-Listen bis hin zu den exakten Prozessparametern. Diese Unterlagen zusammenzustellen ist derzeit sehr zeitaufwendig, weil sie von unterschiedlichen Abteilungen an unterschiedlichen Orten in unterschiedlichen Dateiformaten gespeichert werden. Die Lösung könnte eine gemeinsame Datenbank sein, die über Schnittstellen auf alle Systeme zugreift und alle nötigen Informationen an einem Ort zusammenführt.

All diese Beispiele zeigen, wie ein besserer Datenaustausch die Arbeit erleichtern kann und wie optimierte Informationsflüsse dafür sorgen können, dass Maschinen seltener ausfallen, dass sich Mitarbeiter bei Krankheit unkompliziert vertreten und dass Kundenanfragen schneller beantwortet werden.

#### Personalisierte Tablet-Computer in der Fertigung

---

Für mehr Effizienz könnten zudem personalisierte Tablet-Computer in der Fertigung sorgen. Produktionsmengen, Ergebnisse von Qualitätskontrollen und weitere Betriebsdaten erfassen die Werker des Kundenunternehmens derzeit über zentrale PC-Stationen. Dabei geht viel Zeit verloren, weil die Mitarbeiter von ihrem Arbeitsplatz zum PC laufen und dort häufig anstehen müssen. Mit Tablets könnten sie die Betriebsdaten dagegen an Ort und Stelle erfassen. Zudem wäre es möglich, sich direkt über das Tablet an den Maschinen einzuloggen. Würde dann noch der Schulungsstand auf dem Tablet hinterlegt, könnte jeder Werker nur jene Maschinen nutzen, für die er geschult ist. Und fällt eine Maschine aus, könnte er dies über das Tablet an die Instandhaltung melden. Auf diese Weise ließen sich Informationen wesentlich einfacher erfassen – und so weitergeben, dass das gesamte Unternehmen davon profitiert.

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

---

# Baulücken kostengünstig schließen

Bezahlbaren Wohnraum schaffen mit optimaler Baustellenorganisation

---

*Wie lässt sich bezahlbarer Wohnraum in der Stadt schaffen? Eines der drängendsten lokalpolitischen Themen unserer Zeit beschäftigt nun auch Wissenschaftler des IPH und der TU München. Sie entwickeln eine Methode zur Baustellenorganisation, um Baulücken in der Stadt kostengünstig zu schließen.*

Etwa jeder vierte Deutsche lebt in der Stadt – Tendenz steigend. Gute Infrastruktur, öffentliche Verkehrsmittel, eine große Auswahl an Arbeitsplätzen, Bildungsstätten und Freizeitangeboten locken Menschen in die Ballungsgebiete. Das Problem: Wohnungen in der Stadt werden immer knapper und teurer, freie Grundstücke sind rar. Es gibt sie zwar, die Baulücken mitten in der Stadt. Die Herausforderung liegt jedoch darin, sie kostengünstig zu schließen. Denn urbane Bauprojekte sind in aller Regel aufwendiger als auf dem Land. Auf stark begrenzter Fläche müssen Betonmischer, Kräne, Materiallager und vieles mehr untergebracht werden. In Sachen Lärm und Schmutz müssen die Bauträger wesentlich mehr Rücksicht auf die Nachbarn nehmen. Und sie sind davon abhängig, dass die Zufahrt zur Baustelle frei bleibt, damit Material pünktlich ankommt und sich die Arbeiten nicht verzögern.

## Baustellenorganisation: In der Stadt eine Herausforderung

---

Wie Baustellen organisiert werden sollten, damit Bauprojekte in der Stadt reibungslos ablaufen, untersuchen Wissenschaftler des IPH und der TU München im Forschungsprojekt "MoGeNa". Die Abkürzung steht für "Modulare Gebäude-Nachverdichtung": Bei der sogenannten Modulbauweise werden standardisierte Raummodule in einer Fabrik gefertigt. Stromkabel und Wasserrohre werden meist schon in der Fabrik verlegt. Auf der Baustelle werden die Raummodule nur noch aufgebaut und miteinander verbunden – und in Rekordzeit steht das Mehrfamilienhaus.

Erforscht ist dieses Thema bisher kaum. Die Wissenschaftler sehen in der modularen Nachverdichtung großes Potenzial zur Schaffung von günstigem Wohnraum. Zudem wird die Bauzeit niedrig gehalten. Allerdings wollen Modulbau-Projekte sehr gut organisiert sein. Denn die Reihenfolge, in der die Module gefertigt, angeliefert und aufgebaut werden, ist festgelegt. Verzögert sich die Herstellung oder Lieferung eines Moduls, verzögert sich der gesamte Bau. Hinzu kommt, dass sich die großen Module auf einer städtischen Baustelle unmöglich zwischenlagern lassen.



### Begrenzten Platz optimal nutzen

---

Bisher gibt es keine Richtlinien, wie eine Baustelle professionell organisiert werden sollte. Im Forschungsprojekt wollen die Wissenschaftler einen Leitfaden erarbeiten. Zunächst untersuchen sie, welche Faktoren sich auf die Bauzeit und die Baukosten auswirken: Wie groß ist die Fläche auf der Baustelle? Wie viele Arbeiter sind dort beschäftigt? Stehen Kräne zur Verfügung? Inwieweit sind die Raummodule vorgefertigt – sind Kabel, Leitungen und Fliesen bereits verlegt? Aus dem Zusammenspiel all dieser Faktoren entwickeln die Wissenschaftler ein Wirkmodell.

Für die optimale Baustellenorganisation nutzen die IPH-Wissenschaftler ihr Know-how aus der Fabrikplanung und Fertigungssteuerung. Mit denselben Methoden, mit denen Arbeitsbereiche in einer Fabrik optimal angeordnet und Produktionsprozesse aufeinander abgestimmt werden, kann auch der begrenzte Platz auf einer Baustelle optimal genutzt werden. Die Flächen sollten dabei dynamisch genutzt werden – je nach Baufortschritt mal als Standort für den Betonmischer, mal als Lagerplatz. Im Forschungsprojekt wollen die IPH-Ingenieure eine Methode entwickeln, mit deren Hilfe sich ein prozessoptimales Baustellen-Layout erstellen lässt. Ziel der Wissenschaftler ist es, Handlungsempfehlungen zu geben, wie Baufirmen ihre Projekte detaillierter planen sowie schneller und kostengünstiger umsetzen können – um damit bezahlbaren Wohnraum in der Stadt zu ermöglichen.

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

---

*Das IGF-Vorhaben 20198 N des Instituts für Energie- und Umwelttechnik (IUTA) 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.*

---

---

# Digitalisierung auf der Pferdekoppel

Ingenieure entwickeln IoT-Netzwerk für Reitanlagen

---

*Die Digitalisierung erreicht inzwischen jeden Winkel, auch vor Koppeln und Pferdeställen macht sie nicht Halt. Reitanlagen profitieren wie jedes Unternehmen vom Internet of Things (IoT) – auch wenn dort keine Produktionsdaten erfasst werden, sondern beispielsweise der Zustand der Weidezäune und die Wassertemperatur.*

Ist der Zaun intakt und funktioniert die Stromversorgung? Welche Temperatur hat das Wasser im Trog, drohen die Leitungen einzufrieren? Welches Tier hat heute wie viel Futter und wie viel Auslauf bekommen? Das sind nur einige Fragen, die die Betreiber von Reitanlagen beschäftigen und bei denen die Digitalisierung helfen kann. Auslaufzeiten, Futtermenge, Bewegungs-, Temperatur- und weitere Messdaten werden bisher mit großem Aufwand von Hand dokumentiert, auch die Weidezäune müssen täglich von einem Mitarbeiter kontrolliert werden. Denn bisher gibt es kein Konzept, um Reitanlagen einfach und kostengünstig zu vernetzen und all die Daten, die dort anfallen, digital zu sammeln und auszuwerten.

Doch das soll sich ändern. Ein Vernetzungskonzept für Reitanlagen wird derzeit im Süden Niedersachsens erprobt: Auf der "Reitanlage am Rittergut" in Hoppensen. Betrieben wird sie von Ludwig und Partner Reitanlagen, einem beratenden Unternehmen, das sich mit ingenieurtechnischen Fragestellungen rund um die Haltung von Pferden befasst. Auf der Referenzanlage in Hoppensen können mehr als 50 Pferde untergebracht und moderne Konzepte für die Tierhaltung erprobt werden.

## Internet of Things hält Einzug in den Pferdestall

---

Bei der Entwicklung des Digitalisierungs- und Vernetzungskonzepts erhielten Ludwig und Partner Unterstützung vom Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover "Mit uns digital!". Das Zentrum wird vom IPH und vom Produktionstechnischen Zentrum Hannover (PZH) gemeinsam geführt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie finanziert.

Gemeinsam mit Ludwig und Partner hat das IPH ein niederschwelliges IoT-Netzwerk für Reitanlagen entwickelt. IoT steht für Internet of Things und bedeutet, dass immer mehr Gegenstände mit Sensoren und Funktechnik ausgestattet werden – von Maschinen in Industrieunternehmen bis zur heimischen Heizung oder dem Kühlschrank. Und nun auch der Wassertrog auf der Pferdeweide.



Wie sich Reitanlagen digitalisieren lassen, haben die Ingenieure am Beispiel der Temperaturmessung demonstriert. Sensoren erfassen die Wassertemperatur und funken die Daten an den Server. Wird eine bestimmte Temperatur unterschritten, erhält der Anlagenbetreiber eine Warnmeldung per E-Mail.

---

#### Kein WLAN auf der Weide

Für den Aufbau des IoT-Netzwerks haben die IPH-Ingenieure zunächst ein geeignetes Machine-to-Machine-Protokoll (M2M) ausgewählt und Möglichkeiten zur Datenübertragung untersucht. Während Ställe, Reithallen und Verwaltungsgebäude über WLAN gut angebunden sind, braucht es auf den Weideflächen eine andere Lösung zur drahtlosen und störungsarmen Datenübertragung.

Die Ingenieure haben sich für ein lokales LoRa-Netzwerk entschieden: LoRa steht für Long Range und ermöglicht die energieeffiziente Übertragung von kleinen Datenmengen per Funk über mehrere Kilometer. Basierend auf dem M2M-Protokoll und der Funktechnik haben die Ingenieure ein Vernetzungskonzept entwickelt, Hardware und Software ausgewählt, Microcontroller mit Temperatursensoren programmiert und einen Demonstrator gebaut. Um die Kosten und den Implementierungsaufwand gering zu halten, haben sie Raspberry-Pi-Minicomputer und freie Software verwendet. So entstand eine einfache und günstige Vernetzungslösung für kleinere Betriebe, die sich nicht nur für Reitanlagen eignet.

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

---

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

---

---

# Fabrikplanung: Mehr Zeit für Details

Software ermöglicht automatisierte Layoutplanung und -bewertung

---

*In kurzer Zeit zum Groblayout: Das IPH entwickelt eine Software, die Fabriklayouts erstellt und bewertet. Zukünftig starten Fabrikplanungsworkshops nicht mehr mit einem weißen Blatt Papier, sondern mit mehreren automatisch generierten Layoutvarianten – so bleibt mehr Zeit für die detaillierte Ausgestaltung.*

Layoutplanung ist bisher überwiegend Handarbeit. Die bestmögliche Anordnung aller Maschinen, Lager und Büroräume besprechen Fabrikplaner meist in einem eintägigen Workshop mit ihren Kunden. Dabei werden eine Handvoll Layoutvarianten manuell erstellt und anschließend nach subjektiven Kriterien bewertet.

Um diesen langwierigen Prozess zu verkürzen, entwickelt das IPH im Forschungsprojekt "MeFaP" eine Software, die Groblayouts automatisch erstellt und objektiv bewertet. Aktuell benötigt das Programm fünf bis zehn Sekunden pro Layout, kann also innerhalb weniger Stunden mehrere Tausend Varianten generieren. Damit lassen sich Groblayouts nicht nur schneller erstellen als in Handarbeit, sondern auch in besserer Qualität: Die Software spielt wesentlich mehr Varianten durch, als ein Mensch überblicken kann. Dadurch findet sie sehr wahrscheinlich eine unkonventionelle Layoutvariante, auf die selbst erfahrene Fabrikplaner nicht gekommen wären.

Im Workshop beginnen die Experten dann nicht bei Null mit der Layoutplanung, sondern sie nutzen eine Vorauswahl von automatisch erstellten und sehr gut bewerteten Fabriklayouts. So bleibt mehr Zeit für die detaillierte Ausgestaltung.

Unverzichtbar für die Planung: Umfangreiche Daten

---

Doch wie funktioniert das Softwaretool? Zunächst legt der Nutzer den Grundriss der Fabrikhalle in Form eines Rasters an und hinterlegt in einer Excel-Tabelle das sogenannte Raumbuch, das alle wichtigen Informationen zum Fabrikgebäude enthält. Zusätzlich trägt der Nutzer in der sogenannten Fabrikobjektliste alle Maschinen und Anlagen ein – mit ihrem jeweiligen Platzbedarf, den Schallemissionen und der benötigten Medienversorgung wie beispielsweise Strom, Wasser oder Druckluft. Der Materialfluss und der Kommunikationsfluss müssen in Form von Matrizen in der Software hinterlegt werden. All diese Daten zusammenzutragen, ist sehr aufwendig, aber unverzichtbar – auch bei der manuellen Planung von Fabriken.



Wenn der Nutzer alle Informationen im Excel-Tool hinterlegt hat, kann er individuelle Prioritäten für die Layoutplanung setzen: Ist ihm ein effizienter Materialfluss besonders wichtig oder spielen kurze Kommunikationswege eine größere Rolle? Soll das Fabriklayout flexibel und erweiterbar sein? Wie wichtig ist der Lärmschutz?

Auf Knopfdruck zum Fabriklayout

---

Auf Knopfdruck errechnet das Softwaretool schließlich Tausende von Layouts, indem es die Objekte aus der Fabrikobjektliste automatisch anordnet. Die Forscher haben unterschiedliche Methoden implementiert, wie das Initiallayout erstellt werden kann: Rein zufällig, die größten Objekte zuerst oder anhand der Materialflussmatrix im sogenannten Dreiecksverfahren nach Schmigalla. Die erstellten Layouts werden von der Software iterativ verbessert, also bewertet, verändert und erneut bewertet. Dabei werden auch Fehler zugelassen, um möglichst viele unterschiedliche Varianten zu erhalten. So entsteht eine Auswahl an sehr gut bewerteten Fabriklayouts – ganz automatisch und auf die Anforderungen des Unternehmens zugeschnitten.

Die vorausgewählten Groblayouts können in Fabrikplanungsprojekten als Entscheidungsunterstützung dienen. Die IPH-Ingenieure wollen die Software in Zukunft selbst nutzen, um Fabriken für ihre Kunden schneller und besser zu planen.

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

---

*Das IGF-Vorhaben 19666 N der Bundesvereinigung Logistik (BVL) 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.*

---

---

# Gedruckt wie gegossen

Energie und Ressourcen sparen durch 3D-Druck von XXL-Produkten

---

*Sehr große Schiffe benötigen eigens für sie angefertigte Schiffsgetriebegehäuse. Die Gussformen für die Gehäuseteile müssen dann für jedes Bauteil neu hergestellt werden. Das kostet viel Energie und Ressourcen. Wie man dies mithilfe von Additiver Fertigung verändern kann, erforscht das IPH.*

Getriebegehäuse für große Schiffe sind in der Regel Unikate – wie der Fingerabdruck beim Menschen. Bei der klassischen Herstellung dieser Gehäuse werden Gussformen genutzt. Diese Formen können allerdings immer nur für ein einziges Bauteil genutzt werden, weil die Schiffe individuelle Getriebegehäuse benötigen. Die benötigte Gussform wird also jedes Mal vor der Fertigung des eigentlichen Bauteils neu hergestellt und kann anschließend nicht erneut verwendet werden. Diese Vorgehensweise kostet viel Energie und Material.

## XXL-Drucker für XXL-Bauteile

---

Wie sich bei der Herstellung von Schiffsgetriebegehäusen auf Gussformen verzichten lässt, erforschen Ingenieure des IPH, des Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH), der REINTJES GmbH, der EILHAUER Maschinenbau GmbH und der TEWISS – Technik und Wissen GmbH. Gemeinsam entwickeln sie ein Additives Fertigungsverfahren für XXL-Produkte. Das bedeutet: Drucken statt Gießen.

Durch das 3D-Druck-Verfahren entfällt nicht nur die Herstellung der individuellen Gussformen, sondern auch das Gewicht der fertigen Gehäusebauteile kann reduziert werden, indem Hohlräume oder Wabenstrukturen eingebracht werden. Die Forscher haben sich zum Ziel gesetzt, das Gewicht eines beispielhaften Schiffsgetriebegehäuses von derzeit 13 Tonnen auf etwa 10 Tonnen zu reduzieren. Darüber hinaus ermöglicht die Additive Fertigung neue und individuelle Designs der Gehäuse, die in Zukunft mit einem deutlich verringerten Materialeinsatz dennoch belastungsgerecht realisiert werden können.

Der für die Additive Fertigung genutzte 3D-Drucker hat in etwa die Größe eines Frachtcontainers – sechs Meter lang, drei Meter breit und anderthalb Meter hoch. Beim Drucken der stählernen Gehäuseteile setzen die Forscher des LZH auf das laserunterstützte Lichtbogenschweißen. Dabei wird Stahldraht aufgeschmolzen und



Schicht für Schicht aufeinander geschweißt. Pro Stunde sollen auf diese Weise bis zu fünf Kilogramm Stahl aufgetragen werden, so das Forschungsziel.

Fehler automatisch korrigieren

---

Doch wie lässt sich die Qualität der gedruckten Bauteile sicherstellen? Dafür wird am IPH eine sogenannte Inline-Messtechnik entwickelt. Durch eine dauerhafte Überwachung des Druckvorgangs können Fehler schon im Fertigungsprozess erkannt und direkt korrigiert werden, die Druckparameter werden automatisch angepasst. Sollte in einem Schritt beispielsweise zu wenig Material aufgetragen werden, so wird dieser Fehler im nächsten Schritt mit mehr Materialauftrag ausgeglichen oder umgekehrt. Was simpel klingt, ist eine echte Herausforderung – insbesondere, weil das Metall in heißem Zustand aufgetragen wird und während des Abkühlens schrumpft.

Ziel des Projektes ist es, mithilfe der Additiven Fertigung den Prozessenergiebedarf bei der Herstellung von großskaligen und individuellen Produkten um mindestens zwanzig Prozent zu senken. Außerdem ergeben sich durch den reduzierten Materialeinsatz weitere Einsparungen, die sowohl den Getriebeherstellern als auch der Umwelt zugutekommen.

[xxl3d.iph-hannover.de](http://xxl3d.iph-hannover.de)

---

*Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 03ET1644C wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut.*

---



---

## Projekte, Partner, Publikationen

---



---

# Projekte 2019

---

Analyse der Abweichungen zwischen Stofffluss in Simulation und Schmiedeversuch  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2019 – 12/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik)

Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB)  
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/1997  
[www.akwzb.de](http://www.akwzb.de)

Arbeitskreis XXL-Produkte (AKXXL)  
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2010  
[www.xxl-produkte.net](http://www.xxl-produkte.net)

Aufbau eines Forschungsbereiches für Additives Kunststoffrecycling (Kunststoffrecycling)  
Auftraggeber: EU | Laufzeit: 09/2018 – 12/2019  
[kunststoffrecycling.iph-hannover.de](http://kunststoffrecycling.iph-hannover.de)

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](http://autolat.iph-hannover.de)

Befähigung von KMU zum branchenübergreifenden Sharing von Produktionskapazitäten mittels digitaler Plattformen (KapShare)  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 09/2019 – 08/2021  
[kapshare.iph-hannover.de](http://kapshare.iph-hannover.de)

Digitalisierung eines Fabriklayouts mittels Multikopter  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2019 – 03/2020  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung)

S. 46-47 Echtzeitfähige und kamerabasierte Ergonomiebewertung und Maßnahmenableitung in der Montage (WorkCam)  
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 04/2017 – 09/2019  
[workcam.iph-hannover.de](http://workcam.iph-hannover.de)

Effiziente Stadienplanung mit Massenverteilung um die Schwerpunktklinie für Schmiedebauteile (Effiziente Stadienplanung)  
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 11/2017 – 10/2019  
[stadienplanung.iph-hannover.de](http://stadienplanung.iph-hannover.de)

Effizienzsteigerung eines Aluminiumschmelzofens (ALSO 4.0)  
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 06/2017 – 11/2019  
also40.iph-hannover.de

Einsatznahe Charakterisierung des Laufverhaltens angetriebener und konventioneller Tragrollen für (Schüttgut-)Förderanlagen (EiLaT)  
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 10/2016 – 05/2019  
eilat.iph-hannover.de

S. 66-67 Energie- und ressourceneffiziente Herstellung großskaliger Produkte durch additive Fertigung am Beispiel von Schiffsgetriebegehäusen (XXL3DDruck)  
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 01/2019 – 12/2021  
xxl3d.iph-hannover.de

S. 52-53 Entwicklung einer automatisierten 3D-Layouterfassung zur Unterstützung von Fabrikplanungsprozessen (Instant Factory Maps)  
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2017 – 08/2019  
factorymaps.iph-hannover.de

S. 64-65 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 Baukastensystems für ein Plug&Play-fähiges autonomes Transportsystem (PnPFTS)  
Auftraggeber: ZIM | Laufzeit: 08/2019 – 01/2022  
pnpfts.iph-hannover.de

Entwicklung eines Produktionsverfahrens zur Herstellung einer neuartigen masseeptimierten Leichtbau-Kompaktbremseinheit für Schienenfahrzeuge (Kompaktbremseinheit)  
Auftraggeber: MW | Laufzeit: 04/2017 – 03/2019  
kompaktbremseinheit.iph-hannover.de

Entwicklung eines TEG auf Ca<sub>3</sub>Co<sub>4</sub>O<sub>9</sub>-Basis im Siebdruckverfahren (DruckTEG)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 10/2017 – 12/2019  
druckteg.iph-hannover.de

Entwicklung eines zukunftsfähigen und materialflusseffizienten Fabriklayoutkonzepts  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2018 – 05/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung)

- S. 42-43 Entwicklung eines zukunftsfähigen und materialflusseffizienten Produktionslayouts  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2019 – 11/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung)

Entwicklung ökologisch-logistischer Wirkmodelle zur gezielten Einflussnahme auf die Ökologie und Logistikleistung von KMU (ÖkologWi)  
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2017 – 06/2019  
[oekologwi.iph-hannover.de](http://oekologwi.iph-hannover.de)

- S. 50-51 Entwicklung von ergonomisch optimierten Schmiedezangen zum kraftunterstützten und schwingungsgedämpften Handling von Schmiedeteilen (ErgoZang)  
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 03/2019 – 02/2021  
[ergozang.iph-hannover.de](http://ergozang.iph-hannover.de)

Erweiterung eines Assistenzsystems  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2019 – 08/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung)

Fallbasiertes Expertensystem zur automatisierten Reaktion in frei navigierenden Fahrerlosen Transportsystemen (FTS-Expert)  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 02/2017 – 12/2019  
[fts-expert.iph-hannover.de](http://fts-expert.iph-hannover.de)

- S. 38-39 Hybrides Verbundschmieden als Fügeverfahren für Aluminiummassivteile und Stahlbleche (Verbundhybridschmieden)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 03/2017 – 09/2019  
[verbundhybridschmieden.iph-hannover.de](http://verbundhybridschmieden.iph-hannover.de)

- S. 58-59 Informationsfluss- und Potenzialanalyse zur Identifikation von Digitalisierungs- und Automatisierungspotenzialen  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2018 – 03/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/potenzialanalyse](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/potenzialanalyse)

- S. 44-45 Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen (SFB 1153 – Teilprojekt B1 – Querkeilwalzen)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 07/2015 – 06/2023  
[sfb1153.uni-hannover.de](http://sfb1153.uni-hannover.de)
- Marktrecherche zu Multikoptertechnologien- und potenzialen  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2019 – 02/2020  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/potenzialanalyse](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/potenzialanalyse)
- S. 62-63 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover ("Mit uns digital!")  
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 12/2015 – 11/2020  
[www.mitunsdigital.de](http://www.mitunsdigital.de)
- Mobile Mensch-Maschine-Interaktion zur Beauftragung und Steuerung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (MobiMMI)  
Auftraggeber: AiF/GVB | Laufzeit: 01/2018 – 12/2019  
[mobimmi.iph-hannover.de](http://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](http://inhomogen.iph-hannover.de)
- 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](http://schieberwerkzeuge.iph-hannover.de)
- S. 40-41 Optische Qualitätsprüfung für den Extrusions-3D-Druck (Quali3D)  
Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 07/2019 – 06/2021  
[quali3d.iph-hannover.de](http://quali3d.iph-hannover.de)
- S. 60-61 Organisation und Steuerung von Baustellenprozessen in der modularen Gebäudenachverdichtung zur Optimierung von Kosten, Zeit sowie Ressourceneffizienz (Mo-GeNa)  
Auftraggeber: AiF/IUTA | Laufzeit: 11/2018 – 10/2020  
[mogena.iph-hannover.de](http://mogena.iph-hannover.de)

Potenzialanalyse zur Identifikation von Möglichkeiten zur Erhöhung des Digitalisierungs- und Automatisierungsgrades

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2019 – 11/2019

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

S. 56-57 Potenziale und Voraussetzungen für den innerbetrieblichen Einsatz von Drohnen zum Materialtransport (DroMaTra)

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

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

Praxisseminar Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 03/2019

[www.praxisseminar-fabrikplanung.de](http://www.praxisseminar-fabrikplanung.de)

Praxisseminar Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 10/2019

[www.praxisseminar-fabrikplanung.de](http://www.praxisseminar-fabrikplanung.de)

Praxisseminar Massivumformung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2019

[www.praxisseminar-massivumformung.de](http://www.praxisseminar-massivumformung.de)

Projektkoordination

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2019 – 03/2020

S. 36-37 Prozessanalyse zur Unterstützung beim Auswahlprozess eines ERP-Systems

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2019 – 10/2019

[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes)

Querkeilwalzen zur Geometriekorrektur von Halbzeugen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 10/2018

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

S. 18-19 Resident Engineer

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2019 – 06/2021

Selbstlernende mehrstufige Qualitätsüberwachungsverfahren für die (Laser)-Materialbearbeitung (SmQL)

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 12/2018 – 11/2020

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

S. 54-55 Simulative und experimentelle Querkeilwalzuntersuchungen einer Aluminiumvorform  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2018 – 07/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik)

Tragrollenprüfung  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2018 – 01/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen)

Tragrollenprüfung  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2019 – 03/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen)

Tragrollenprüfung  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen)

Tragrollenprüfung  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/tragrollenpruefungen)

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](http://folgeverbundhybridschmieden.iph-hannover.de)

Unterstützung bei der Ausarbeitung einer Simulationsimplementierung (Betreuung Abschlussarbeit)  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2019 – 12/2019

S. 48-49 Unterstützung bei der Auswahl eines geeigneten ME-Systems  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2019 – 08/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes)

Unterstützung bei der Einführung eines ERP-Systems  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2018 – 09/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes)

Unterstützung bei der Vorbereitung eines Manufacturing Footprints  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: seit 06/2019

Unterstützung beim Beschaffungsprozess eines ERP-Systems  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2019 – 09/2019  
[www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes](http://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes)

S. 34-35 Virtuelle Sichtverbesserung und intuitive Interaktion durch Erweiterte Realität an Flurförderzeugen (ViSIER)  
Auftraggeber: AiF/IFL | Laufzeit: 06/2019 – 05/2021  
[visier.iph-hannover.de](http://visier.iph-hannover.de)

Wandlungsfähigkeit und Automatisierungsgrad für Lager-, Kommissionier- und Transportsysteme (WALaTra)  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 08/2017 – 07/2019  
[walatra.iph-hannover.de](http://walatra.iph-hannover.de)

Wissensverbund zur Qualifizierung europäischer KMU für die Herausforderungen der Industrie 4.0 (SMeART)  
Auftraggeber: EU | Laufzeit: 01/2017 – 12/2019  
[smearart.iph-hannover.de](http://smearart.iph-hannover.de)

Zentrum für Additive Fertigung (Niedersachsen ADDITIV)  
Auftraggeber: MW | Laufzeit: 07/2017 – 06/2020  
[www.niedersachsen-additiv.de](http://www.niedersachsen-additiv.de)

Zustandsdiagnose von Schiffsgetriebenen durch ein drahtloses, energieautarkes Sensornetzwerk (CoMoGear)  
Auftraggeber: BMWi | Laufzeit: 08/2016 – 06/2019  
[comogear.iph-hannover.de](http://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.
DFAM	Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V.

DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V.
EU	Europäische Union
FKM	Forschungskuratorium Maschinenbau e. V.
FOSTA	Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
FQS	Forschungsgemeinschaft Qualität e. V.
FSV	Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V.
GVB	Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V.
IFL	Forschungsgemeinschaft Intralogistik / Fördertechnik und Logistiksysteme 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
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

---

# Partner 2019

---

3D Systems Software GmbH, Ettlingen | AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | AIM3D GmbH, Rostock | AIRBUS Operations GmbH, Hamburg | ALU-Kanttechnik GmbH, Alfeld (Leine) | Arconic Fastening Systems Fairchild Fasteners Europe – VSD GmbH, Hildesheim | AREVA Wind GmbH, Bremerhaven | Artur Küpper GmbH & Co. KG, Velbert | AuE Kassel GmbH, Kassel | Basler AG, Ahrensburg | beta Market Research, Hannover | BEUMER Maschinenfabrik GmbH & Co. KG, Beckum | BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen | Bitmotec GmbH, Hannover | BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin | BVL – Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | Cadolto Modulbau GmbH, Cadolzburg | CARBONTRUCK & TRAILERS GMBH, Stade | CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, Hannover | CLC - China Logistic Center GmbH, Itzehoe | Compose 2 Compete GmbH, Rastede | Continental Surface Solutions, Hannover | CopterCloud GmbH, Hamburg | Crown Gabelstapler GmbH & Co. KG, Feldkirchen | das-bau-team GmbH Zimmerei + Holzbau, Unterschleißheim | DEMODU AG, München | Deutsche Messe Technology Academy GmbH, Hannover | DFAM – Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V., Frankfurt am Main | DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | doks. innovation GmbH, Kassel | DOMINO Bau- & Handels GmbH, München | Dr. Bergfeld Schmiedetechnik GmbH, Solingen | Dr. Kaiser Diamantwerkzeuge GmbH & Co KG, Celle | Dr. R. Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg | dreiConsulting, Hannover | DRK-Blutspendedienst NSTOB gGmbH, Springe | DUALIS GmbH IT Solution, Dresden | E&K Automation GmbH, Rosengarten | En-Tra UG (haftungsbeschränkt), Langenhagen | Erwin Quarder Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp | ESCHA GmbH & Co. KG, Halver | Europäische Union, | FIBRO GmbH, Hassmersheim | FKM – Forschungskuratorium Maschinenbau e. V., Frankfurt am Main | FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf | FQS – Forschungsgemeinschaft Qualität e. V., Frankfurt am Main | Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP), Rostock | FSV – Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V., Hagen | GEDORE Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG, Remscheid | Georg Ebeling Spedition GmbH, Wedemark | Gestamp Umformtechnik GmbH, Bielefeld | Götting KG, Lehrte | GRAMMER AG, Amberg | GREAN GmbH, Garbsen | GVB – Gesellschaft für Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik e. V., Rohr | H+E Logistik, Bochum | HAMMERWERK FRIDINGEN GmbH, Fridingen an der Donau | hannoverimpuls GmbH, Hannover | Hans Weber Maschinenfabrik GmbH, Kronach | Herfurth & Partner Rechtsanwaltsgesellschaft mbH, Hannover | Hochschule Hannover, Fakultät I – Elektro- und Informationstechnik, Hannover | ibk IngenieurConsult GmbH, Hannover | IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen | IFL – Forschungsgemeinschaft Intralogistik / Fördertechnik und Logistiksysteme e. V., Frankfurt am Main | IFUM – Institut für Um-

formtechnik und Umformmaschinen, Garbsen | IFW – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Garbsen | iGo3D GmbH, Hannover | IHK – Industrie- und Handelskammer, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | Infra-Serv GmbH & Co. Gendorf, Burgkirchen | Ingenieurbüro Köhler, Delmenhorst | Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft e.V. (HSG-IMIT), Villingen-Schwenningen | Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (PCI) der Leibniz Universität Hannover, Hannover | InSystems Automation GmbH, Berlin | io-consultants GmbH & Co. KG, Heidelberg | IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, Hannover | IPRI – International Performance Research Institute gGmbH, Stuttgart | ISAP AG, Herne | ITA – Institut für Transport- und Automatisierungstechnik, Garbsen | IUTA – Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V., Duisburg | IWF – Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, TU Braunschweig, Braunschweig | J. Müller Stahl & Projekt Terminal GmbH & Co. KG, Brake | Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover | JOWO - Systemtechnik GmbH, Delmenhorst | JSC PTM, Taganrog, Russland | Kardex Germany GmbH, Bellheim | KION Group AG, Frankfurt am Main | KSM Castings Group GmbH, Hildesheim | KUKA Roboter GmbH, Augsburg | Lehner Haus GmbH, Heidenheim | Leibniz Universität Hannover, Hannover | LZH – Laser Zentrum Hannover e.V., Hannover | LZH Laser Akademie GmbH, Hannover | MAGNA International Stanztechnik GmbH, Salzgitter | MFL Maschinen & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt am Rübenberge | microsensys GmbH, Erfurt | Miebach Consulting GmbH, Frankfurt am Main | MTU Maintenance Hannover GmbH, Langenhagen | MVI PROPLANT Nord GmbH, Wolfsburg | Nbank – Investitions- und Förderbank Niedersachsen, Hannover | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, Hannover | Nippon Steel Corporation, Amagasaki, Japan | OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg | OTTO FUCHS KG, Meinerzhagen | Parbleu, Egmond aan den Hoef, Niederlande | Paul Beier GmbH Werkzeug- und Maschinenbau & Co. KG, Kassel | Paul Hafner GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | Pierau Unternehmensberatung GmbH, Hamburg | PrämaB GmbH, Burg | PreciTorc GmbH, Bremen | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | PWS GmbH Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik, Ravensburg | PZH – Produktionstechnisches Zentrum der Leibniz Universität Hannover, Garbsen | Reintjes GmbH, Hameln | RMA | Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG, Essen | RPT Rapid Prototyping Technologie GmbH, Gifhorn | 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 | SCHUBS GmbH, Hameln, | Schulte-Henke GmbH, Meschede | Seissenschmidt GmbH, Plettenberg | SIEMENS AG, Berlin | SIEPMANN-WERKE GmbH & Co. KG, War-

stein | Simon Hegele Gesellschaft für Logistik und Service mbH, Karlsruhe | SLF Oberflächentechnik GmbH, Emsdetten | SMS group GmbH, Mönchengladbach | Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) e.V., Göttingen | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STM Stahl Service Center GmbH, Gräfelfing | Takraf GmbH, Lauchhammer | Teckentrup Stanztechnik GmbH & Co. KG, Herscheid | TEWISS GmbH, Garbsen | Tower Automotive GmbH & Co. KG, Köln | TU Clausthal – Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren (ISAF), Clausthal-Zellerfeld | Union Werkzeugmaschinen GmbH Chemnitz, Chemnitz | Universität Bremen, BIK - Institut für integrierte Produktionsentwicklung, Bremen | 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 | Verkehrsinstitut Reimertshofer Halle GmbH, Halle | VERMDOK GmbH, Berlin | Voiteq GmbH, Berlin | WFT GmbH & Co. KG, Sulzbach-Rosenberg | Wilco Wilken Lasertechnik GmbH & Co. KG, Wadersloh | Willenbrock Fördertechnik GmbH & Co. KG, Hannover | Zeppelin Rental GmbH, Garching b. München | ZPF GmbH, Siegelsbach

---

## Publikationen 2019

---

Aurich, P.; Stöber, R.; Nitsche, A.; Stonis, M.: Einsatzmöglichkeiten digitaler Werkzeuge im Fabrikplanungsprozess. In: Fabriksoftware, 24. Jg. (2019), H. 1, S. 25-28.

Fritzsch B.; Stonis, M.: Drohnen zum Materialtransport – Voraussetzungen und Wirtschaftlichkeit. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 114. Jg. (2019), H. 9, S. 584-587. ISSN 0032-678X.

Fritzsch, B.; Wenger, K.; Sibbertsen, P.; Ullmann, G.: Can google trends improve sales forecasts on a product level? In: Applied Economics Letters, Taylor and Francis, vol. 26 (2019). ISSN 1350-4851.

Hedicke-Claus, Y.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Klassifizierung von Schmiedeteilen mittels KNN. In: wt Werkstattstechnik online, 109. Jg. (2019), H. 11/12, S. 822-827.

Jagodzinski, A.; Kruse, J.; Barroi, A.; Mildebrath, M.; Langner, J.; Stonis, M.; Lammer, M.; Hermsdorf, J.; Hassel, T.; Behrens, B.-A.; Overmeyer, L.: Investigation of the Prediction Accuracy of a Finite Element Analysis Model for the Coating Thickness in Cross-Wedge Rolled Coaxial Hybrid Parts. In: Materials (2019). ISSN 1996-1944. DOI: 10.3390/ma12182969.

Jagodzinski, A.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Nutzung inhomogener Erwärmung in der Massivumformung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 114. Jg. (2019), H. 1/2, S. 44-47. ISSN 0947-0085. DOI: 10.3139/104.112031.

Kriwall, A.; Alshov, A.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Entwicklung eines Prüfstands zur Untersuchung des Laufverhaltens von konventionellen und angetriebenen Tragrollen unter einsatznahen Bedingungen. In: 24. Fachtagung Schüttgutfördertechnik 2019 "Digitalisierung in der Schüttgutfördertechnik". Logisch GmbH, Magdeburg, 2019, S. 131-142. ISBN 978-3-947068-06-7.

Kriwall, M.; Hannemann, B.; Stonis, M.; Langner, J.: Ökologische Betrachtung logistischer Prozesse von KMU. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 114. Jg. (2019), H. 6, S. 389-392. ISSN 0032-678X.

Kruse, J.; Jagodzinski, A.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Investigation of the joining zone displacement of cross-wedge rolled serially arranged hybrid parts. In: International Journal of Material Forming (2019). ISSN 1960-6214. DOI: 10.1007/s12289-019-01494-3.

Kruse, J.; Mildebrath, M.; Behrens, B.-A.; Stonis, M.; Hassel, T.: Cross-Wedge Rolling of PTA-Welded Hybrid Steel Billets with Rolling Bearing Steel and Hard Material Coatings. In: AIP Conference Proceedings 2113, 040019 (2019). DOI: 10.1063/1.5112553.

Kruse, T.; Poschke, A.; Esch, J.; Kettner, D.; Peitsch, P.: CoMoGear – Condition monitoring of marine gearboxes based on wireless, energy-autonomous sensor nodes. In: Statustagung Maritime Technologien – Tagungsband der Statustagung 2019, Schriftenreihe Projektträger Jülich, o. Jg. (2019), S. 109-120.

Kutzner, C.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Konzept eines Expertensystems zur automatisierten Layout- und Transportmittelplanung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 114. Jg. (2019), H. 3, S. 91-95. DOI: 10.3139/104.112054.

Martini, A.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Methode zur kostenoptimalen Losgrößenbildung unter Berücksichtigung des Verschleißes. In: Logistics Journal, Wissenschaftliche Gesellschaft für technische Logistik (Hrsg.), vol. 2019. ISSN 1860-5923.

Melcher, D.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Fabrik- und Produktionsplanung im digitalen Modell durch automatisierte Punktwolkenverarbeitung. In: Logistics Journal: Proceedings, vol. 2019. ISSN 2192-9084.

Müller, M.; Lebbing, S. P.; Stonis, M.: Methode zur Bestimmung des Automatisierungsgrads von Lager-, Kommissionier- und Transportsystemen. In: Logistics Journal, vol. 2019. ISSN 1860-5923.

Nitsche, A.; Joas, A.; Zimmermann, P.; Stonis, M.; Nyhuis, P.; Wildemann, H.: Organisation und Steuerung von Baustellenprozessen in der Modularen Gebäudenachverdichtung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag, 114. Jg. (2019), H. 6, S. 340-344. ISSN 0032-678X.

Overmeyer L.; Dohrmann, L.; Kleinert, S.; Podszus, F.; Seel, A.; Eilert, B.; Küster, B. (2019): Intelligente Flurförderzeuge durch die Implementierung kognitiver Systeme. In: ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-45537-1\_9-2.

Poschke, A.: Additive Fertigung: Schritt für Schritt zur Serie. In: messtec drives Automation, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, 27. Jg. (2019), H. 3, S. 14-16. ISSN 2190-4154.

Poschke, A.; Oleff, A.: Automatisierter 3D-Druck für die Individualproduktion. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 22 / März 2019. ISSN 2198-1922.

Quentin, L.; Kruse, J.; Beermann, R.; Reinke, C.; Langner, J.; Stonis, M.; Kästner, M.; Reithmeier, E.: Analysis of mapped temperature data on geometry points to characterize the influence of temperature deviations on cross-wedge rolling. In: AIP Conference Proceedings 2113, 040018 (2019). DOI: 10.1063/1.5112552.

Schellenberg, D.; Kruse, J.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Verschleißschutz für Gesenkoberflächen. In: JOT Journal für Oberflächentechnik, Springer Fachmedien Wiesbaden, 59. Jg. (2019), H. 1, S. 40-43.

Seel, A.; Kreutzjans, F.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Interaktion per Sprachbefehl – Eine Form manueller intuitiver Beauftragung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen. In: Hebezeuge Fördermittel, HUSS-MEDIEN GmbH, 59. Jg. (2019), H. 10, S. 24-27.

Seif, E.; Kriwall, M.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Hybridschmieden artungeleicher Werkstoffe. In: Lightweight Design, Springer Vieweg, vol. 12 (2019), issue 2, pp. 12-17. DOI: 10.1007/s35725-019-0011-0.

Seif, E.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: An analytical approach for the prediction of joining bond formation in hybrid forging processes. In: 39° SENAFOR (2019), Porto Alegre, Brasil.

Seif, E.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Folgeverbundhybridschmieden eines Querlenkers. In: wt Werkstattstechnik online, 109. Jg. (2019), H. 10, S. 765-769.

---

# Bildquellen

---

Titelbild: © mintra – stock.adobe.com  
Seite 15: © IPH  
Seite 17: © Robin Stöber – IPH  
Seite 19: © Susann Reichert – IPH  
Seite 21: © ipopba – stock.adobe.com  
Seite 23: © Susann Reichert – IPH  
Seite 27: © Niklas Viola – IPH  
Seite 35: © romaset – stock.adobe.com  
Seite 37: © medianautiker – stock.adobe.com  
Seite 39: © Susann Reichert – IPH  
Seite 41: © Susann Reichert – IPH  
Seite 43: © ktsdesign – stock.adobe.com  
Seite 45: © Judith Kebbe – IPH  
Seite 47: © Susann Reichert – IPH  
Seite 49: © KSM Castings Group GmbH  
Seite 51: © Ralf Büchler  
Seite 53: © Dominik Melcher – IPH  
Seite 55: © Jens Kruse – IPH  
Seite 57: © Shutter2U – stock.adobe.com  
Seite 59: © panuwat – stock.adobe.com  
Seite 61: © 1599685sv – stock.adobe.com  
Seite 63: © lichtreflexe – stock.adobe.com  
Seite 65: © Susann Reichert – IPH  
Seite 67: © Sergey Ryzhov – 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](http://www.iph-hannover.de)

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

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

Sitz der Gesellschaft: Hannover  
Amtsgericht Hannover HRB 50530

© IPH 2019. 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

Druck: Umweltdruckhaus Hannover GmbH





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

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