
Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2021

"Intelligenz ist die Fähigkeit, sich dem Wandel anzupassen."

Stephen Hawking, britischer Astrophysiker (1942-2018)

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Resilienz ist wichtiger denn je – das hat das Jahr 2021 eindrücklich gezeigt. Während sich die Wirtschaft langsam von der Corona-Krise erholte, entstanden gleichzeitig Lieferengpässe. Hinzu kommen Herausforderungen wie der Fachkräftemangel, die steigende Inflation und die unsichere zukünftige Energieversorgung. All das macht Anpassung zwingend notwendig.

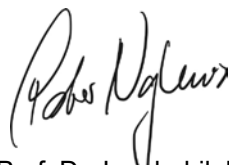
Krisen meistern jene Unternehmen am besten, die in der Lage sind, sich beständig zu verändern. Dabei unterstützen wir. Wir helfen Unternehmen, sich auf künftige Krisen vorzubereiten (siehe Seite 18) und wir zeigen, wie sich starke Nachfrageschwankungen dank Kapazitäten-Sharing ausgleichen lassen (siehe Seite 44). Für das IPH war das Jahr 2021 – wie bereits 2020 – ein wirtschaftlich sehr erfolgreiches Jahr. Wir haben erneut gezeigt, dass wir krisenfest sind.

Eines unserer wichtigsten Themen in Forschung und Beratung war 2021 die Künstliche Intelligenz. Die Anwendungsmöglichkeiten sind schier endlos: Mithilfe von KI wollen wir zeitfressende Routineaufgaben automatisieren (siehe Seite 56), Störungen in der Montage beheben (siehe Seite 68) und die Energiewende vorantreiben (siehe Seite 38).

Darüber hinaus ist es uns ein Anliegen, handfeste Lösungen zu entwickeln, die Fachkräften die Arbeit erleichtern – am Steuer eines Gabelstaplers (siehe Seite 40) ebenso wie an der Schmiedepresse (siehe Seite 48). Ergonomiebetrachtung in der Produktion bieten wir seit 2021 als neue Dienstleistung an (siehe Seite 20). Trotz Digitalisierung, Künstlicher Intelligenz und Cobots: Im Mittelpunkt der Produktion steht auch in Zukunft immer der Mensch. Denn wir Menschen können eines besser als jede Maschine: Uns immer wieder dem Wandel anpassen.



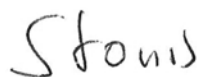
Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis



Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer



Dr.-Ing. Malte Stonis

Geschäftsführung und Beirat

Geschäftsführung

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

| *Geschäftsführender Gesellschafter* |

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer

| *Geschäftsführender Gesellschafter und Sprecher der Geschäftsführung* |

Dr.-Ing. Malte Stonis

| *Koordinierender Geschäftsführer* |

Beirat

Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek

| *Geschäftsführender Leiter des Instituts für Dynamik und Schwingungen 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 Planung Karosseriefertigung im Werk Bremen der Mercedes-Benz AG* |

Inhaltsverzeichnis

5	Vorwort
7	Geschäftsführung und Beirat
8	Inhaltsverzeichnis

Das war 2021

14	Kunststoffrecycling begeistert die Politik
16	Fördergeld für Forschung & Entwicklung
18	Disruptor: Fit für die nächste Krise
20	Cobot-Shop: Alles auf einen Klick
21	Jens Kruse wird Gruppenleiter
22	Zusammen fliegen: FLYBOTS
23	Forschung für die Energiewende
24	Patrick Wenzel erhält Zukunftspreis
25	Neues Zuhause für Insekten
26	Relaunch für das phi-Magazin
27	Schneller informiert: Hier entlang!
28	Start-up: Zellstoff aus Ananasfasern
29	Start-up: Recycling für den 3D-Druck
30	Veranstaltungen
34	Dissertationen
35	Zahlen und Fakten

Ausgewählte Projekte

38	Mit KI zu mehr Windenergie Künstliche Intelligenz soll Erfolgchancen von Windprojekten vorhersagen Mit Künstlicher Intelligenz (KI) den Ausbau der Windenergie beschleunigen – das ist das Ziel des Verbundprojekts WindGISKI. Acht Unternehmen, Verbände und Forschungseinrichtungen entwickeln gemeinsam ein Geoinformationssystem, das die Erfolgsaussichten von Bauprojekten im Bereich der Windenergie vorhersagen soll.
40	Rundumsicht im Gabelstapler Virtuelle Sichtverbesserung: AR-Brille blendet Hubmast und Ladung aus Für mehr Sicherheit und Durchblick am Steuer von Flurförderzeugen sorgt das Assistenzsystem, das IPH und ITA im Forschungsprojekt "ViSIER" entwickelt haben. Auf dem Display einer AR-Brille werden Kamerabilder der Umgebung eingeblendet. Dadurch erscheinen Hindernisse wie Hubmast und Ladung transparent.

- 42 **Produktoptimierung auf ganzer Linie**
Fertigungsverfahren, Material und Geometrie auf dem Prüfstand
Wie lässt sich ein etabliertes Produkt noch weiter verbessern? Optimierungspotenziale bieten beispielsweise Änderungen an der Geometrie, am Fertigungsverfahren oder am Material. Eher selten optimieren Unternehmen alle drei Bereiche gleichzeitig. Die 3S Antriebe GmbH hat genau das getan – mit Unterstützung des IPH.
- 44 **Sharing Economy in der Industrie**
Kapazitäten teilen: Wie geht das? IPH und IPRI entwickeln Leitfaden
Schwankende Nachfrage ist eine Herausforderung für produzierende Unternehmen. Steigt die Nachfrage plötzlich, können manche Aufträge nicht mehr bedient werden; bricht die Nachfrage ein, drohen finanzielle Verluste und Kurzarbeit. In beiden Fällen gibt es eine Lösung: Betriebe können Produktionskapazitäten miteinander teilen.
- 46 **Werksgelände verkehrssicher machen**
IPH entwickelt Verkehrswegekonzept im Auftrag eines Kunden
Gabelstapler, Fußgänger, Autos, Lastwagen: Je mehr Verkehrsteilnehmer sich enge Straßen teilen, desto unübersichtlicher wird es und das Risiko für Unfälle steigt. Für mehr Sicherheit auf dem Werksgelände will ein großes Industrieunternehmen sorgen und hat das IPH damit beauftragt, ein Verkehrswegekonzept zu entwickeln.
- 48 **Entlastung für das Schmiedepersonal**
Ergonomische Schmiedezangen senken den notwendigen Kraftaufwand
Schmiedezangen, die ihren Nutzern buchstäblich eine Last abnehmen, hat das IPH im Forschungsprojekt ErgoZang entwickelt und getestet. Die Werkzeuge senken die Belastung nachweislich und schonen die Gesundheit der Mitarbeitenden in einer Branche, die körperliche Höchstleistungen fordert.
- 50 **Schafft Platz für die Produktion!**
Steigende Nachfrage nach Laborgeräten – IPH entwickelt Fabriklayout
Rasanten Wachstum trifft auf veränderte Produktionsbedingungen: Vor dieser Herausforderung stand die Systec GmbH in der Corona-Pandemie. Der Labortechnik-Hersteller vergrößerte sein Produktionsgebäude und beauftragte das IPH mit der Layoutplanung. Einzigartig an diesem Projekt: Alle Mitarbeitenden kamen zu Wort.

- 52 **Medizinprodukte aus dem 3D-Drucker**
Produktqualität überwachen mit Sensoren und Künstlicher Intelligenz
Individuelle Implantate, Zahnschienen oder Gelenkschienen: Dank Additiver Fertigung lassen sich Medizinprodukte perfekt an den Körper des Patienten anpassen. Eine Herausforderung für Hersteller ist allerdings die Qualitätssicherung. Daran forschen das IPH und das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen.
- 54 **Digital wird der Mittelstand**
Unternehmen erhalten kostenfreie Unterstützung bei der Digitalisierung
Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in kleinen und mittleren Unternehmen vorantreiben: Dieses Ziel hat das neue Mittelstand-Digital Zentrum Hannover. Die Expert:innen besuchen Unternehmen vor Ort, vermitteln Wissen und unterstützen bei konkreten Projekten. Alle Angebote sind dank öffentlicher Förderung kostenfrei.
- 56 **Künstliche Intelligenz prüft Aufträge**
IPH entwickelt KI-Modell für ein Unternehmen, das Zahnersatz fertigt
Ist die Bestellung fehlerfrei, sind die Angaben des Kunden schlüssig? Das mussten die Mitarbeitenden der CADSPPEED GmbH früher bei jedem Auftrag manuell prüfen – etwa 200-mal am Tag. Deutliche Entlastung schafft die automatisierte Auftragskontrolle auf Basis von Künstlicher Intelligenz (KI), die das IPH entwickelt hat.
- 58 **Umzugsplanung für Unternehmen**
Mathematische Optimierung soll den Fabrikumzug erleichtern
Unternehmen, die eine neue Fabrik planen oder ihre bestehende Produktionsstätte umgestalten, stehen am Ende vor der großen Herausforderung der Umzugsplanung. Wie gelingt die Neuordnung von Maschinen und Arbeitsplätzen schnell, effizient und kostengünstig? Zu dieser Frage forscht das IPH im Projekt "OptiFaU".
- 60 **Blutspenden automatisiert handhaben**
Machbarkeitsstudie: Fahrerloser Transport und Roboter beim DRK?
Auch bei der Verarbeitung von Blutspenden lassen sich Arbeitsschritte automatisieren. Beim DRK-Blutspendedienst NSTOB in Springe könnten künftig fahrerlose Fahrzeuge die Blutbeutel transportieren und Roboterarme die Zentrifugen bestücken. Ob das machbar ist und ob es sich lohnt, analysiert das IPH.
- 62 **Lebensdauer exakt vorhersagen**
Werkzeuge optimal ausnutzen dank vorausschauender Überwachung
Wie viele Bauteile können wir noch herstellen, bevor das Schmiedewerkzeug ausgetauscht werden muss? Umformtechniker können diese Frage bisher nicht exakt beantworten, sondern nur auf Basis von Erfahrungswissen abschätzen. Das IPH arbeitet an einer exakten Prognose der Lebensdauer.

- 64 **Welches ERP-System passt optimal?**
Orientierung im Software-Dschungel: IPH unterstützt bei der Auswahl
 Effizienter arbeiten und Fehler vermeiden: Das ermöglicht ein ERP-System. Doch welche der unzähligen Softwarelösungen am Markt passt am besten zu den individuellen Anforderungen eines mittelständischen Unternehmens? Diese Frage stellte sich die BÖWE-Elektrik GmbH – und bat das IPH um Unterstützung.
- 66 **Additive Fertigung trifft Laserschweißen**
IPH und LZH wollen die beiden Prozesse optimal aufeinander abstimmen
 3D-gedruckte Bauteile mit dem Laser schweißen: Das ist bisher nicht ohne Weiteres möglich. Im Forschungsprojekt "QualLa" arbeitet das IPH gemeinsam mit dem Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) daran, die Druckparameter für das Laserschweißen zu optimieren sowie den Schweißprozess auf das 3D-gedruckte Bauteil abzustimmen.
- 68 **App hilft bei Störungen in der Montage**
Baustellenfertigung: Innovativer Ansatz für das Störungsmanagement
 Um Störungen in der Baustellenmontage von großskaligen Produkten wie Schiffen, Lokomotiven oder Flugzeugtriebwerken zu beheben, entwickelt das IPH einen innovativen Ansatz: Eine App soll ähnliche Störungen aus der Vergangenheit auswerten und passende Lösungen vorschlagen.

Projekte, Partner, Publikationen

- 72 Projekte 2021
 80 Partner 2021
 83 Publikationen 2021
 88 Bildquellen
 90 Impressum

Das war 2021

Kunststoffrecycling begeistert die Politik

Wie lassen sich Kunststoffabfälle aufbereiten, recyceln und per 3D-Drucker zu neuen Produkten verarbeiten? Das untersucht das IPH im Forschungsbereich für Additives Kunststoffrecycling, der im Februar 2021 offiziell eröffnet wurde. Das Thema interessiert auch die Politik brennend: Im Wahlkampfjahr 2021 besuchten fünf Kandidat:innen das IPH und besichtigten den neuen Forschungsbereich.

Unser Ziel: Eine nachhaltige, regionale Kreislaufwirtschaft

Das Additive Kunststoffrecycling verspricht Lösungsansätze für mehrere aktuelle Probleme. Zum einen ließe sich die enorme Menge an Plastikabfällen reduzieren, die jedes Jahr die Umwelt und die Meere verschmutzt. Zum anderen könnten regionale Produktionskreisläufe entstehen. Statt Produkte zu kaufen, die am anderen Ende der Welt unter menschenunwürdigen Bedingungen produziert und tausende Kilometer weit transportiert werden, könnten wir die Waren direkt vor Ort herstellen. Möglich ist das überall dort, wo Kunststoffabfall als Rohstoff bereitsteht – in lokalen Unternehmen ebenso wie in gemeinschaftlich betriebenen 3D-Druckereien in der Nachbarschaft. Sogar im heimischen Wohnzimmer könnten wir in Zukunft aus alten Joghurtbechern eine neue Zahnbürste drucken.

Einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten, Transportwege einsparen, Müll reduzieren, gleichzeitig die regionale Wirtschaft stärken und neue Geschäftsmodelle schaffen: Das interessiert die Politik. Im Frühjahr und Sommer 2021 besuchten alle drei Kandidat:innen für die Präsidentschaft der Region Hannover das IPH (Fotos unten). Steffen Krach (SPD), Christine Karasch (CDU) und Frauke Patzke (Grüne) besichtigten auf ihren Wahlkampftouren den neuen Forschungsbereich, informierten





sich über 3D-Druck und tauschten sich mit IPH-Mitarbeitenden über Recycling und regionale Produktionskreisläufe aus. Im Bundestagswahlkampf besuchten zwei hannoversche Kandidat:innen das IPH (Fotos oben): Adis Ahmetovic (SPD) war Direktkandidat im Wahlkreis 41 (Stadt Hannover I), Yasmin Fahimi (SPD) war Direktkandidatin im Wahlkreis 42 (Stadt Hannover II). Fahimi ist bereits seit 2017 Bundestagsabgeordnete. Darüber hinaus ist sie Senatsmitglied der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V. (Zuse-Gemeinschaft). Das IPH besuchte sie Anfang September 2021 zusammen mit Dr. Klaus Jansen, dem Geschäftsführer der Zuse-Gemeinschaft. Mit IPH-Gesellschafter Professor Ludger Overmeyer sprachen sie unter anderem darüber, wie wichtig die angewandte Forschung für die Innovationskraft des deutschen Mittelstands ist.

Kunststoffabfall in der Produktion nutzen

Das öffentliche Interesse am Additiven Kunststoffrecycling ist riesig. Damit aus der Zukunftsvision Realität wird, ist allerdings noch einiges an Forschungs- und Entwicklungsarbeit notwendig. Die Qualität der recycelten Kunststoffe muss verbessert werden, Verfahrensschritte des Kunststoffrecyclings müssen optimiert und industrietaugliche Produktionsanlagen entwickelt werden.

Im Forschungsbereich für Additives Kunststoffrecycling wollen wir einen kompletten Recyclingkreislauf aufbauen, um aus Plastikmüll neue Bauteile herstellen zu können. Zu diesem Zweck werden Thermoplaste gesammelt, geschreddert, getrocknet, geschmolzen, zu Kunststoffschnüren gezogen und auf Spulen gewickelt – fertig ist das recycelte Filament für den 3D-Drucker (siehe Seite 29). Wir am IPH wollen diesen Prozess gemeinsam mit Partnern weiterentwickeln und regionale Unternehmen dabei unterstützen, Kunststoffabfall in der eigenen Produktion wiederzuverwerten.

kunststoffrecycling.iph-hannover.de

 youtu.be/aK-vS9nPZ9g

Fördergeld für Forschung & Entwicklung

1 Million Euro pro Jahr für Forschung und Entwicklung können Unternehmen über die sogenannte Forschungszulage erhalten. Beantragen können Unternehmen das Fördergeld sowohl für interne Forschungs- und Entwicklungsprojekte als auch für Auftragsforschung, wie sie beispielsweise das IPH anbietet. Mit dem neuen Förderinstrument kennt sich kaum jemand so gut aus wie Dr. Markus Busuttli. Der Maschinenbauingenieur war während seines Studiums am IPH tätig, promovierte anschließend in Großbritannien und arbeitet seit acht Jahren als Fördermittelberater – zunächst in verschiedenen Beratungsfirmen, inzwischen im eigenen Start-Up.

Welche Unternehmen können die Forschungszulage erhalten?

Dr. Markus Busuttli: Alle Unternehmen, die forschen oder entwickeln – vom Start-Up bis zum Großkonzern. Die Forschungszulage steht allen Unternehmen offen, ganz egal, wie viele Mitarbeitende sie haben, wie viel Umsatz sie machen und zu welcher Branche sie gehören. Unternehmen benötigen nicht mal eine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung. Denn sie haben auch Anspruch auf die Forschungszulage, wenn sie eine Universität, Hochschule oder einen Dienstleister beauftragen.

Welche Projekte sind förderfähig?

Dr. Markus Busuttli: Sobald gewisse FuE-Kriterien erfüllt sind, haben Unternehmen einen Rechtsanspruch auf die Förderung. Zu diesen Kriterien gehört unter anderem eine gewisse Neuartigkeit. Das bedeutet allerdings nicht, dass Unternehmen ein völlig neues Produkt erfinden müssen. Neuartig ist es bereits, wenn ein neues Material für ein bestehendes Produkt verwendet wird oder ein neuartiger Herstellungsprozess entwickelt wird und es dabei ein technisches Risiko zu lösen gibt. Auch Projekte, die zum Tagesgeschäft gehören, können förderwürdig sein. Viele denken bei Forschung und Entwicklung vor allem an die Grundlagenforschung in Universitäten und übersehen, dass ganz bewusst auch Entwicklungsaktivitäten in Unternehmen gefördert werden sollen. Ein wichtiges Kriterium ist aber das technische Risiko: Es muss offen sein, wie lange der Entwicklungsprozess dauert und ob er am Ende zum Erfolg führt.

Wie viel Geld können Unternehmen über die Forschungszulage erhalten?

Dr. Markus Busuttli: Die Obergrenze liegt bei 1 Million Euro pro Jahr. Normalerweise wird die Forschungszulage auf die Steuerlast angerechnet; falls ein Unternehmen keine Steuern zahlt, wird das Geld ausgezahlt. Gefördert werden 25 Prozent der Per-



sonalkosten in unternehmensinternen Forschungs- und Entwicklungsprojekten beziehungsweise 15 Prozent der Ausgaben für Auftragsforschung. Das heißt, wenn ein mittelständisches Unternehmen im vergangenen Jahr 100.000 Euro Personalkosten in Forschung und Entwicklung investiert hat, bekommt es 25.000 Euro von der Steuer zurück. Wenn es 100.000 Euro in Auftragsforschung investiert hat, bekommt es 15.000 Euro als Steuergutschrift.

Wie können Unternehmen die Forschungszulage beantragen?

Dr. Markus Busuttil: Zunächst müssen Unternehmen bei der Bescheinigungsstelle Forschungszulage prüfen lassen, ob ihre Projekte die Kriterien erfüllen. Anschließend werden die Kosten beim zuständigen Finanzamt abgerechnet. Der Antragsprozess und die Auslegung der Kriterien sind leider nicht ganz einfach, wenn ein Unternehmen damit noch keine Erfahrung hat. Mein Team und ich unterstützen Unternehmen deshalb dabei, förderfähige Projekte zu identifizieren. In der Regel arbeiten wir für ein Erfolgshonorar und erhalten einen Teil der Förderung – wenn ein Unternehmen keine Forschungszulage erhalten sollte, entstehen also auch keine Kosten.

Müssen Unternehmen die Förderung beantragen, bevor das Projekt startet?

Dr. Markus Busuttil: Nein! Einer der großen Vorteile der Forschungszulage ist, dass Unternehmen sie rückwirkend beantragen können – für alle Projekte seit dem 1. Januar 2020, die die Kriterien erfüllen. Um andere Fördermittel muss man sich bewerben, bevor das Projekt beginnt. Bei der Forschungszulage ist das anders. Hier können Unternehmen Fördergeld für die Projekte beantragen, die sie sowieso durchgeführt haben.

busuttilcompany.de

Disraptor: Fit für die nächste Krise

Wirtschaftskrisen, Naturkatastrophen, Kriege: All das kann Unternehmen existenziell bedrohen. Doch auch kleinere Veränderungen können einzelne Firmen oder ganze Branchen in die Krise stürzen – beispielsweise eine Innovation, die bestimmte Produkte oder Dienstleistungen von heute auf morgen überflüssig macht.

Wie sich Unternehmen auf Krisen vorbereiten können, wie Krisen überhaupt entstehen und was Resilienz bedeutet, erfahren Unternehmensvertreter:innen in der Workshop-Reihe "Fit für die nächste Krise" des Experten-Netzwerks Disraptor, die im November 2021 als Pilotprojekt gestartet ist. Disraptor ist eine Marke des IPH.

Unternehmen können lernen, Krisen zu meistern

Krisen lassen sich nicht verhindern – doch wenn Unternehmen sich flexibel organisieren und wissen, wie sie Krisen frühzeitig erkennen, dann können sie sich im Ernstfall sehr schnell anpassen und langfristigen Schaden abwenden.

Krisen sorgen in der Regel dafür, dass einige Unternehmen vom Markt verschwinden und andere gestärkt daraus hervorgehen. Denn Krisen können Veränderungen anstoßen, die andernfalls viele Jahre gedauert hätten. Bestes Beispiel dafür ist das digitale Arbeiten, das durch die Corona-Pandemie in vielen Unternehmen Schwung bekam – selbst in solchen, die zuvor noch mit Aktenordnern gearbeitet hatten.

"Be disruptive. Be the meteorite." lautet das Motto des Expertennetzwerks Disraptor. Unternehmen sollten nicht auf ökonomische Meteoriteneinschläge warten – sonst gehen sie unter wie einst die Dinosaurier – sondern Disruptionen selbst herbeiführen. Sprunghafte Veränderungen also, die dem Unternehmen helfen, über sich hinauszuwachsen, sich anzupassen und resilient zu werden.



Das Disraptor-Team besteht aus vier Expert:innen, die sich mit unternehmerischer Transformation beschäftigen (Fotos von links nach rechts). IPH-Geschäftsführer Dr. Malte Stonis ist Experte für die Produktionstechnik der Zukunft. Martin Bostelmann unterstützt Unternehmen, neue Geschäftsmodelle und neue Märkte zu erschließen. Frank Wulfes von der Kurswechsel Unternehmensberatung GmbH beschäftigt sich mit Unternehmenskultur sowie Organisationsentwicklung und Britta Görtz unterstützt Unternehmen dabei, die Perspektive zu wechseln und ihre Produkte und Dienstleistungen in neuem Licht zu sehen, um damit einen Wandel anzustoßen.



Voraussetzung für Disruption: Ein ganzheitlicher Blick

Disruption und Krisenbewältigung funktionieren nur mit einer ganzheitlichen Sicht. Unternehmen sind komplex. Deshalb befasst sich Disruptor nicht isoliert mit dem Geschäftsmodell, betrachtet nicht ausschließlich die Organisationskultur, analysiert nicht nur die Produktionsprozesse und -technologien – sondern nimmt alle Bereiche gleichzeitig in den Blick. Unabdingbar ist zudem der sogenannte Perspektivwechsel, bei dem das Unternehmen aus neuen Richtungen betrachtet wird, beispielsweise aus Sicht eines unmotivierten Mitarbeitenden, aus Sicht der Gesellschaft oder aus Sicht des Kunden-Kundens.

Erst die ganzheitliche Sicht auf das Unternehmen aus den vier verschiedenen Blickwinkeln ermöglicht es, Wechselwirkungen zu erkennen und übergreifende Lösungen zu finden – mitunter in Bereichen, in denen die Ursache nicht vermutet wurde. So können sich Unternehmen nachhaltig verändern und ihre wahren Potentiale ausschöpfen.

"Fit für die nächste Krise" wurde 2021 von der Wirtschaftsförderung der Region Hannover gefördert. Am Pilotprojekt haben sich ein kleines und ein mittleres Unternehmen aus der Elektronikbranche beteiligt: Die micronex GmbH aus Springe und die MFP Messtechnik und Fertigungstechnologie GmbH aus Wunstorf. Beim Kickoff-Workshop vermittelte das Disruptor-Team grundsätzliches Wissen über Krisenbewältigung und Disruption. Anschließend besuchten die Expert:innen beide Unternehmen getrennt voneinander, beschäftigten sich intensiv mit der Unternehmensstruktur sowie möglichen Krisenszenarien und erarbeiteten gemeinsam Maßnahmen, mit denen sich die Unternehmen krisenfest aufstellen können. Im Abschlussworkshop präsentierten beide Unternehmen ihre Ergebnisse und tauschten sich aus. MFP und micronex stehen weiterhin in Kontakt, um voneinander zu lernen.

disruptor.de

 IPH-Podcast "Praxisnah" mit Disruptor

Cobot-Shop: Alles auf einen Klick


Von Robotern und Cobots über Applikationspakete, Sensorik, Zuführtechnik und Software bis zu den passenden Dienstleistungen – im Cobot-Shop der ibk Ingenieur-Consult GmbH lassen sich komplette Automatisierungslösungen zusammenstellen.

Seit 2021 sind auch Angebote des IPH auf der Webseite zu finden: Die 3D-Layoutaufnahme mittels Multikopter, die Materialflusssimulation sowie die neue Dienstleistung Ergonomiebetrachtung, bei der das IPH Unternehmen dabei unterstützt, die Ergonomie am Arbeitsplatz zu bewerten und zu optimieren.

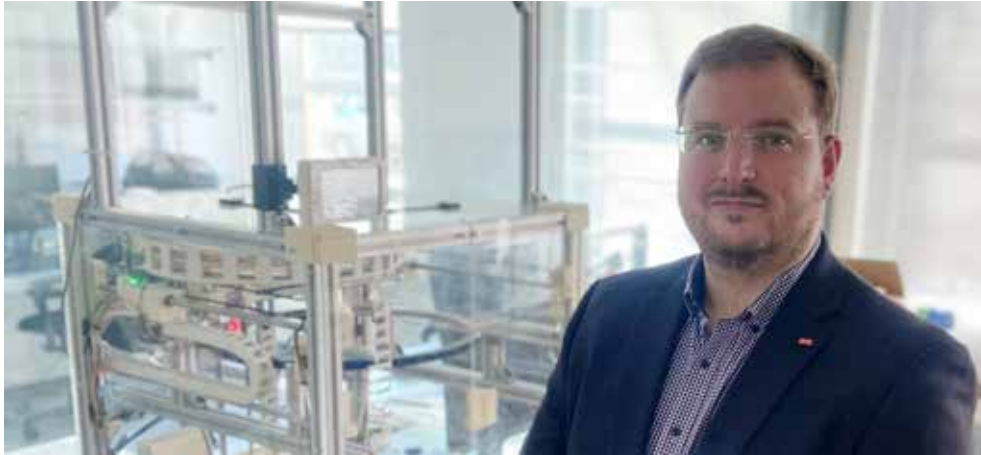
Wie viel kostet Automatisierung?

Größtmögliche Transparenz und größtmögliches Angebot: Mit diesen Zielen hat ibk den Online-Shop ins Leben gerufen. Bisher war es sehr schwierig, Informationen über die konkreten Kosten von Automatisierungsvorhaben online zu finden. Kaum ein Anbieter nennt im Netz Preise. Im Cobot-Shop steht ein konkreter Preis neben jedem Produkt und jeder Dienstleistung – und die Leistungen, die Unternehmen zu diesem Preis erhalten, werden genau beschrieben. Um eine möglichst breite Angebotspalette präsentieren zu können, hat ibk nicht nur die eigenen Produkte in den Shop aufgenommen, sondern auch Angebote von zahlreichen Partnern – darunter das IPH. Dadurch erhalten Unternehmen im Cobot-Shop auf einen Klick alles, was sie für ihre Produktion brauchen.

<https://cobot-shop.info>

 IPH-Podcast "Praxisnah" mit ibk





Jens Kruse wird Gruppenleiter

Koordinieren, kommunizieren und konstruieren: Das sind die drei Hauptaufgaben des neuen Gruppenleiters für Innovative Fertigungsverfahren Dipl.-Ing. Jens Kruse. Eine solche Stelle gibt es am IPH zum ersten Mal. Ziel ist es, alle Projekte und Ideen zum Thema Additive Fertigungsverfahren zu koordinieren – über Abteilungsgrenzen hinweg.

Die IPH-Ingenieur:innen forschen unter anderem an der Qualitätssicherung im 3D-Druck sowie an der Möglichkeit, Plastikmüll für den 3D-Druck zu recyceln. "Wir wollen künftig noch besser interdisziplinär zusammenarbeiten, um Bedarfe in Forschung und Industrie aufzudecken – insbesondere im Bereich Additive Fertigung", sagt Kruse. Um das zu erreichen, hat er die AG Innovative Fertigungsverfahren gegründet. Im ersten Schritt möchte er sich einen Überblick verschaffen, um die Kommunikation untereinander noch zu verbessern und die Kolleg:innen weiter zu vernetzen. Im zweiten Schritt wird er an diversen Projekten mitarbeiten, Antragsideen ausarbeiten und den Schwerpunkt Fused Deposition Modeling (FDM) am IPH weiter ausbauen. Die neue Position macht Kruse zum Ansprechpartner für den Forschungsbereich Additives Kunststoffrecycling (siehe Seite 14) und dient gleichzeitig dazu, bisher weniger bekannte Technologien auf die industrielle Umsetzbarkeit zu prüfen.

Jens Kruse ist seit 2017 am IPH beschäftigt. Als Projektingenieur in der Abteilung Prozesstechnik arbeitete er unter anderem am Sonderforschungsbereich 1153 mit. Gruppenleiter für Innovative Fertigungsverfahren ist er seit Dezember 2021.

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



Zusammen fliegen: FLYBOTS

Niedersachsen ist ein wichtiger Mobilitätsstandort, auch für Unbemannte Luftfahrzeuge (UAS). Flybots – fliegende Roboter – können in vielen Bereichen unterstützen, etwa beim Transport, bei der Überwachung, Kategorisierung, Vermessung, Überprüfung, Lokalisierung, Kommissionierung, bei Sortiervorgängen oder Montagen.

Eine große Anzahl an UAS-Akteuren wohnen und arbeiten in Niedersachsen. Doch wie kann man all diese Akteure langfristig miteinander vernetzen? Mit dieser Frage im Hinterkopf und mit dem Ziel die verschiedenen Anwendungsbereiche, Branchen und Projekte in Niedersachsen darzustellen, hat die Landesinitiative Niedersachsen Aviation die digitale Plattform FLYBOTS.INFO aufgebaut.

FLYBOTS.INFO hat sich von einem virtuellen Showroom hin zu einer interaktiven Community entwickelt und bietet mehr als ein klassisches Branchenverzeichnis. Die Nutzenden werden von Anfang an miteingebunden, so dass sich die Plattform interaktiv weiterentwickelt. Die Webseite bietet neben einem digitalen Marktplatz einen umfangreichen Wissenspool. Zudem profitiert die FLYBOTS-Community von einem Jobmarkt, einem Newsbereich und einem Veranstaltungskalender. Zentral ist und bleibt die Kommunikation und Kooperation der verschiedenen Mitglieder und Akteure untereinander. Auch auf verschiedenen Social-Media-Kanälen ist FLYBOTS.INFO vertreten. Die Plattform steht allen Interessierten offen. Das IPH ist Mitglied des Netzwerks und unterstützt Niedersachsen Aviation aktiv dabei, neue Mitglieder zu gewinnen und mehr fachliche Inhalte auf der Plattform zu schaffen.

www.flybots.info

Forschung für die Energiewende

"Angewandte Forschung für Energiewende und Nachhaltigkeit": Unter diesem Motto organisierte die Zuse-Gemeinschaft im Herbst 2021 eine



ZUSE-GEMEINSCHAFT
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

Pressefahrt durch Südniedersachsen. Journalist:innen besuchten das IPH in Hannover und das Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH). Am IPH erhielten die Pressevertreter:innen unter anderem Einblick in das Projekt "TransWind". Gemeinsam mit Forschungspartnern untersuchen wir optimale Nachnutzungsstrategien für in die Jahre gekommene Windenergieanlagen. Ob Weiterbetrieb, Repowering oder Abriss eine sinnvolle Lösung ist, ist nicht einfach zu beantworten und hängt unter anderem vom Strompreis ab – je weiter dieser steigt, desto interessanter wird der Weiterbetrieb. Am ISFH gab es Einblicke in die Zukunft der Photovoltaik: Das Institut ist Spitzenreiter in Sachen solare Wirkungsgrade und untersucht zudem Wärmepumpensysteme unter realistischen Einsatzbedingungen.

Zuse-Gemeinschaft: Praxisnahe Forschung für den Mittelstand

Die Zuse-Gemeinschaft vertritt die Interessen gemeinnütziger, privatwirtschaftlich organisierter Forschungseinrichtungen, die praxisorientiert forschen und dabei den Nutzen für mittelständische Unternehmen im Blick haben. Die Initiative zur Gründung der Industrieforschungsgemeinschaft im Jahr 2015 ging von den Instituten selbst aus. Sie gaben sich damit erstmals eine gemeinsame Stimme und Vertretung.

www.zuse-gemeinschaft.de



Patrick Wenzel erhält Zukunftspreis

Der Einsatz von Transportmitteln in einer Fabrik kann einen großen Einfluss auf das Fabriklayout haben. Das hat Masterstudent Patrick Wenzel näher untersucht und damit den IPH-Zukunftspreis 2021 gewonnen.

Fabriklayoutplanung optimieren

Der Student des Wirtschaftsingenieurwesens hat mit seiner Masterarbeit dazu beigetragen, den Fabrikplanungsprozess zu optimieren, indem die Transportsysteme direkt in die Planung mit einbezogen werden. Dafür hat er zuerst einmal einen umfangreichen Stand der aktuellen technischen Möglichkeiten skizziert, bevor er mithilfe der Programmiersprache Python eine Softwarelösung umsetzte. Das von Wenzel entwickelte mathematische Optimierungsmodell unterstützt Unternehmen bei der Layoutplanung.



Für seine Masterarbeit "Entwicklung eines mathematischen Optimierungsmodells zur materialflusseffizienten Grob- und Feinlayoutplanung unter Berücksichtigung der Einflüsse von Transportsystemen" hat Patrick Wenzel den IPH-Zukunftspreis 2021 erhalten. Die Ergebnisse seiner Arbeit flossen in das Forschungsprojekt "AutoLaT" ein.

"Der Schwierigkeitsgrad der Arbeit war außergewöhnlich hoch. In seiner überaus umfangreichen Ausarbeitung hat Herr Wenzel einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der digitalen Fabrikplanung geleistet", sagte IPH-Geschäftsführer Dr.-Ing. Malte Stonis bei der Verleihung des Zukunftspreises. Wenzel hat die Jury unter anderem mit der Systematik seiner Arbeitsweise, der kreativen Problemlösung und der Methode überzeugt.

Zukunftspreis für die beste Abschlussarbeit

Seit 2016 prämiiert das IPH jedes Jahr die beste studentische Abschlussarbeit. In die Auswahl für den IPH-Zukunftspreis kommen alle Studierenden, die ihre Bachelor- oder Masterarbeit am IPH schreiben und spätestens am 30. September bei der Fakultät einreichen.

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

Neues Zuhause für Insekten

Es ist Frühling, die Sonne scheint und eine kleine Wildbiene macht sich auf den Weg, um Nahrung zu finden. Doch aus dem Ausland importierte Pflanzen bieten oft keine ausreichenden Nahrungsquellen oder Versteckmöglichkeiten. Die Insektenbiomasse in Deutschland ist zwischen 1989 und 2016 um mehr als 75 Prozent gesunken, wie Forschende herausgefunden haben. Die Tiere brauchen insektenfreundliche, heimische Bepflanzung. So entstand die Idee eines naturnahen Vorgartens am IPH.



Als Mitglied des ÖKOPROFIT Klubs konnte schnell ein Kontakt zur Initiative "Außenstelle Natur" hergestellt werden. Diese hilft Unternehmen dabei, Firmengelände naturnah zu gestalten. Eine Beraterin vom Umweltzentrum Hannover e.V. sah sich das Außengelände an und machte Verbesserungsvorschläge, welche wir im

Winter 2021 zusammen mit der Hofmann & Leyhe UG umsetzen konnten. Der erfahrene Garten- und Landschaftsbetrieb aus der Region Hannover schuf mit heimischen Pflanzen eine kleine Oase für Insekten.



Innerhalb kurzer Zeit wurde die alte Bepflanzung entfernt, der Boden vorbereitet und Sandsteine aus dem Weserbergland als Begrenzung für verschiedene Pflanzenbeete verlegt. Vor dem IPH wachsen nun Blumen, Gräser und Sträucher. Totholzstämme bieten Insekten Schutz vor der Witterung. Außerdem bekam die IPH-Stele einen neuen Anstrich und vor dem IPH weist ein modernes Hinweisschild den Besuchenden den Weg.





Relaunch für das phi-Magazin

Das Online-Magazin "phi – Produktionstechnik Hannover informiert" hat 2021 einen neuen Web-Auftritt erhalten. "phi" ist die gemeinsame Nachrichten-Plattform des Produktionstechnischen Zentrums Hannover (PZH), des Laser Zentrums Hannover e. V. (LZH) und des Instituts für Integrierte Produktion Hannover gGmbH (IPH). Das IPH hat die Chefredaktion inne und war somit auch für den Relaunch der Webseite verantwortlich – gemeinsam mit der hannoverschen Agentur *abteilung_digital*. Das Online-Magazin erhielt ein modernes, zukunftsfähiges Content-Management-System, die Nutzerfreundlichkeit wurde verbessert und das Design leicht überarbeitet.



"phi" informiert über aktuelle Forschungsprojekte der produktionstechnischen Institute sowie zukünftige Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie. Darüber hinaus berichtet die Redaktion über Veranstaltungsangebote und stellt herausragende junge Wissenschaftler:innen vor. Interessant ist das Magazin nicht nur für Fach- und Führungskräfte aus produzierenden Unternehmen, sondern auch für Studierende und Wissenschaftler:innen, die sich über die Zukunft der Produktionstechnik und die Arbeit der hannoverschen Forschungseinrichtungen informieren wollen.

Abonnenten erhalten viermal im Jahr einen kostenfreien E-Mail-Newsletter und können zudem über Twitter auf dem Laufenden bleiben. Das Online-Magazin existiert seit 2013, zuvor erschien "phi" seit 2000 in gedruckter Form. Sämtliche alten Ausgaben sind als pdf-Dateien auf der Webseite zu finden.

www.phi-hannover.de

 twitter.com/phi_Hannover

Schneller informiert: Hier entlang!

Dieser Jahresbericht erscheint einmal im Jahr – und in einem Jahr passiert am IPH genug, um ein 92-seitiges Buch zu füllen. Kürzere Text- und Bildhäppchen servieren wir über das Jahr verteilt auf zahlreichen weiteren Kanälen.

Social Media

Am häufigsten und aktuellsten informieren wir in den Sozialen Medien: Auf LinkedIn, Twitter, Xing, Instagram und Facebook können Sie sich direkt mit uns austauschen. In den Instagram-Stories haben wir 2021 den "Takeover Tuesday" etabliert, bei dem wechselnde IPH-Mitarbeitende Einblicke in ihren Arbeitsalltag geben. Auf Youtube zeigen wir Forschungsergebnisse und Beratungsangebote in kurzen Videos.

Newsletter

Sie möchten Text und Bild lieber gebündelt ins E-Mail-Postfach? Kein Problem: Alle zwei Monate versenden wir den IPH-Newsletter mit aktuellem, gebündeltem Wissen zu Trendthemen aus der Industrie. Der Newsletter enthält Interviews mit Expert:innen, anwendungsnahe Forschungsergebnisse und Best Practices aus unserem Beratungsalltag. Mit dem Newsletter verpassen Sie zudem keine Veranstaltung des IPH.

Jetzt anmelden: www.iph-hannover.de/de/presse/newsletter

Podcast

Sie hören lieber, als zu lesen? Dann ist unser Podcast "Praxisnah" das Richtige für Sie. Hier sprechen wir mit wechselnden Gästen über unterschiedliche Themen von der Fabrik der Zukunft über 3D-Druck bis zur Rehakitzrettung per Drohne.

Jetzt reinhören: www.iph-hannover.de/de/presse/podcast



Start-up: Zellstoff aus Ananasfasern

Reste als Rohstoff: Das Start-up eco:fibr will aus Ananasfasern Zellstoff herstellen und damit zwei Umweltprobleme auf einmal lösen. Zum einen steigt der Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen schneller an, als diese sich regenerieren können. Zum anderen entstehen beim Ananas-Anbau schwer kompostierbare Pflanzenreste. Entsorgt werden diese oft mit umweltschädlichen Chemikalien und durch Verbrennung. Dass sich aus Ananasabfall Zellstoff für Papier oder Karton machen lässt, haben Studierende der Leibniz Universität Hannover gezeigt. Aus dem ehrenamtlichen Projekt des Vereins Enactus entstand das Start-up eco:fibr. Die Gründer:innen Merit Ulmer, Julian Kolbeck und Michelle Spitzer erhalten inzwischen das EXIST-Gründerstipendium und wollen 2022 in einer Pilotphase einige Tonnen Zellstoff herstellen – aus Abfall einer Ananas-Plantage in Costa Rica.



Businesswettbewerb: IPH und GREAN unterstützen Start-ups

Wissen zum Aufbau einer Produktion und zur Planung einer Fabrik erhielt eco:fibr in mehreren kostenfreien Beratungsgesprächen mit dem IPH und der GREAN GmbH. Das Gründungsteam hatte eine Bewerbung beim Business-Wettbewerb eingereicht, den IPH und GREAN 2018 gemeinsam ins Leben gerufen haben. Ziel des Wettbewerbs ist es, innovative produktionstechnische Ideen aus der Region Hannover zu fördern – durch Mentoring oder finanzielle Unterstützung.

www.businesswettbewerb.de
www.ecofibr.de






Start-up: Recycling für den 3D-Druck

Wie belastbar ist recyceltes Filament für die Additive Fertigung? Um das herauszufinden, hat das Start-up QiTech Anlagen des IPH genutzt. Im Forschungsbereich für Additives Kunststoffrecycling (siehe Seite 14) untersuchten die Gründer, wie viel Kraft benötigt wird, um Materialproben mit Zugprüfmaschine und Schlagpendelwerk zu zerstören. Fazit: Das recycelte Material ist so stark wie herkömmliches Filament.

Plastikabfall für den 3D-Druck verwenden: Daran tüftelt Gründer Milan von dem Bussche seit mehreren Jahren. Weil neues Filament teuer ist, begann der inzwischen 18-Jährige, Plastik-Reste von 3D-Druck-Projekten sowie Flaschendeckel zu zerkleinern und daraus selbst Filament herzustellen. Das Team wuchs, QiTech gewann die Wettbewerbe Jugend gründet 2019 sowie Start-up Teens 2020, schaffte es in zahlreiche Zeitungen und ins Fernsehen und bezog eine Produktionshalle. Im Online-Shop bietet das Unternehmen eigenes Filament aus recyceltem Plastik an, seitdem das Material die Tests am IPH bestanden hat. Die neu entstandene Firma QiTech Industries führt Milan gemeinsam mit seinem Schulfreund Simon Kolb. Die Gründer haben die Schule inzwischen abgeschlossen und fertigen serienmäßig ihren selbstentwickelten Maschinenpark zur Filament-Herstellung. Mittlerweile haben sie mehr als 50 Maschinen in 14 verschiedene Länder verkauft. Zu den Kund:innen gehört auch das IPH: Im Forschungsbereich für Additives Kunststoffrecycling nutzen wir den JARVIS Winder, mit dem sich Filament frisch aus dem Extruder aufwickeln lässt.



www.qitech.de

 youtu.be/nzldWXW9syg

Veranstaltungen

Fachmessen

12.-16. April 2021 | Online-Veranstaltung

Hannover Messe digital

16.-19. November 2021 | Frankfurt

Formnext – Leitmesse der additiven Fertigung

Internationale Konferenzen

25.-28. Mai 2021 | Online-Veranstaltung

WESC – Wind Energy Science Conference

25.-30. Juli 2021 | Online-Veranstaltung

ICTP – International Conference on the Technology of Plasticity

10.-11. August 2021 | Online-Veranstaltung

CPSL – Conference on Production Systems and Logistics

Fachveranstaltungen und Tagungen

26. Januar 2021 | Online-Veranstaltung

Ökoprofit KLUB – Auftaktworkshop

18. Februar 2021 | Online-Veranstaltung

Koptertag #3

4. März 2021 | Online-Veranstaltung

AKWZB online: Jahresauftakt

11. März 2021 | Online-Veranstaltung

Praxistour Industrie 4.0

25. März 2021 | Online-Veranstaltung

Forschungsallianz Medizintechnik

20.-21. April 2021 | Online-Veranstaltung

Praxisseminar Fabrikplanung

20. April 2021 | Online-Veranstaltung

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie

19. Mai 2021 | Online-Veranstaltung

Praxisforum Industrie 4.0

25. Mai 2021 | Online-Veranstaltung

30. Deutscher Ingenieurtag des VDI

9.-10. Juni 2021 | Online-Veranstaltung

Vernetzungstreffen KI-Leuchttürme

15. Juni 2021 | Online-Veranstaltung

Digital Business Hannover: Impulsvortrag Produktion

15. Juni 2021 | Online-Veranstaltung

6. Norddeutsches Luftfahrtforum

24. Juni 2021 | Online-Veranstaltung

AKXXL online: Herausforderungen von XXL-Produkten

30. Juni 2021 | Online-Veranstaltung

Drohnen und deren Einsatz in der Arbeitswelt

1. Juli 2021 | Online-Veranstaltung

AKWZB online: Digitale Geschäftsprozesse im Werkzeugbau

15. Juli 2021 | Online-Veranstaltung

Webinar innovativ jetzt! – Forschung für Nachhaltigkeit

21.-23. Juli 2021 | Online-Veranstaltung

Additive Manufacturing Forum 2021

26. August 2021 | Online-Veranstaltung

VDMA – Drohnen im maritimen Umfeld

2. September 2021 | Online-Veranstaltung

TechSHE Hannover – Frauen in Digitalisierung und Technik

7. September 2021 | Hannover

Koptertag #4

9. September 2021 | Online-Veranstaltung

Niedersachsen Aviation – Digitale Markterkundung im Südosten der USA

20.-21. September 2021 | Chemnitz

17. Fachkolloquium der WGTl – Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e.V.

22. September 2021 | Online-Veranstaltung

9. Technologieforum Fahrerlose Transportsysteme und mobile Roboter

5.-6. Oktober 2021 | Online-Veranstaltung

17. Deutscher Fachkongress Fabrikplanung

28. Oktober 2021 | Online-Veranstaltung

AKWZB online: Effizienter Werkzeugbau

10.-11. November 2021 | Mainz

NOCARBforging 2050 Ideenbasar – Kick-off zum Klimapfad für die Massivumformung

16. November 2021 | Online-Veranstaltung

Vanguard Initiative – Artificial Intelligence – Workshop

25. November 2021 | Online-Veranstaltung

Vanguard Initiative – Hochperformante Produktion durch 3D-Druck – Workshop

25. November 2021 | Online-Veranstaltung

VDMA – Web-Talk: Drohnen-Forschung

15. Dezember 2021 | Online-Veranstaltung

Vanguard Initiative – 3DP Pilot Plenary Meeting

The image features a hand holding a petri dish with a microscope lens positioned over it. The background is a complex overlay of a compass rose with cardinal directions (N, S, E, W) and various technical diagrams, including circular scales and grid patterns. The overall color palette is dominated by blue and red tones.

WISSENSCHAFT LÖSUNGEN



ZUSE-GEMEINSCHAFT
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

Dissertationen



Westbomke, M.: Effiziente Gestaltung der Demontage von Windenergieanlagen. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2021, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2021. ISBN: 978-3-95900-533-3.

Prinzhorn, G. H.: Modellbasierte Produktionsplanung und -steuerung der Baustellen- und Gruppenmontage. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 2/2021, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2021. ISBN: 978-3-95900-547-0.



Zenker, M.: Bewertung von Gestaltungsvarianten der Flächenbelegungsplanung bei Baustellenmontagen. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 3/2021, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2021. ISBN: 978-3-95900-557-9.

Schneider, T.: Optisches Messverfahren zur gleichzeitigen Erfassung von Absolutdrehwinkel und Drehmoment an Wellen. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 4/2021, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2021. ISBN: 978-3-95900-577-7.



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

www.tewiss-verlag.de

Zahlen und Fakten

Umsatz (in Tausend Euro)

gesamt	4.375
Aufträge der Industrie	555
gemeinnützige Forschung	2.720
institutionelle Förderung	1.100

Mitarbeiter (Jahresdurchschnitt)

gesamt	80
Wissenschaftliches Personal / Berater	32
Mitarbeiter in Verwaltung / EDV / Marketing	7
(studentische) Teilzeitbeschäftigte und Praktikanten	41

Projekte

gesamt	62
Aufträge der Industrie	33
gemeinnützige Forschung	29

Ausgewählte Projekte

Mit KI zu mehr Windenergie

Künstliche Intelligenz soll Erfolgchancen von Windprojekten vorhersagen

Mit Künstlicher Intelligenz (KI) den Ausbau der Windenergie beschleunigen – das ist das Ziel des Verbundprojekts WindGISKI. Acht Unternehmen, Verbände und Forschungseinrichtungen entwickeln gemeinsam ein Geoinformationssystem, das die Erfolgsaussichten von Bauprojekten im Bereich der Windenergie vorhersagen soll.

Mehr Tempo beim Windenergie-Ausbau ist dringend notwendig. Derzeit gibt es etwa 30.000 Windenergieanlagen in Deutschland, etwa die Hälfte könnte in den kommenden zehn Jahren vom Netz gehen. Viele sollen ersetzt werden, nicht immer ist dies jedoch möglich und wirtschaftlich sinnvoll. Um die Klimaziele zu erreichen, ist es daher notwendig, zusätzliche Flächen für neue Bauprojekte zu identifizieren.

Was beeinflusst die Erfolgsaussichten von Windenergie-Projekten?

Das größte Hindernis beim Windenergie-Ausbau: Viele Flächenausweisungen oder konkrete Bauprojekte werden durch Klagen verzögert oder gar gestoppt. In Zukunft sollen weniger Projekte scheitern – das ist das Ziel des Verbundprojekts "WindGISKI", an dem sich auch das IPH beteiligt. Das Institut für Statik und Dynamik der Leibniz Universität Hannover koordiniert das Projekt als Konsortialführer.

Am Verbundprojekt beteiligen sich die unterschiedlichsten Disziplinen von der Informatik bis zur Sozialwissenschaft. Denn in das Geoinformationssystem sollen erstmals auch umfangreiche demografische und soziologische Daten einfließen. Dazu zählen das Durchschnittsalter und der Bildungsgrad der Bevölkerung, die Anzahl der bisherigen Windenergieanlagen in der Region und vieles mehr. All diese Faktoren können die Erfolgsaussichten von Windenergie-Projekten beeinflussen.

Dass dieser Ansatz vielversprechend ist, hat eine Machbarkeitsstudie gezeigt, die das IPH und die Nefino GmbH im Rahmen eines Vorprojektes durchgeführt haben. In der Studie wurden Daten aus vergangenen Windenergieprojekten analysiert und Zusammenhänge zur Projektdauer festgestellt. Diese Zusammenhänge sind allerdings hochkomplex und nicht unbedingt linear. So ist die Bevölkerung in Regionen, in denen bereits einige Windenergieanlagen vorhanden sind, grundsätzlich aufgeschlossener für weitere Bauprojekte – werden es allerdings zu viele, steigt die Wahrscheinlichkeit für Widerstand. Regionen mit einem hohen Anteil von umweltbewussten Bürger:innen stehen Windenergieanlagen in der Regel offener gegenüber, doch



auch hier kann Widerstand wachsen, wenn beispielsweise Artenschutz-Bedenken eine Rolle spielen. Die Realisierungswahrscheinlichkeit hängt also von vielen verschiedenen Faktoren ab, die sich noch dazu gegenseitig beeinflussen.

Im Forschungsprojekt "WindGISKI" werden deshalb Künstliche Intelligenz sowie Methoden des Data Mining eingesetzt, um komplexe Zusammenhänge abzubilden. Als Grundlage dienen Daten von vergangenen Windenergie-Bauprojekten. Nachdem die Künstliche Intelligenz mit diesen Daten angelern worden ist, kann sie Zukunftsprognosen abgeben und für jeden Winkel Deutschlands die Erfolgchancen von Windenergie-Ausbauprojekten berechnen.

Ziel: Ausbau der Windenergie beschleunigen

Vielversprechende Standorte für zukünftige Windenergieanlagen lassen sich durch eine Flächenbewertung einfacher identifizieren. Zusätzlich kann das Geoinformationssystem dazu beitragen, herauszufinden, welche Hindernisse andernorts den Ausbau bremsen und wie sich diese Hürden beseitigen lassen. Beides trägt dazu bei, den Ausbau der Windenergie in Deutschland zu beschleunigen und die Energiewende voranzutreiben.

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

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 67KI21003B wird gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Projektträger ist die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH.

Rundumsicht im Gabelstapler

Virtuelle Sichtverbesserung: AR-Brille blendet Hubmast und Ladung aus

Für mehr Sicherheit und Durchblick am Steuer von Flurförderzeugen sorgt das Assistenzsystem, das IPH und ITA im Forschungsprojekt "ViSIER" entwickelt haben. Auf dem Display einer AR-Brille werden Kamerabilder der Umgebung eingeblendet. Dadurch erscheinen Hindernisse wie Hubmast und Ladung transparent.

Ein Gabelstapler, zahlreiche Kameras, eine AR-Brille und Bewegungssensoren: Aus diesen Komponenten entstand im Forschungsprojekt "ViSIER" ein Bedienerassistenzsystem, das Sichteinschränkungen ausgleichen kann. Das IPH arbeitete im Projekt mit dem Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover zusammen. Etliche Industrieunternehmen – darunter Fahrzeughersteller, Anbieter von Sensortechnik und Logistikfirmen – haben sich am Projektbegleitenden Ausschuss beteiligt und waren eng in die Entwicklung eingebunden. Ihre Ergebnisse haben die Forschenden in einem Demonstrator-Fahrzeug umgesetzt und in der Versuchshalle des ITA validiert.

Forschungsziel: Durchblick am Steuer

Die größte Herausforderung am Steuer eines Gabelstaplers ist die eingeschränkte Sicht. Viele Staplerhersteller konstruieren ihre Fahrzeuge so, dass das Sichtfeld möglichst groß wird – dennoch versperren Hubmast, Gabelzinken und Ladung den Blick. Das Unfallrisiko ist dadurch höher als beispielsweise am Steuer eines PKWs.

Das Bedienerassistenzsystem, das IPH und ITA entwickelt haben, basiert auf Augmented Reality (AR). Staplerfahrer:innen setzen sich zukünftig mit AR-Brille ans Steuer und können so durch Hindernisse wie Hubmast und Ladung hindurchsehen. Voraussetzung dafür sind mehrere Kamerasysteme, die strategisch am Fahrzeug verteilt werden und die Umgebung erfassen. Aus den einzelnen Kamerabildern wird eine einschränkungsfreie Rundumsicht errechnet. Gleichzeitig erkennen Bild- und Bewegungssensoren in der Brille, in welche Richtung die Person am Steuer schaut. So ist es möglich, den korrekten Ausschnitt aus den Kamerabildern zu wählen und damit die tatsächliche Sicht des Fahrenden zu überlagern, sodass sowohl feste Hindernisse als auch bewegliche Güter zu verschwinden scheinen. All das geschieht momentan noch mit einigen Sekundenbruchteilen Verzögerung – bis zur Marktreife sind hier noch Optimierungen notwendig, die Sichtverbesserung muss in Echtzeit erfolgen.




Augmented Reality: Großes Potenzial für die Logistik

Für den industriellen Einsatz sind eine schnellere Bildübertragung sowie robustere Kameras und bessere AR-Brillen notwendig, als derzeit am Markt verfügbar sind. Doch die Forschungsergebnisse zeigen bereits, was für ein großes Potenzial AR für die Logistik bietet.

Zum einen erleichtert die virtuelle Sichtverbesserung Staplerfahrer:innen die Arbeit. Insbesondere in engen Bereichen sowie beim Ein- und Auslagern kann das Risiko für Unfallschäden deutlich gesenkt werden. Die Investition in ein solches System würde sich für viele Unternehmen auch finanziell lohnen. Zum anderen vergrößert sich der Spielraum bei der Konstruktion von Gabelstaplern. Wenn die AR-Brille für Durchblick sorgt, sind völlig neue Lösungen für Hubvorrichtungen und Ladehilfsmittel denkbar, die bislang aufgrund der zu stark eingeschränkten Sicht nicht umsetzbar waren.

Langfristig lässt sich das System auch auf andere Bereiche übertragen – etwa auf Bagger, Krane und Straßenfahrzeuge – und kann dort Sichteinschränkungen mit Hilfe einer AR-Brille kompensieren.

visier.iph-hannover.de

 youtu.be/1N34hVNBX0g

Das IGF-Vorhaben 20158 N/2 der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL) e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Produktoptimierung auf ganzer Linie

Fertigungsverfahren, Material und Geometrie auf dem Prüfstand

Wie lässt sich ein etabliertes Produkt noch weiter verbessern? Optimierungspotenziale bieten beispielsweise Änderungen an der Geometrie, am Fertigungsverfahren oder am Material. Eher selten optimieren Unternehmen alle drei Bereiche gleichzeitig. Die 3S Antriebe GmbH hat genau das getan – mit Unterstützung des IPH.

Antriebstechnik für Armaturen entwickelt und fertigt die 3S Antriebe GmbH aus Berlin. Die Stellantriebe werden in der Erde verbaut und kommen weltweit bei sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen zum Einsatz. Daher müssen sie Bodenfrost und Wüstenhitze gleichermaßen standhalten sowie in sandiger, salzhaltiger und dauerfeuchter Erde bestehen. Damit die im Stahlcontainer enthaltene Elektronik keinen Schaden nimmt, müssen die Stellantriebe dicht und korrosionsbeständig sein. Diese Produkteigenschaften wollte die 3S Antriebe GmbH noch weiter optimieren. Das Unternehmen hatte ohnehin die Neukonstruktion eines seiner Produkte geplant und stellte bei dieser Gelegenheit auch gleich das Material und das Fertigungsverfahren auf den Prüfstand. Das IPH unterstützte bei der Optimierung.

Viel Freiheit bei der Optimierung

Fertigungsverfahren, Material, Geometrie – dass alle drei Bereiche im Rahmen einer Produktoptimierung angepasst werden dürfen, ist ungewöhnlich. Üblicherweise gibt es mindestens einen unveränderlichen Bereich, der als Ausgangspunkt dient. Ist das Material festgeschrieben, können dazu passende Fertigungsverfahren recherchiert werden. Steht das Fertigungsverfahren fest – beispielsweise, weil das Unternehmen keine neuen Maschinen anschaffen will – kann die Geometrie optimiert werden. Steht die Geometrie fest, kann ein anderes Material genutzt werden, um die Produkteigenschaften zu verbessern. Sind alle drei Bereiche offen für Veränderungen, lässt das sehr viel Freiheit bei der Optimierung und gleichzeitig entstehen endlose Kombinationsmöglichkeiten, die das Projekt äußerst komplex werden lassen.

Die IPH-Ingenieur:innen gingen zunächst von der bisherigen Produktgeometrie aus und passten in enger Zusammenarbeit mit 3S die Konstruktion leicht an, um die mechanische Belastbarkeit zu erhöhen. Zudem nahmen sie die Anforderungen an das Produkt unter die Lupe. Dicht gegen Wasser und Staub muss es sein, beständig gegen Hitze, Kälte und Korrosion. Die Abmessungen des Produkts und die Stückzahl, die produziert werden soll, standen ebenfalls ungefähr fest.



Mit diesen Vorgaben fallen bereits all jene Materialien durchs Raster, die nicht wasserdicht sind, leicht rosten, nicht ausreichend temperaturbeständig sind oder in den benötigten Mengen schlicht zu teuer sind. In die engere Auswahl kamen unterschiedliche Stähle und Kunststoffe.

Bei den Fertigungsverfahren ging das IPH ebenfalls nach dem Ausschlussprinzip vor: Für die Additive Fertigung ist die geplante Stückzahl deutlich zu hoch, für viele andere kunststoffverarbeitende Verfahren ist sie zu gering. Sintern kommt aufgrund der Produktmaße nicht in Frage, die vollspanende Fertigung eignet sich wegen der Form des Produkts nicht. In die engere Auswahl kamen der Stahlguss, eine Kombination aus Tiefziehen und Schweißen sowie der thermoplastische Schaumguss.

Drei grobe Konstruktionsentwürfe haben die IPH-Ingenieur:innen vorbereitet und miteinander verglichen. Mithilfe von FEM-Simulationen prüften sie die mechanische Belastbarkeit und vergleichen sie mit dem aktuellen Produkt. Die Entwürfe, die in der Simulation Bestand hatten, werden nun im Detail konstruiert.

Kosten im Blick

Abschließend nehmen die Ingenieur:innen die Kosten in den Blick. Für unterschiedliche Kombinationen aus Geometrie, Fertigungsverfahren und Material werden sie Angebote unterschiedlicher Fachfirmen einholen, die das Produkt fertigen können – und anschließend die Kosten miteinander vergleichen. Auf dieser Basis kann die 3S Antriebe GmbH gut informiert eine Entscheidung treffen, wie ihr Produkt künftig aussehen, aus welchem Material es bestehen und mit welchem Verfahren es gefertigt werden soll.

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

Sharing Economy in der Industrie

Kapazitäten teilen: Wie geht das? IPH und IPRI entwickeln Leitfaden

Schwankende Nachfrage ist eine Herausforderung für produzierende Unternehmen. Steigt die Nachfrage plötzlich, können manche Aufträge nicht mehr bedient werden; bricht die Nachfrage ein, drohen finanzielle Verluste und Kurzarbeit. In beiden Fällen gibt es eine Lösung: Betriebe können Produktionskapazitäten miteinander teilen.

Teilen ist Trend. Das zeigt der Erfolg von Unternehmen wie Uber, airbnb oder Spotify. Gemeinsam genutzte Fahrzeuge ersetzen das eigene Auto, untervermietete Wohnungen ersetzen Hotelzimmer, gestreamte Musik ersetzt gekaufte Datenträger. Menschen mieten Dinge, statt Besitz anzuhäufen – und was sie aktuell nicht benötigen, wird vermietet.

Produzierende Unternehmen können Kapazitäten teilen

Das Prinzip der Sharing Economy lässt sich auch auf die Industrie übertragen. Bekommt ein Unternehmen plötzlich mehr Aufträge, als es bearbeiten kann, kann es Maschinenkapazitäten von externen Betrieben anmieten. Bricht dagegen die Nachfrage ein, kann es Aufträge von anderen Firmen übernehmen und auf diese Weise die eigenen Mitarbeitenden und den Maschinenpark auslasten.

Vom Kapazitäten-Sharing profitieren immer beide Seiten. Doch es gibt Hindernisse. Überlastete Unternehmen brauchen in der Regel kurzfristig Unterstützung und wissen oft nicht, welche Betriebe gerade freie Kapazitäten haben. Und den Firmen, die unter geringer Nachfrage leiden, ist meist nicht klar, woher sie externe Aufträge bekommen sollen. Ein weiteres Hemmnis ist die Sorge um sensible Daten: Wenn Unternehmen Aufträge auslagern, müssen sie sicher sein, dass Detailinformationen über Produkte und Herstellungsverfahren nicht bei der direkten Konkurrenz landen.

Leitfaden zum Kapazitäten-Sharing

Orientierung bietet der Leitfaden zum Kapazitäten-Sharing, den Wissenschaftler:innen am IPH und am International Performance Research Institute (IPRI) geschrieben haben. Der Leitfaden ist das Ergebnis des gemeinsamen Forschungsprojekts KapShare. Ziel des Projekts war es, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) im verarbeitenden Gewerbe zu befähigen, Produktionskapazitäten branchenübergreifend



auszutauschen – über digitale Plattformen. Mehr als 30 solcher Sharing-Plattformen haben das IPRI und das IPH untersucht. Unternehmen können sich dort als Anbieter oder Nachfrager registrieren, müssen angeben, welche Produkte sie fertigen und über welche Maschinen sie verfügen. Die Plattformen bringen Unternehmen automatisch zusammen. Bei einigen Plattformen wird nicht nur der Angebotsprozess digital abgewickelt, sondern auch die Dokumentation der einzelnen Produktionsschritte und die Rechnungsstellung. Dieser standardisierte Ablauf spart sehr viel Zeit und verhindert Fehler durch ungenaue Absprachen.

Vom Kapazitäten-Sharing profitieren nicht nur KMU, die Auftragsschwankungen ausgleichen wollen, sondern auch Handwerker oder Start-Ups, denen spezialisierte Maschinen fehlen. Ob das eigene Unternehmen von Sharing-Plattformen profitieren kann, lässt sich mit dem Anwendungstool herausfinden, welches das IPH und das IPRI entwickelt haben. Unternehmen müssen Fragen beantworten und erhalten im Anschluss eine Einschätzung, ob sie als Anbieter, Nachfrager oder beides in Frage kommen und welche der über 30 Sharing-Plattformen für sie am geeignetsten sind.

Der Trend zum Teilen kann helfen, die nächste Krise zu meistern. Denn wenn Produktionskapazitäten branchenübergreifend geteilt werden, lassen sich Überlastung und Lieferschwierigkeiten ebenso abfedern wie finanzielle Verluste und Kurzarbeit.

kapshare.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 20801 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 Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Werksgelände verkehrssicher machen

IPH entwickelt Verkehrswegekonzept im Auftrag eines Kunden

Gabelstapler, Fußgänger, Autos, Lastwagen: Je mehr Verkehrsteilnehmer sich enge Straßen teilen, desto unübersichtlicher wird es und das Risiko für Unfälle steigt. Für mehr Sicherheit auf dem Werksgelände will ein großes Industrieunternehmen sorgen und hat das IPH damit beauftragt, ein Verkehrswegekonzept zu entwickeln.

Produktionshallen, Läger, Bürogebäude, eine Kantine: Auf dem 60.000 Quadratmeter großen Werksgelände des Industrieunternehmens befinden sich etwa 20 einzelne Gebäude, dazwischen schmale Straßen, durch die sich Lieferfahrzeuge, Gabelstapler und Fußgänger schieben. Besonders zu Schichtbeginn und Schichtende wird es eng sowie in der Mittagszeit, wenn die Mitarbeitenden in die Kantine strömen. Gelegentlich versperren parkende Autos oder rangierende Lastwagen den Weg. Und nicht überall gibt es Bürgersteige, was die Verkehrssituation insbesondere für Fußgänger gefährlich macht.

Verkehrswegekonzept für das gesamte Betriebsgelände

Wie lässt sich auf begrenztem Raum mit vielen verschiedenen Verkehrsteilnehmern für Sicherheit sorgen? Mit dieser Frage hat sich das Industrieunternehmen ans IPH gewandt. Ein bisher einzigartiges Projekt: Noch nie zuvor hat das IPH ein Verkehrswegekonzept für ein komplettes Betriebsgelände entwickelt. Allerdings haben die IPH-Ingenieur:innen viel Erfahrung mit der Wegeführung innerhalb von Fabriken. In zahlreichen Projekten haben sie beispielsweise Wegenetze für Transportfahrzeuge geplant und Materialflüsse optimiert. Nun wird das Ganze aus geschlossenen Produktionsgebäuden unter freiem Himmel verlagert. Das Vorgehen ist jedoch ähnlich.

Zunächst haben sich die IPH-Ingenieur:innen die Situation vor Ort angeschaut und gemeinsam mit Vertreter:innen des Kundenunternehmens das Betriebsgelände besichtigt. Auf welchen Routen bewegen sich die meisten Fußgänger? Wo sind Engstellen, an denen es häufig zu Staus kommt? Wo ist das Unfall-Risiko am größten? All dies hat das Projektteam des IPH genau dokumentiert. Auch Richtlinien und Vorgaben haben die Ingenieur:innen recherchiert, unter anderem die Technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR). Darin ist beispielsweise die Mindestbreite von Wegen für den Fußgänger- und Fahrzeugverkehr festgelegt – allerdings nicht in absoluten Werten, sondern in Abhängigkeit von der Zahl der Personen und der Breite der Fahrzeuge, welche die Wege nutzen.



Mit einer Karte des Werksgeländes vor sich und den Vorschriften im Hinterkopf ging das Projektteam an die Planung. Sie zeichneten Straßen für Lastwagen und Autos ein, definierten Wege für Fußgänger und legten eigene Routen für Gabelstapler fest.

Um die Sicherheit für Fußgänger zu erhöhen, werden künftig Fahrzeugverkehr und Fußwege voneinander getrennt – durch Bürgersteige, farbliche Markierungen oder Geländer. Bodenwellen sollen dafür sorgen, dass Autos die Geschwindigkeitsbegrenzung einhalten, Poller verhindern, dass Autos zu dicht vor Türen oder Durchgängen parken und vorbeifahren, Zebrastreifen ermöglichen es, die Straße sicher zu überqueren. Vor der Kantine dürfen künftig keine Autos, Lastwagen und Gabelstapler mehr fahren, dort soll eine Fußgängerzone eingerichtet werden.

Abgeteilte Bürgersteige nützen allerdings nicht nur den Fußgängern. Es entsteht auch weniger Stau, wenn Fußgänger ihre eigenen Wege nutzen, statt gezwungenermaßen auf der Straße zu gehen. Sehr enge Straßen mit starkem Lieferverkehr sollen in Zukunft gänzlich für Fußgänger gesperrt werden – und Straßen, die zu schmal für Gegenverkehr sind, werden zu Einbahnstraßen.

Ziel: Höhere Verkehrssicherheit, weniger Staus, mehr Effizienz

Bei einem Verkehrswegekonzept gibt es keine korrekte Lösung, sondern viele mögliche Varianten. Auf welcher Seite der Straße sich der Fußweg befindet und in welche Richtung die Einbahnstraße führt, ist zum Teil Geschmacksache. Egal ist es jedoch nicht, sondern es muss zu den Vorlieben der Mitarbeitenden passen, damit diese die neue Verkehrsführung akzeptieren statt ignorieren. Die IPH-Ingenieur:innen haben daher zunächst einen Vorschlag erarbeitet und den Unternehmensvertreter:innen vorgestellt – und das Konzept anschließend nach Kundenwunsch angepasst. Nun liegt es am Unternehmen, das Konzept umzusetzen und damit nicht nur die Sicherheit für die Mitarbeitenden zu erhöhen, sondern auch Staus vorzubeugen und einen effizienteren Lieferverkehr zu ermöglichen.

Entlastung für das Schmiedepersonal

Ergonomische Schmiedezangen senken den notwendigen Kraftaufwand

Schmiedezangen, die ihren Nutzern buchstäblich eine Last abnehmen, hat das IPH im Forschungsprojekt ErgoZang entwickelt und getestet. Die Werkzeuge senken die Belastung nachweislich und schonen die Gesundheit der Mitarbeitenden in einer Branche, die körperliche Höchstleistungen fordert.

In großer Hitze schwere Lasten tragen: Die Arbeit in Schmiedeunternehmen ist körperlich enorm anstrengend. Weil die kiloschweren Metallteile glühend heiß sind, müssen sie mit einer Zange festgehalten und weit entfernt vom Körper getragen werden. Das erfordert deutlich mehr Kraft, als einen Gegenstand nah am Körper zu transportieren.

Doch wie lässt sich die körperliche Belastung beim Schmieden verringern? Dieser Frage sind die Ingenieur:innen am IPH im Forschungsprojekt ErgoZang nachgegangen. Zunächst haben sie evaluiert, welche Körperbereichen wie stark belastet sind. Dazu haben sie Mitarbeitende in Schmiedeunternehmen befragt sowie Greifkraftmessungen und Kalorienmessungen während der Arbeit durchgeführt.

Das Ergebnis: Die stärkste Belastung tritt im Bereich der Arme und Hände auf. Der Kraftaufwand hängt nicht nur vom Gewicht des Bauteils ab, sondern auch von der Geometrie: Langteile wie Querlenker sind bei gleichem Bauteilgewicht schwerer zu transportieren als gedrungene Teile wie etwa Flansche.

Schmiedeteile fest im Griff dank ergonomischer Zange

Die größte Anstrengung entsteht dadurch, dass herkömmliche Schmiedezangen dauerhaft zugehalten werden müssen. Um diese Belastung zu verringern, haben die Ingenieur:innen mehrere ergonomische Schmiedezangen entwickelt, die die Schmiedeteile fest im Griff haben. Sie haben Prototypen gebaut und in der Versuchshalle des IPH getestet. Bei der sogenannten Grip-Zange (siehe Foto) können die Nutzer:innen einen Hebel betätigen, um die Zange fest zu verschließen. Bei der Zugfederzange haben die IPH-Ingenieur:innen eine Feder zwischen die Zangenschenkel integriert, welche die Zange geschlossen hält. Die Nutzer:innen müssen die Zange aktiv öffnen, um ein Bauteil zu greifen oder loszulassen – zum Zuhalten ist dagegen kein Kraftaufwand notwendig. Die Kniehebelzange verstärkt die Handgreifkraft dank des Hebelprinzips um ein zehnfaches.



Alle drei Zangenkonzepte verringern die notwendige Handschließkraft und sorgen so für spürbare Entlastung. Angenehmer Nebeneffekt: Da die Mitarbeitenden nicht mehr so fest zugreifen müssen, werden auch die Stöße und Schwingungen beim Schmieden nicht mehr so stark auf den Körper übertragen.

Traggestell sorgt für schwereloses Führen der Bauteile

Kombinieren lassen sich die ergonomischen Zangen mit einem Traggestell, das den Nutzern die Last aus den Händen nimmt und das Gewicht auf dem Rücken verteilt. Das Schmiedepersonal trägt dabei eine Art Rucksack mit einem Balancer-System, das durch ein Zugseil mit der Zange verbunden wird. Dieses System balanciert das Gewicht so aus, dass das Bauteil beinahe schwerelos vor dem Mitarbeitenden schwebt und nicht mehr hochgehoben, sondern nur noch geführt werden muss.

Je nach Anwendungsfall, Gewicht und Geometrie des Bauteils sowie persönlicher Vorliebe ist ein anderes Ergonomie-Konzept sinnvoll. Mit einer individuellen Kombination der verschiedenen Lösungen sinkt für alle Schmiede-Mitarbeitenden der Kraftaufwand bei der Arbeit und das Risiko für körperliche Schäden. Dadurch können sie ihren Beruf konzentrierter, motivierter und gesünder über einen längeren Zeitraum ausüben.

ergozang.iph-hannover.de

 youtu.be/bPn0KRHT0MA

Das IGF-Vorhaben 20505 N/1 der Forschungsgesellschaft Stahlverformung (FSV) e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Schafft Platz für die Produktion!

Steigende Nachfrage nach Laborgeräten – IPH entwickelt Fabriklayout

Rasanten Wachstum trifft auf veränderte Produktionsbedingungen: Vor dieser Herausforderung stand die Systec GmbH in der Corona-Pandemie. Der Labortechnik-Hersteller vergrößerte sein Produktionsgebäude und beauftragte das IPH mit der Layoutplanung. Einzigartig an diesem Projekt: Alle Mitarbeitenden kamen zu Wort.

Die Corona-Pandemie hat viele Unternehmen vor Herausforderungen gestellt – auch die Systec GmbH, die Autoklaven für Laboranwendungen herstellt. Die Nachfrage nach diesen Produkten stieg durch die Pandemie sprunghaft an, während sich gleichzeitig die Produktionsbedingungen verschärften: Das Unternehmen musste den Abstand zwischen den Montagearbeitsplätzen vergrößern, um die Gesundheit der Mitarbeitenden zu schützen. Und so wurde im Frühjahr 2020 im Produktionsgebäude in Osnabrück der Platz knapp. Noch knapper als zuvor – denn auch in den Vorjahren war die Systec GmbH stetig gewachsen.

Abhilfe schaffen sollte ein Anbau. Die einzelnen Produktions- und Lagerhallen auf dem Werksgelände sollten zu einem großen Gebäudekomplex verbunden werden. Zusätzlich wollte die Systec GmbH sämtliche im Gebäude untergebrachten Bereiche – vom Lager über die Montage bis zur Qualitätsprüfung – möglichst effizient anordnen und beauftragte das IPH mit der Layoutplanung für das gesamte Werksgelände. Im Zentrum stand die Frage: Wie viele Arbeitsplätze lassen sich maximal im neuen Gebäude unterbringen, sodass die Mitarbeitenden komfortabel arbeiten können und überall ausreichend Sicherheitsabstand eingehalten wird?

Layoutplanung von der Basis: Alle Mitarbeitenden kommen zu Wort

Einzigartig an diesem Projekt war die intensive Beteiligung aller Mitarbeitenden. Die Ingenieur:innen am IPH planen seit Jahrzehnten Fabriken für ihre Kunden. In diesen Projekten ist es üblich, die Anforderungen an das Fabriklayout mit Vertretern aller Abteilungen zu besprechen. Eher unüblich ist es, jeden einzelnen Mitarbeitenden zu Wort kommen zu lassen.

Im Fabrikplanungsprojekt mit Systec war genau das der Fall: In einer anonymen Online-Umfrage hatten alle Mitarbeitenden die Möglichkeit, Wünsche, Kritik und Verbesserungsvorschläge zu äußern. Die Fabrikplanenden des IPH werteten die Umfrage aus und besprachen die Ergebnisse mit Vertretern aller Abteilungen im



Unternehmen. Die Ergebnisse der Befragung flossen anschließend in die Layoutplanung ein: Viele Mitarbeitende klagten über Platzprobleme, beengte Arbeitsplätze und fehlende Ablageflächen.

Mehr Flexibilität durch modulare Arbeitsplätze

Im neuen Fabriklayout, das das IPH entwickelt hat, bekommen fast alle Bereiche mehr Platz. Doch nicht nur das. Die Fabrikplanenden haben standardisierte Arbeitsplatz-Module entwickelt, sodass es in Zukunft nur noch drei unterschiedliche Arten von Arbeitsplätzen geben wird. Das erleichtert zum einen die Layoutplanung – identische aufgebaute Arbeitsplätze mit fester Größe lassen sich im Fabriklayout einfacher anordnen als unzählige individuelle Bereiche – und zum anderen die Arbeit für die Mitarbeitenden der Systemec GmbH. Denn künftig kann jede Mitarbeiterin und jeder Mitarbeiter an unterschiedlichen Arbeitsplätzen tätig werden und findet sich überall gleichermaßen zurecht.

Die mechanische und die elektrische Montage werden in Zukunft an ein- und demselben Arbeitsplatz durchgeführt. Bisher wurden die halbfertigen, schweren technischen Geräte über das Werksgelände von einem Arbeitsplatz zum anderen transportiert – künftig bleiben sie an Ort und Stelle und die spezialisierten Mitarbeitenden bewegen sich zum Produkt. Das schafft Flexibilität und spart Zeit.

Mit dem neuen Fabriklayout ist die Systemec GmbH zukunftsfähig aufgestellt. Das vergrößerte Produktionsgebäude bietet ausreichend Fläche, um mehr Montagearbeitsplätze als bisher unterzubringen, die gleichzeitig deutlich mehr Platz bieten. Die Wünsche der Mitarbeitenden sind in die Planung eingeflossen – mit dem Ziel, die Zufriedenheit im Team zu steigern.

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

Medizinprodukte aus dem 3D-Drucker

Produktqualität überwachen mit Sensoren und Künstlicher Intelligenz

Individuelle Implantate, Zahnschienen oder Gelenkschienen: Dank Additiver Fertigung lassen sich Medizinprodukte perfekt an den Körper des Patienten anpassen. Eine Herausforderung für Hersteller ist allerdings die Qualitätssicherung. Daran forschen das IPH und das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen.

Die Additive Fertigung ermöglicht es, relativ kostengünstig Produkte in Losgröße 1 herzustellen – also Einzelstücke, die individuell für die Kundin oder den Kunden entworfen wurden. Der große Vorteil des 3D-Drucks ist jedoch gleichzeitig ein Nachteil, wenn es um die Qualitätssicherung geht. Während bei der Serienfertigung stichprobenhafte Qualitätsprüfungen ausreichen, muss bei der Additiven Fertigung jedes einzelne Teil geprüft werden.

Besonders kritisch ist dies bei personalisierten Medizinprodukten, denn hier gelten sehr hohe Qualitätsanforderungen. Die Herstellerunternehmen müssen garantieren können, dass sich keine unsichtbaren Risse oder Poren im Bauteil befinden, dass die exakte Geometrie eingehalten wird und dass die gewünschten mechanischen Eigenschaften erzielt werden. So darf beispielsweise eine individualisierte Schiene, die nach einem Bänderriss am Fußgelenk angebracht wird, auf keinen Fall versagen.

Diese hohen Qualitätsanforderungen treffen auf ein Herstellungsverfahren, das äußerst empfindlich auf Parameter- und Umgebungsveränderungen reagiert. Die Qualität im 3D-Druck wird von unzähligen Faktoren beeinflusst: Von der Art des verwendeten Materials, der Umgebungstemperatur, der Temperatur, bei der das Filament aufgeschmolzen wird, der Druckgeschwindigkeit, den Vibrationen des Druckkopfs und vielem mehr.

Wie lässt sich die Qualität im 3D-Druck sicherstellen?

Ein Qualitätssicherungssystem für die Additive Fertigung entwickeln das IPH und das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen im gemeinsamen Forschungsprojekt "SAViour". Die Wissenschaftler:innen staten einen industriellen Kunststoff-3D-Drucker mit Sensortechnik aus und erfassen so viele Daten wie möglich: Vibrationen und Temperaturen an verschiedenen Stellen innerhalb der Anlage,



Luftfeuchtigkeit, Geometrie und Vorschubgeschwindigkeit des verwendeten Filaments sowie einiges mehr. Zudem entwickeln sie ein Qualitätsmodell, das diese riesige Menge an gesammelten Informationen mithilfe von Künstlicher Intelligenz auswertet. So ermitteln die Wissenschaftler:innen mögliche Einflussfaktoren auf die Qualität der gedruckten Bauteile.

Additive Fertigungsprozesse einfach per App überwachen

Letztlich wollen das IPH und das WZL eine App entwickeln, die es auch Laien ermöglicht, 3D-Druckprozesse zu überwachen. Die App interpretiert die Sensordaten automatisch, dokumentiert Fehler und gibt eine Rückmeldung zur Druckqualität. Bei schwerwiegenden Fehlern, die das Bauteil unbrauchbar machen könnten, kann der Druckprozess frühzeitig gestoppt werden. Daraufhin können die Druckeinstellungen angepasst und bei Bedarf Fachpersonal hinzugeholt werden.

Der Aufwand für die Qualitätssicherung im 3D-Druck wird damit erheblich reduziert. So lassen sich in Zukunft auch anspruchsvolle Bauteile wie personalisierte Medizinprodukte additiv fertigen – mit geprüfter Qualität.

saviour.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 21610 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 Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Digital wird der Mittelstand

Unternehmen erhalten kostenfreie Unterstützung bei der Digitalisierung

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in kleinen und mittleren Unternehmen vorantreiben: Dieses Ziel hat das neue Mittelstand-Digital Zentrum Hannover. Die Expert:innen besuchen Unternehmen vor Ort, vermitteln Wissen und unterstützen bei konkreten Projekten. Alle Angebote sind dank öffentlicher Förderung kostenfrei.

Das deutschlandweit erste Mittelstand-Digital Zentrum hat im Juni 2021 in Hannover seine Arbeit aufgenommen. Gefördert wird es mit 5,7 Millionen Euro vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz über einen Zeitraum von drei Jahren. Das Mittelstand-Digital Zentrum Hannover "Mit uns digital!" knüpft nahtlos an die bisherige Arbeit des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Hannover an, dessen Förderung Ende Mai 2021 nach fünfeinhalb Jahren Laufzeit zu Ende gegangen ist.

Digitalisierung ist mehr als IT

Mit mehr als 25 Zentren bundesweit unterstützt das Ministerium mit seinem Förderschwerpunkt "Mittelstand-Digital" kleine und mittlere Unternehmen vor Ort. Die Digitalisierung steht dabei im Mittelpunkt, allerdings geht es um mehr als nur die Nutzung der neuesten Soft- und Hardware. Die Expert:innen bieten handfeste Unterstützung bei zahlreichen Zukunftsthemen – von Künstlicher Intelligenz über Additive Fertigung bis zur Energieeffizienz, von IT-Sicherheit über digitales Lernen bis zur Arbeit 4.0. Im Mittelstand-Digital Zentrum Hannover bringen zahlreiche geförderte Partner ihr Know-how ein, darunter auch das IPH.

Alle Angebote sind praxisnah und sollen den Unternehmen einen konkreten wirtschaftlichen Nutzen bringen sowie unmittelbar zu ihrer Zukunftsfähigkeit beitragen. Je nachdem, wie weit die Unternehmen beim Thema Digitalisierung schon sind, gibt es unterschiedliche Unterstützungsmöglichkeiten.

Vom ersten Gespräch bis zum konkreten Projekt

Für viele Unternehmen ist ein Vor-Ort-Gespräch der erste Schritt, um die Digitalisierung konkret in Angriff zu nehmen. Mitarbeiter:innen des Zentrums besuchen die Betriebe und sprechen mit Fach- und Führungskräften über die firmenspezifischen Herausforderungen, Wünsche und erste Lösungsideen.



Weil qualifiziertes Personal entscheidend für die digitale Transformation ist, bietet das Zentrum eine Reihe von Workshops an. Die Teilnehmenden erhalten praxisnahes Wissen über "Drohnen im industriellen Einsatz", "Big Data und Data Mining in der Produktion und Logistik" sowie viele weitere Themen.

Digitalisierung hautnah erleben können Interessierte in der Demofabrik des Zentrums sowie in den Expertenfabriken in ganz Niedersachsen. Gezeigt werden dort kostengünstige Digitalisierungslösungen, die für kleine und mittlere Unternehmen erschwinglich sind. Weil nicht jede Technologie für jeden Betrieb gleichermaßen geeignet ist, werden verschiedene Einsatzmöglichkeiten live vorgeführt. So können Unternehmen besser einschätzen, welche Technologie für sie einen echten Nutzen bringt. Angeboten werden Vorführungen zu Automatisierung, Energietransparenz in der Produktion, IT-Security und vielen weiteren Themen.



Mit einer konkreten Digitalisierungsidee können sich Unternehmen jederzeit um Unterstützung bewerben. Eine Jury entscheidet, welche Projekte umgesetzt werden. Die Zentrums-Mitarbeitenden übernehmen dann für die Dauer von drei bis sechs Monaten beispielsweise das Projektmanagement und die Testaufbauten. Etliche Unternehmen hat das Zentrum schon unterstützt – etwa bei der Vernetzung von Maschinen, der systematischen Bearbeitung von Reklamationen oder der automatisierten Auftragsprüfung mit Künstlicher Intelligenz (mehr dazu auf Seite 56).

digitalzentrum-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 01MF21001B wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des Förderschwerpunkts Mittelstand-Digital gefördert.

Künstliche Intelligenz prüft Aufträge

IPH entwickelt KI-Modell für ein Unternehmen, das Zahnersatz fertigt

Ist die Bestellung fehlerfrei, sind die Angaben des Kunden schlüssig? Das mussten die Mitarbeitenden der CADSPEED GmbH früher bei jedem Auftrag manuell prüfen – etwa 200-mal am Tag. Deutliche Entlastung schafft die automatisierte Auftragskontrolle auf Basis von Künstlicher Intelligenz (KI), die das IPH entwickelt hat.

In fast jedem Beruf gibt es Routinetätigkeiten, die sich häufig wiederholen. Werden diese Tätigkeiten automatisiert, bleibt den Mitarbeitenden mehr Zeit für anspruchsvollere Aufgaben. Bei der CADSPEED GmbH gehörte die Auftragsprüfung zu diesen Routinetätigkeiten. Das kleine Unternehmen aus Nienhagen bei Celle stellt Zahnersatzprodukte her. Diese werden aus Keramik, Metall oder Kunststoff gefräst (siehe Foto) oder additiv gefertigt. Zahnarztpraxen bestellen die Produkte im Onlineshop und laden zu jedem Auftrag ein 3D-Modell hoch, damit der Zahnersatz zum individuellen Gebiss passt. Anschließend wählen die Kund:innen aus, um welches Produkt es sich handelt, welches Material verwendet werden soll und wie viele Zähne der Zahnersatz überbrücken soll – danach berechnet sich der Preis.

Bisher wurde jede einzelne Bestellung manuell kontrolliert. Die Mitarbeitenden der CADSPEED GmbH verglichen die hochgeladene Datei mit den Angaben in der Bestellung. Wird eine dreigliedrige Brücke bestellt, muss auch das 3D-Modell einer dreigliedrigen Brücke hochgeladen werden – andernfalls stimmt der Preis nicht. Erst nach sorgfältiger Prüfung geht der Auftrag in die Fertigung. Weil CADSPEED innerhalb von 24 Stunden produziert und liefert, muss die Prüfung sehr schnell gehen. Bisher prüften die Mitarbeitenden im Schnitt 200 Aufträge am Tag. In Zeiten mit ungewöhnlich vielen Bestellungen mussten Kolleg:innen aus anderen Abteilungen die Auftragsprüfung unterstützen – dann blieb deren Arbeit liegen.

Automatisierte Auftragsprüfung mit Künstlicher Intelligenz

In Zukunft werden die Bestellungen automatisiert geprüft und freigegeben. Das IPH hat für die CADSPEED GmbH eine automatisierte Auftragskontrolle auf Basis von Künstlicher Intelligenz (KI) entwickelt und in das Auftragssystem eingebunden. Die IPH-Ingenieur:innen haben dafür ein Künstliches Neuronales Netz und ein Convolutional Neural Network (CNN), das auf Bildverarbeitung spezialisiert ist, miteinander kombiniert. Mit dieser Kombination wird das Modell deutlich treffsicherer, als es auf Basis eines einzelnen Neuronales Netzes wäre.



Um die Künstliche Intelligenz zu trainieren, hat die CADSPEED GmbH über mehrere Wochen Auftragsdaten gesammelt. Die 3D-Modelle und die dazugehörige Klassifizierung wurden in das KI-Modell eingespeist. Je größer die Datenmenge, desto zuverlässiger wird das Ergebnis. Aktuell liegt die Erkennungsrate bei etwa 90 Prozent – das heißt, nur einer von zehn Aufträgen muss noch manuell überprüft werden. Alltägliche Bestellungen erkennt die KI sehr sicher, unübliche Aufträge kann das Modell nicht immer eindeutig zuordnen und leitet sie an die Mitarbeitenden weiter.

Die automatisierte Auftragskontrolle haben die IPH-Ingenieur:innen ins ERP-System der CADSPEED GmbH eingebunden. So werden Bestellungen nach Freigabe durch die KI unverzüglich im ERP-System gebucht und an die Fertigung weitergegeben. Über eine grafische Benutzeroberfläche können die CADSPEED-Mitarbeitenden jederzeit nachvollziehen, welche Aufträge gerade von der KI geprüft wurden.

Entlastung für Mitarbeitende, Wettbewerbsvorteil für das Unternehmen

Das KI-Modell hat das IPH im Rahmen eines Umsetzungsprojekts des Mittelstand-Digital Zentrums Hannover entwickelt. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) erhalten über das Zentrum Unterstützung bei ausgewählten Digitalisierungsprojekten – finanziert vom Bundeswirtschaftsministerium (siehe Seite 54). Für die CADSPEED GmbH war dadurch ein Teil des Projekts kostenfrei.

Für die Mitarbeitenden bringt die KI-Auftragskontrolle eine deutliche Entlastung, für die CADSPEED GmbH ist die Automatisierung ein echter Wettbewerbsvorteil: Aufträge werden schneller freigegeben, gefertigt und ausgeliefert.

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

Umzugsplanung für Unternehmen

Mathematische Optimierung soll den Fabrikumzug erleichtern

Unternehmen, die eine neue Fabrik planen oder ihre bestehende Produktionsstätte umgestalten, stehen am Ende vor der großen Herausforderung der Umzugsplanung. Wie gelingt die Neuordnung von Maschinen und Arbeitsplätzen schnell, effizient und kostengünstig? Zu dieser Frage forscht das IPH im Projekt "OptiFaU".

Auf jede Fabrikplanung folgt ein Fabrikumzug. Dabei werden unter anderem Maschinen an ihre neuen Standorte gebracht, neue Läger entstehen, Wege werden optimiert. Die Realisierung des neuen Layouts ist nicht nur zeitaufwändig und teuer – für viele Unternehmen ist es zudem eine große Herausforderung, die notwendigen Umzugsschritte sowie die Gesamtdauer des Fabrikumzugs zu bestimmen.

Keine Standardlösung für den Fabrikumzug

Noch aufwändiger als der Umzug an einen neuen Standort ist die Reorganisation, also die Neuordnung von Maschinen und Arbeitsplätzen in einer bestehenden Fabrikhalle. Insbesondere mit diesem Fall beschäftigt sich das IPH im Forschungsprojekt "OptiFaU". Ziel des Projekts ist es, Unternehmen dabei zu unterstützen, die individuell beste Strategie für den Fabrikumzug zu finden. Eine Standardlösung gibt es nicht: Während es für Firma A kostengünstiger sein kann, den Umzug ganz allmählich über mehrere Wochen mit dem eigenen Personal zu erledigen und die Produktion währenddessen weiterlaufen zu lassen, so kann es für Firma B die bessere Lösung sein, den Betrieb für einige Tage komplett stillzulegen und den Umzug mit externer Hilfe so schnell wie möglich durchzuziehen.

Besonders komplex wird die Umzugsplanung durch die Tatsache, dass die einzelnen Teilschritte sowohl zeitlich als auch räumlich voneinander abhängen. Bevor eine Maschine an ihren neuen Standort gebracht werden muss, ist dort zunächst einmal Platz zu schaffen. Womöglich muss der Boden verstärkt, ein Starkstromanschluss gelegt oder ein Abluftsystem installiert werden, bevor die Maschine den neuen Platz einnehmen kann. Und nicht nur die Maschine selbst muss umziehen, sondern auch Schaltschränke, Pufferregale und einiges mehr.

In bestehenden Fabriken gibt es meist kaum Platz, um Maschinen und Geräte zwischenzulagern. Deshalb müssen alle Teilschritte perfekt ineinandergreifen. Mit jeder Maschine und jedem Arbeitsplatz, die verlagert werden, entstehen für kurze Zeit



Freiflächen für die folgenden Umzugsschritte. Und der erste Schritt in dieser Abfolge ist oft entscheidend für den gesamten weiteren Verlauf des Umzugs – deshalb sollten Unternehmen gut abwägen, wie sie den Umzug beginnen.

Im Forschungsprojekt "OptiFaU" ermitteln die IPH-Wissenschaftler:innen zunächst alle Faktoren, welche die Umzugsstrategie beeinflussen. Anschließend fassen sie diese Einflussfaktoren in einem mathematischen Optimierungsmodell zusammen, mit dem Ziel, eine kostenoptimale Lösung zu finden. Einfach ausrechnen lässt sich diese Lösung nicht – dafür ist das Modell zu komplex. Stattdessen entwickeln die Wissenschaftler:innen einen optimierenden Algorithmus, der sich der idealen Lösung annähert.

Projektziel: Kostenfreies Planungstool für Unternehmen

Anschließend soll das Optimierungsmodell in einem Planungswerkzeug umgesetzt werden. Dieses Tool soll aus den eingegebenen Daten mehrere Umzugspläne erstellen und bewerten – beispielsweise nach Kosten- und Zeitaufwand. Interessierte Unternehmen können die Software nach Projektabschluss kostenfrei nutzen und erhalten damit eine Hilfestellung, um Fabrikumzüge in Zukunft besser zu planen.

optifau.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 21514 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 Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Blutspenden automatisiert handhaben

Machbarkeitsstudie: Fahrerloser Transport und Roboter beim DRK?

Auch bei der Verarbeitung von Blutspenden lassen sich Arbeitsschritte automatisieren. Beim DRK-Blutspendedienst NSTOB in Springe könnten künftig fahrerlose Fahrzeuge die Blutbeutel transportieren und Roboterarme die Zentrifugen bestücken. Ob das machbar ist und ob es sich lohnt, analysiert das IPH.

Blut ist ein einmaliger Rohstoff. Es ist lebensrettend und somit besonders wertvoll – und es lässt sich nicht lange lagern. Das gesamte Spenderblut, das die DRK-Teams tagsüber sammeln, muss deshalb in der folgenden Nacht zu Blutplasma, Thrombozytenkonzentraten und Erythrozytenkonzentraten verarbeitet werden. Beim DRK-Blutspendedienst NSTOB in Springe sind das etwa 2.000 Blutspenden pro Nacht, allerdings mit starken Schwankungen, weil die Spendenbereitschaft nicht immer gleich hoch ist.

Derzeit geht es in der Produktion recht beengt zu. Um mehr Platz zu schaffen, entsteht mit Unterstützung des IPH eine zusätzliche Fabrikhalle. 2024 soll das neue Gebäude bezogen werden, parallel dazu werden die bestehenden Produktionsräume umgebaut. Der DRK-Blutspendedienst NSTOB will die Produktion nicht nur erweitern, sondern auch umfassend modernisieren. Die Materialflüsse und die Logistik sollen optimiert und einzelne Arbeitsschritte automatisiert werden. Auch hierbei unterstützt das IPH.

Spenderblut wird manuell transportiert

Aktuell werden sehr viele Arbeitsschritte von Hand erledigt. Die Mitarbeitenden sortieren die Blutbeutel am Fließband und legen sie paarweise in Becher, mit denen später die Zentrifugen bestückt werden. Anschließend werden die Becher mit einem Rollwagen zu den Zentrifugen geschoben und jeweils sechs Becher in eine Zentrifuge gestellt (siehe Foto).

Ob und wie sich dieser Prozess automatisieren lässt, prüft derzeit das IPH im Auftrag des DRK-Blutspendedienstes NSTOB. In Zukunft soll ein Fahrerloses Transportsystem (FTS) die vorbereiteten Becher zu den Zentrifugen bringen. Ein Gelenkarmroboter soll die Zentrifugen autonom beladen und entladen, anschließend soll das FTS die Becher mit den zentrifugierten Blutbeuteln zur nächsten Station transportieren.



IPH entwickelt Automatisierungskonzepte

Welche FTS- und welche Roboter-Typen dafür in Frage kommen, über welche Schnittstellen sie miteinander kommunizieren können, wie viel Platz eine solche automatisierte Lösung benötigt und wie hoch die Kosten dafür sind – das untersucht das IPH seit Herbst 2021. Die Ingenieur:innen erstellen ein umfassendes Automatisierungskonzept mit Machbarkeitsanalyse und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und schreiben ein prozessorientiertes Lastenheft, mit dem sie auf potenzielle Anbieter zugehen werden.

Blut ist ein einmaliger Rohstoff, der Umgang mit Blut birgt daher spezielle Herausforderungen. Zum einen schwanken die Mengen sehr stark, die pro Tag angeliefert werden, und die Spenden müssen sofort verarbeitet werden. Damit es auch an Tagen mit sehr hoher Spenderbereitschaft nicht zu Staus in der Produktion kommt, sind Pufferflächen notwendig. Zum anderen dürfen die Blutbeutel auf keinen Fall beschädigt werden und müssen sehr vorsichtig behandelt werden – insbesondere nach dem Zentrifugieren, sonst vermischen sich die Komponenten wieder. Entscheidend ist eine sanfte Übergabe sowohl vom Roboter an das FTS als auch vom FTS an das Lager vor der nächsten Arbeitsstation.

Im Lastenheft fassen die IPH-Ingenieur:innen sämtliche Anforderungen an das FTS, den Roboter, die Zentrifugen, die Übergabestationen und die Lager zusammen. Sie holen Angebote verschiedener Hersteller ein und treffen eine Vorauswahl für alle Teilsysteme. Abschließend präsentieren sie dem DRK-Blutspendedienst NSTOB ein Automatisierungskonzept, sodass dieser gut informiert über die Umsetzung entscheiden kann.

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

Lebensdauer exakt vorhersagen

Werkzeuge optimal ausnutzen dank vorausschauender Überwachung

Wie viele Bauteile können wir noch herstellen, bevor das Schmiedewerkzeug ausgetauscht werden muss? Umformtechniker können diese Frage bisher nicht exakt beantworten, sondern nur auf Basis von Erfahrungswissen abschätzen. Das IPH arbeitet an einer exakten Prognose der Lebensdauer.

Eine vorausschauende Prozessüberwachung, welche die Lebensdauer von Schmiedewerkzeugen exakt vorhersagt, entwickelt das IPH im Forschungsprojekt "VorÜber". Das Ziel der Forschenden ist eine Prognose auf quantitativer Basis: Das System soll exakt vorhersagen, ob sich mit dem Werkzeug noch 1000 Bauteile schmieden lassen, noch 300 oder nur noch 56.

Genauere Vorhersage durch kombiniertes Messsystem

Wenn sich ein Schmiedewerkzeug abnutzt, verändern sich sowohl seine Form als auch die auftretenden Kräfte. Für eine möglichst genaue Vorhersage wollen die Forschenden beides überwachen: Sie kombinieren also ein optisches Messverfahren mit einem Kraftmessverfahren. Das optische Messsystem – beispielsweise eine Kamera oder ein Laserscanner – macht in regelmäßigen Abständen Aufnahmen von der Gravur des Schmiedewerkzeugs; das Kraftmesssystem erfasst parallel dazu den Kraftverlauf im Schmiedewerkzeug während des Umformprozesses. Die beiden Messverfahren ergänzen sich und liefern im Zusammenspiel eine sehr genaue Vorhersage.

Im Forschungsprojekt soll zunächst ein mathematisches Modell erarbeitet werden, das eine Vorhersage der Reststandmenge des verwendeten Schmiedewerkzeugs ermöglicht. Innerhalb des mathematischen Modells stellen die Forschenden eine Verschleißfunktion auf. Die Funktion speist sich aus den Daten, die das kombinierte Messsystem aufnimmt, und ist nach einigen Messungen in der Lage, eine Prognose zu erstellen: Wie viele Schmiedungen sind noch möglich, bis die Abnutzung zu stark wird? Je größer die Zahl der Messungen, desto genauer das Ergebnis – die Verschleißfunktion optimiert sich selbst.

Ziel ist es, das Schmiedewerkzeug optimal auszunutzen und weder zu früh noch zu spät auszutauschen. Denn wenn das Werkzeug überstrapaziert wird, wird die gewünschte Schmiedeteilqualität nicht mehr erreicht und das Unternehmen produ-



ziert Ausschuss. Darüber hinaus kann es vorkommen, dass das Werkzeug Risse bekommt oder bricht – dann steht die Schmiedepresse plötzlich still, bis das Unternehmen für Ersatz gesorgt und ein neues Werkzeug eingebaut hat.

Wirtschaftliche Fertigung durch optimale Werkzeugnutzung

Um herauszufinden, welches Einsparpotenzial das Prognosemodell bietet, werden die Forschenden gegen Ende des Projekts eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchführen.

Ausschuss und Ausfallzeiten können hohe Kosten verursachen – das Schmiedewerkzeug vorsichtshalber deutlich früher auszutauschen oder in Stand zu setzen ist jedoch ebenfalls unwirtschaftlich. Am wirtschaftlichsten ist es für Unternehmen, jedes Schmiedewerkzeug exakt so lange zu nutzen, wie es Gutteile produziert und keinen Schaden nimmt – nicht länger, aber auch nicht kürzer.

Mit seiner Forschung unterstützt das IPH die deutsche Schmiedeindustrie, ihre Stückkosten zu senken und auf dem internationalen Markt wettbewerbsfähig zu bleiben.

vorueber.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 21676 N/1 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 Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Welches ERP-System passt optimal?

Orientierung im Software-Dschungel: IPH unterstützt bei der Auswahl

Effizienter arbeiten und Fehler vermeiden: Das ermöglicht ein ERP-System. Doch welche der unzähligen Softwarelösungen am Markt passt am besten zu den individuellen Anforderungen eines mittelständischen Unternehmens? Diese Frage stellte sich die BÖWE-Elektrik GmbH – und bat das IPH um Unterstützung.

Welches ERP-System passt am besten? Die Frage lässt sich ebenso wenig pauschal beantworten wie die Frage, welcher Schuh am besten passt. Ein guter Berater oder eine gute Beraterin empfiehlt nicht einfach das meistverkaufte oder das teuerste Modell, sondern stellt zunächst etliche Fragen: Welche Schuhgröße soll es sein? Welches Material wird bevorzugt? Wo wird der Schuh getragen: Beim Sport, auf der Baustelle oder im Büro? Bei welchem Wetter? Anschließend trifft der Beratende eine Vorauswahl, lässt den Kunden anprobieren und selbst entscheiden.

ERP-Auswahl: Überblick über unzählige Softwarelösungen am Markt

Bei der Software-Auswahl ist es ähnlich. Im Bereich des Enterprise-Ressource-Planning (ERP) gibt es unzählige Softwarelösungen von bekannten und unbekanntem Herstellern, die sich für verschiedene Einsatzzwecke eignen. Es gibt maßgefertigte ERP-Systeme, die speziell für die Anforderungen eines ganz bestimmten Unternehmens programmiert werden. Kostengünstiger ist in der Regel eine Softwarelösung "von der Stange". Damit diese optimal passt, ist eine gute Beratung unerlässlich – von Expert:innen, die möglichst viele Anbieter kennen, die Vor- und Nachteile überblicken sowie die richtigen Fragen stellen, um möglichst genau einzugrenzen, für welche Zwecke das System eingesetzt werden soll.

Die Auswahl eines ERP-Systems ist selbstverständlich um ein Vielfaches komplexer als ein Schuhkauf und dauert oft mehrere Monate. Die IPH-Ingenieur:innen verschaffen sich zunächst einen Eindruck davon, wie das Kundenunternehmen funktioniert. Dafür sprechen sie mit Mitarbeitenden aus allen Abteilungen, nehmen die Prozesse unter die Lupe und schauen sich die bisher genutzte Software an. Aus all diesen Informationen schreiben die IPH-Ingenieur:innen ein Lastenheft. Darin ist zusammengefasst, was die neue Software können muss.

Die BÖWE-Elektrik GmbH – ein Spezialist für Kabelkonfektionen mit 180 Mitarbeitenden an zwei Standorten – will mit dem neuen ERP-System beispielsweise Kun-



daten erfassen, Aufträge verwalten, Änderungswünsche der Kunden dokumentieren, Produktionsprozesse überwachen und die Qualitätsprüfung unterstützen. Das ERP-System soll es ermöglichen, Auftragsdaten vom Vertrieb an die Produktion und anschließend an die Qualitätsprüfung weiterzugeben. Wo bisher unzählige E-Mails geschrieben und Gespräche geführt werden, sollen künftig alle Daten direkt ins System eingegeben und automatisch an die zuständigen Mitarbeitenden übermittelt werden.

ERP-Systeme sind mächtige Softwarelösungen, die alle Daten an einem Ort bündeln. Zu jedem Produkt lassen sich detaillierte Informationen hinterlegen, beispielsweise technische Zeichnungen oder Schritt-für-Schritt-Anleitungen, um die Arbeit in der Montage zu erleichtern. Auch beim Qualitätsmanagement kann ein ERP-System unterstützen, wenn jeder Mitarbeitende die Möglichkeit erhält, Störungen oder Produktionsfehler direkt ins System einzugeben. Bisher werden diese Informationen auf Papier-Formularen notiert. Werden sie direkt digital erfasst, spart das nicht nur Zeit, sondern es werden auch Fehler vermieden, die beim Abtippen entstehen könnten.

Professionelle Unterstützung vom Lastenheft bis zur Anbieterauswahl

Die Unterstützung des IPH bei der ERP-Auswahl endet jedoch nicht mit dem ausformulierten Lastenheft. Darüber hinaus recherchieren die Expert:innen mögliche Software-Anbieter, treffen eine Vorauswahl, stimmen diese mit dem Kunden ab und holen Angebote ein. Für die BÖWE-Elektrik GmbH haben sie etwa ein Dutzend Anbieter angeschrieben, alle Angebote ausgewertet und anschließend eine Bestenliste mit vier Softwarelösungen erstellt. Diese Anbieter kann die BÖWE-Elektrik GmbH nun einladen, um sich die Software im Detail zeigen zu lassen – und anschließend gut informiert zu entscheiden, welches ERP-System optimal passt.

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

Additive Fertigung trifft Laserschweißen

IPH und LZH wollen die beiden Prozesse optimal aufeinander abstimmen

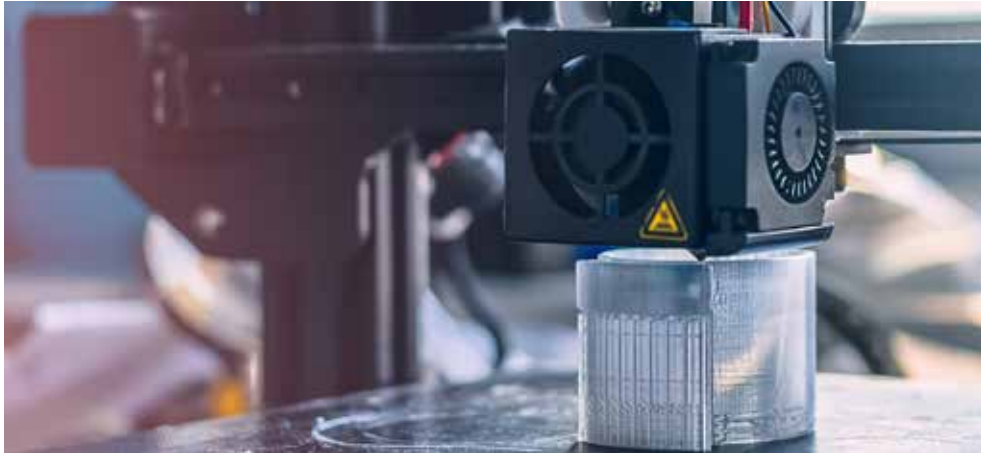
3D-gedruckte Bauteile mit dem Laser schweißen: Das ist bisher nicht ohne Weiteres möglich. Im Forschungsprojekt "QualLa" arbeitet das IPH gemeinsam mit dem Laser Zentrum Hannover e.V. (LZH) daran, die Druckparameter für das Laserschweißen zu optimieren sowie den Schweißprozess auf das 3D-gedruckte Bauteil abzustimmen.

Für Spritzguss-Bauteile aus Kunststoff ist das Laserdurchstrahlschweißen bereits ein industriell etabliertes Verfahren. Zwei Fügepartner werden dabei mit einem Laserstrahl aufeinander geschweißt. Der obere Fügepartner ist für den Laser transparent, der untere intransparent. Der Laserstrahl durchdringt den transparenten Kunststoff und wird in Wärmeenergie umgewandelt, sobald er auf den intransparenten Kunststoff trifft. Dadurch schmilzt das Material im Fügebereich auf und eine Schweißnaht entsteht.

Für Bauteile aus dem 3D-Drucker funktioniert dieser Fügeprozess bisher noch nicht. Denn sie lassen den Laserstrahl nicht gleichmäßig durch. Additiv gefertigte Bauteile enthalten individuelle Hohlräume und Grenzschichten, die das Laserlicht brechen oder streuen. Um eine gleichmäßige Schweißnaht zu erreichen, müsste daher jedes gedruckte Bauteil genau analysiert werden. Mit bisherigen Methoden ist das nicht wirtschaftlich möglich. Wie lassen sich additiv gefertigte Bauteile dennoch mit dem Laser schweißen? Lösungen für dieses Problem entwickeln IPH und LZH im gemeinsamen Forschungsprojekt "QualLa". Zum einen wollen die Wissenschaftler:innen die Prozessparameter beim 3D-Druck so optimieren, dass die gedruckten Bauteile den Laserstrahl möglichst gut durchlassen. Zum anderen wollen sie die Transmission – also die Lichtdurchlässigkeit – von gedruckten Bauteilen orts aufgelöst messen und mit diesen Daten den Schweißprozess steuern.

Empfehlungen für den Additiven Fertigungsprozess

Im Projekt "QualLa" betrachten die Forschenden das Fused Deposition Modeling (FDM). Bei diesem additiven Verfahren werden dünne Stränge aus geschmolzenem Kunststoff Schicht für Schicht übereinandergelegt. Um FDM-Bauteile für das Laserschweißen zu optimieren, bündeln die Wissenschaftler:innen Prozesswissen in einem lernfähigen Expertensystem. Dieses Programm soll konkrete Empfehlungen für den Druckprozess geben: Welches Material, welche Schichtdicke und welche Schichtausrichtung sind am besten geeignet, um eine Transmission zu erreichen, die



einen optimalen Laserschweißprozess begünstigt? Um das Expertensystem lernfähig zu machen, sollen neuronale Netze zum Einsatz kommen – eine Art der Künstlichen Intelligenz, die das System befähigen soll, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Eingangsgrößen und dem zu erwartenden Druckergebnis zu erkennen.

Prozesssteuerung für das Laserdurchstrahlschweißen

Parallel dazu wollen die Wissenschaftler:innen eine Methode entwickeln, um die Transmission in einem individuellen, gedruckten Bauteil orts aufgelöst zu messen. Mithilfe dieser Daten soll anschließend der Prozess des Laserdurchstrahlschweißens gesteuert werden. Wird der Laserstrahl an einer bestimmten Stelle geringer transmittiert, muss die Laserleistung erhöht werden. Ist das Bauteil an einer anderen Stelle lichtdurchlässiger, genügt eine geringere Laserleistung. Ziel der Forschenden ist es, eine Prozesssteuerung zu entwickeln, die die Laserleistung in Abhängigkeit der Transmission anpasst. So lässt sich eine gleichmäßige Schweißnaht erzeugen, auch wenn das additiv gefertigte Bauteil den Laserstrahl nicht gleichmäßig durchlässt. Mit den Ergebnissen des Forschungsprojekts "QualLa" sollen vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) befähigt werden, die Additive Fertigung und das Laserschweißen wirtschaftlich für ihre Produktionsprozesse zu nutzen.

qualla.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 21571 N/2 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 Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

App hilft bei Störungen in der Montage

Baustellenfertigung: Innovativer Ansatz für das Störungsmanagement

Um Störungen in der Baustellenmontage von großskaligen Produkten wie Schiffen, Lokomotiven oder Flugzeugtriebwerken zu beheben, entwickelt das IPH einen innovativen Ansatz: Eine App soll ähnliche Störungen aus der Vergangenheit auswerten und passende Lösungen vorschlagen.

Ein Bauteil fehlt, ein Werkzeug ist defekt, eine Maschine fällt aus – wenn Störungen in der Montage auftreten, müssen Unternehmen schnell und zielsicher reagieren. Einen Ansatz für das innovative Störungsmanagement entwickelt das IPH im Forschungsprojekt "StoMaXXL". Die Idee: Montagemitarbeitende tippen das Problem einfach in eine mobile App ein und erhalten sofort Vorschläge, wie die Störung am effizientesten gelöst werden kann.

Baustellenmontage von großskaligen Produkten

Die Forschenden konzentrieren sich dabei auf eine besonders herausfordernde Art der Montage – nämlich die Montage von großskaligen Produkten. Dazu zählen beispielsweise Schiffe, Lokomotiven und Flugzeugtriebwerke, aber auch Pressen für die Schmiedeindustrie oder Aggregate für Chemieunternehmen. So unterschiedlich diese Produkte sein mögen, sie haben etwas entscheidendes gemeinsam: Großskalige Produkte werden in der sogenannten Baustellenmontage beziehungsweise Baustellenfertigung hergestellt. Dabei bleibt das Produkt an einem festen Ort, während Material, Arbeitskräfte und Maschinen dorthin gebracht werden. Bei der klassischen Fließbandmontage ist es umgekehrt.

Bei einer Baustellenmontage ist bereits die Planung aufwändig und komplex, insbesondere wenn Einzelstücke oder Kleinserien gefertigt werden. Damit die Montage möglichst reibungslos und zeitsparend erfolgen kann, werden die einzelnen Arbeitsschritte optimal aufeinander abgestimmt. Material, Maschinen und Arbeitskräfte müssen zur richtigen Zeit vor Ort sein.

Doch auch mit der gründlichsten Planung lassen sich Störungen nicht ausschließen. Wenn Ressourcen fehlen – also beispielsweise das falsche Material geliefert wird oder Maschinen ausfallen – dann müssen die verantwortlichen Mitarbeitenden schnell und flexibel reagieren. Dabei soll in Zukunft der Störungsmanagementansatz helfen, den das IPH im Forschungsprojekt entwickeln will. Montagemitarbeitenden



de sollen künftig einfach auf einem Tablet eintippen, welches Problem wann und wo aufgetreten ist – und die zum Störungsmanagementansatz gehörende App schlägt bis zu drei mögliche Lösungen vor.

Störungen schnell und effizient beheben

Kernstück des innovativen Störungsmanagements ist eine Ähnlichkeitsprüfung, die in einer Datenbank nach verwandten Störungen aus der Vergangenheit sucht und auf dieser Basis eine ideale Lösung für aktuelle Problem ermittelt. Denn obwohl jede Baustellenmontage einzigartig ist, gibt es bestimmte Arten von Störungen, die immer wieder auftreten. Diese typischen Störungen wollen die Forschenden in einer Datenbank zusammentragen – als Grundlage für die Störungsmanagement-App.

Mit jeder Störung und der dazugehörigen Lösung, die ein Unternehmen einpflegt, wird die Datenbank erweitert. Die App lernt hinzu. So kann sie mit der Zeit immer bessere Lösungen anbieten, die individuell zum Unternehmen passen. Störungen lassen sich damit in Zukunft schneller und effizienter beheben. Das hilft Herstellern von großskaligen Produkten, bei der Baustellenmontage im Zeitplan zu bleiben und Mehrkosten zu vermeiden.

stomaxxl.iph-hannover.de

Das IGF-Vorhaben 21268 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 Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Projekte, Partner, Publikationen

Projekte 2021

3D-Druck eines Prototypen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2021 – 11/2021

Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB)

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 04/1997

www.akwzb.de

Arbeitskreis XXL-Produkte (AKXXL)

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2010

www.xxl-produkte.net

S. 14-15 Aufbau eines Forschungsbereiches für Additives Kunststoffrecycling

Auftraggeber: EU | Laufzeit: 09/2018 – 06/2021

kunststoffrecycling.iph-hannover.de

Ausarbeitung von Konstruktionsskizzen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2021 – 12/2021

Auslegung eines Präzisionsschmiedeprozesses

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2020 – 03/2021

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

Automatisierte Erstellung optimierter Förderanlagenlayouts für modulare Förderer-systeme (OptiLay)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 04/2020 – 03/2022

optilay.iph-hannover.de

Autonomer Drohnenflug im Produktionsumfeld zur logistischen Prozessunterstüt-zung (Autodrohne in der Produktion)

Auftraggeber: AiF/IFL | Laufzeit: 10/2020 – 09/2022

autodrohne.iph-hannover.de

Bauteilvermessung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2021

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

S. 44-45 Befähigung von KMU zum branchenübergreifenden Sharing von Produktionskapazi-täten mittels digitaler Plattformen (KapShare)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 12/2019 – 08/2021

kapshare.iph-hannover.de

Digitalisierung der Auftragsabwicklung
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2020 – 06/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/digitalisierung

Effiziente Stadienplanung mit Massenverteilung um die Schwerpunktklinie für Schmiedebauteile (Effiziente Stadienplanung)
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 11/2017 – 01/2021
stadienplanung.iph-hannover.de

Einstellen eines ultrafeinen Gefüges bei Schmiederohtteilen durch Querkeilwalzen (Feinkornwalzen)
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 02/2020 – 01/2022
feinkornwalzen.iph-hannover.de

Energie- und ressourceneffiziente Herstellung großskaliger Produkte durch additive Fertigung am Beispiel von Schiffsgetriebegehäusen (XXL3DDruck)
Auftraggeber: BMWK | Laufzeit: 01/2019 – 10/2022
xxl3d.iph-hannover.de

Entwicklung des Disraptor-Workshops "Fit für die nächste Krise"
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 09/2021 – 12/2021
www.disraptor.de

S. 58-59 Entwicklung einer Methode zur Optimalen Planung des Umzugs von Fabrikobjekten im Zuge der Realisierung eines neuen Fabriklayouts (OptiFaU)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 01/2021 – 12/2022
optifau.iph-hannover.de

S. 62-63 Entwicklung einer vorausschauenden Überwachung von Schmiedeprozessen zur Erschließung qualitativer und wirtschaftlicher Potenziale (VorÜber)
Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 03/2021 – 02/2023
vorueber.iph-hannover.de

Entwicklung eines Baukastensystems für ein Plug&Play-fähiges autonomes Transportsystem (PnPFTS)
Auftraggeber: ZIM | Laufzeit: 11/2019 – 01/2022
pnpfts.iph-hannover.de

- S. 38-39 Entwicklung eines KI-basierten Geoinformationssystems zur Auswahl von Windenergiepotenzialflächen im Spannungsfeld von Arten-, Umwelt- und Klimaschutz (WindGISKI)
Auftraggeber: BMUV | Laufzeit: 12/2021 – 11/2024
windgiski.iph-hannover.de
- Entwicklung eines Modells zur Bestimmung des optimalen Detaillierungsgrades von Arbeitsplänen (OptiPlan)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 04/2020 – 03/2022
optiplan.iph-hannover.de
- Entwicklung eines Reifegradmodells zur Vorbereitung einer erfolgreichen MES-Einführung bei produzierenden KMU (MES-Ready)
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 02/2020 – 10/2022
mes-ready.iph-hannover.de
- S. 48-49 Entwicklung von ergonomisch optimierten Schmiedezangen zum kraftunterstützten und schwingungsgedämpften Handling von Schmiedeteilen (ErgoZang)
Auftraggeber: AiF/FSV | Laufzeit: 03/2019 – 12/2021
ergozang.iph-hannover.de
- S. 64-65 ERP-Auswahl
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2021 - 04/2022
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes
- ERP-Auswahl
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2021 – 02/2022
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes
- ERP-Bewertung und -Auswahl
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2021 – 03/2022
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes
- ERP-Review: Unterstützung beim Reviewprozess des bestehenden ERP-Systems
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2021 – 10/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes
- Fabrik- und Lagerplanung: Entwicklung eines zukunftsfähigen und materialflusseffizienten Layoutkonzepts
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2021 – 06/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung

Fabrikplanung: Entwicklung eines zukunftsfähigen Fabrik- und Lagerlayoutkonzepts für die Produktions- und Lagergebäude zur effizienten Gestaltung der Warenbewegungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2021 – 05/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung

S. 50-51 Fabrikplanung: Entwicklung eines zukunftsfähigen Fabriklayout-, Lager- und Materialflusskonzepts

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2021 – 04/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung

Flittergratvermeidung beim Gratlosschmieden von Aluminium unter Berücksichtigung industrienaher Prozessparameter und Variation von werkzeugintegrierten Dichtungskonzepten (FlidiAI)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 11/2020 – 10/2022
flidiail.ph-hannover.de

S. 56-57 Implementierung eines KI-Tools zur automatisierten Auftragskontrolle

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2021 – 04/2021

Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen (SFB 1153 – Teilprojekt B1 – Querkeilwalzen)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 07/2015 – 06/2023
www.sfb1153.uni-hannover.de

Koptertag

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: seit 09/2019

Lagerplanung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2021 - 03/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung

S. 60-61 Machbarkeitsstudie: Auswahl eines FTS und Entwicklung geeigneter Automatisierungslösungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2021 – 03/2022
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik

MES-Auswahl

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2021 – 02/2022
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes

Miniaturisierter, vibrationsstabiler Drehmoment- und Absolutdrehwinkelgeber (Mini-Vib)

Auftraggeber: AiF/DFAM/FKM | Laufzeit: 10/2019 – 04/2022
minivib.iph-hannover.de

Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover ("Mit uns digital!")

Auftraggeber: BMWK | Laufzeit: 01/2016 – 05/2021
www.mitunsdigital.de

- S. 54-55 Mittelstand-Digital Zentrum Hannover (Mittelstand-Digital Zentrum Hannover)
Auftraggeber: BMWK | Laufzeit: 06/2021 – 05/2024
www.digitalzentrum-hannover.de

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

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 10/2018 – 02/2021
inhomogen.iph-hannover.de

Optische Qualitätsprüfung für den Extrusions-3D-Druck (Quali3D)

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 07/2019 – 09/2021
quali3d.iph-hannover.de

Praxisseminar Fabrikplanung

Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 04/2021
www.praxisseminar-fabrikplanung.de

Präzisionsschmieden: Optimierung eines Schmiedeprozesses

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2021 – 09/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik

- S. 42-43 Produktentwicklung: Unterstützung bei der fertigungsgerechten Konstruktion und Materialauswahl

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2021 – 10/2021
www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/produktentwicklung

Prozess- und Datenanalyse

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2021 – 03/2022

S. 66-67 Qualitätssicherung beim Laserstrahlschweißen additiv gefertigter thermoplastischer Bauteile (QualLa)

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 01/2021 – 12/2022

qualla.iph-hannover.de

Resident Engineer

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

Robotergesteuerte Prozessautomatisierung zur softwarebasierten Automatisierung administrativer Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette (RPAlog)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 01/2021 – 12/2022

rpalog.iph-hannover.de

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

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 12/2018 – 11/2021

smql.iph-hannover.de

S. 52-53 Sensorik- und App-basierte Validierung der Prozess- und Produktqualität für die aufwandsreduzierte Zulassung personalisierter Medizinprodukte (SAViour)

Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 02/2021 – 01/2023

saviour.iph-hannover.de

S. 68-69 Störungsmanagement in der Einzel- und Kleinserienmontage von großskaligen Produkten (StoMaXXL)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2020 – 10/2022

stomaxxl.iph-hannover.de

Tragrollenprüfung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2021

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

Tragrollenprüfung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2021 – 02/2021

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

Tragrollenprüfung: Durchführung von Staub- und Wassertests von Tragrollen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2021 – 03/2021

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

Tragrollenprüfung: Ermittlung des Laufwiderstands von Tragrollen unter verschiedenen Umgebungsbedingungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2021 – 11/2021

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

Transdisziplinäre End-of-Life Analyse von Windenergieanlagen zur Entwicklung technisch-wirtschaftlich optimaler Nachnutzungsstrategien (TransWind)

Auftraggeber: BMWK | Laufzeit: 11/2020 – 10/2023

transwind.iph-hannover.de

Unterstützung bei der Erstellung eines Manufacturing Footprints

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2020 – 05/2021

Untersuchung der Herstellung von mehreren exzentrischen, unrunder Querschnitten mittels Unrundwalzen (Unrundwalzen)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/2020 – 09/2022

unrundwalzen.iph-hannover.de

S. 46-47 Verkehrswegekonzept zur Erhöhung der Sicherheit auf dem Unternehmensgelände
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 09/2021 – 12/2021

S. 40-41 Virtuelle Sichtverbesserung und intuitive Interaktion durch Erweiterte Realität an Flurförderzeugen (ViSIER)

Auftraggeber: AiF/IFL | Laufzeit: 06/2019 – 11/2021

visier.iph-hannover.de

Werkstück-Rückführung: Erarbeitung von Automatisierungslösungen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2021 – 02/2022

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

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Lokringen für verschiedene Fertigungsverfahren

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2021 – 03/2022

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

Zentrum für Additive Fertigung (Niedersachsen ADDITIV)

Auftraggeber: MW | Laufzeit: 07/2017 – 06/2023

www.niedersachsen-additiv.de

Abkürzungen

AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
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.
FQS	Forschungsgemeinschaft Qualität e. V.
FSV	Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V.
IFL	Forschungsgemeinschaft Intralogistik / Fördertechnik und Logistiksysteme e. V.
IPH	Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH
MW	Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Partner 2021

3D Systems Software GmbH, Ettlingen | 3plusplus GmbH, Sonsbeck | 3S Antriebe GmbH, Berlin | Additive Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Hannover | AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | AIM3D GmbH, Rostock | Arqum Gesellschaft für Arbeitssicherheits-, Qualitäts- und Umweltmanagement mbH, Hannover | ARSU GmbH, Oldenburg | Benecke-Kaliko AG, Hannover | BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen | BITMOTEC GmbH, Hannover | BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Berlin | BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin | BÖWE-Elektrik GmbH, Kraftsdorf | Bronner + Martin KG, Emmingen-Liptingen | Busuttill & Company GmbH, Nürnberg | BVL – Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | CADSPEED GmbH, Nienhagen | Carl von Ossietzky Universität Oldenburg | CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH, Hannover | CLC – China Logistic Center GmbH, Itzehoe | Compose 2 Compete GmbH, Rastede | Crown Gabelstapler GmbH & Co. KG, Feldkirchen | DECKEL MAHO Seebach GmbH, Seebach | DESCH Antriebstechnik GmbH & Co. KG, Arnsberg | Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e. V., Berlin | Deutsche Messe Technology Academy GmbH, Hannover | Deutsche WindGuard GmbH, Varel | DFAM – Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V., Frankfurt am Main | DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | Dr. R. Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg | dreiConsulting, Hannover | DRK-Blutspendedienst NSTOB gGmbH, Springe | DTS Systeme GmbH, Hannover | eco:fibr GbR, Hannover | En-Tra UG (haftungsbeschränkt), Langenhagen | Erwin Quarder Werkzeugtechnik GmbH & Co. KG, Espelkamp | ESCHA GmbH & Co. KG, Halver | Europäische Union | Felss Systems GmbH, Königsbach-Stein | FIBRO GmbH, Hassmersheim | FKM – Forschungskuratorium Maschinenbau e. V., Frankfurt am Main | FQS – Forschungsgemeinschaft Qualität e. V., Frankfurt am Main | Frank Walz- und Schmiedetechnik GmbH, Hatzfeld (Eder) | Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP), Rostock | Friedrich Halbach Schmiedetechnik GmbH, Remscheid | FSV – Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V., Hagen | GBO – Gesellschaft für Innovative Betriebsorganisation e. V., Rohr | GEDORE Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG, Remscheid | Gestamp Umformtechnik GmbH, Bielefeld | GREAN GmbH, Garbsen | GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | Hammerwerk Fridingen GmbH, Fridingen an der Donau | hannoverimpuls GmbH, Hannover | Hans Weber Maschinenfabrik GmbH, Kronach | HDI Global Specialty Underwriting Agency GmbH, Köln | Herfurth & Partner Rechtsanwaltsgesellschaft mbH, Hannover | Hochschule Bremerhaven | Hochschule Hannover, Fakultät I – Elektro- und Informationstechnik, Hannover | Hofmann&Leyhe UG, Sehnde | ibk IngenieurConsult GmbH, Hannover | IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen | IFL – Forschungs-

gemeinschaft Intralogistik / Fördertechnik und Logistiksysteme e. V., Frankfurt am Main | IFUM – Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Garbsen | IFW – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Garbsen | iGo3D GmbH, Hannover | IHK – Industrie- und Handelskammer, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | INVENT GmbH, Braunschweig | IPRI – International Performance Research Institute gGmbH, Stuttgart | ISD – Institut für Statik und Dynamik, Hannover | ITA – Institut für Transport- und Automatisierungstechnik, Garbsen | IWF – Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, Braunschweig | J. Müller Stahl & Projekt Terminal GmbH & Co. KG, Brake | Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover | KION Group AG, Frankfurt am Main | Kopferzentrale GmbH, Hannover | KUKA Roboter GmbH, Augsburg | LAE Engineering GmbH, Wiesloch | LEE Landesverband Erneuerbare Energien Niedersachsen / Bremen e. V., Hannover | Leibniz Universität Hannover | LOGXON GmbH & Co. KG, Alsbach-Hähnlein | LZH – Laser Zentrum Hannover e. V., Hannover | LZH Laser Akademie GmbH, Hannover | MAGNA International Stanztechnik GmbH, Salzgitter | MeKo Laserstrahl-Materialbearbeitungen e.K., Sarstedt | MFL Maschinen & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt am Rübenberge | MFP Messtechnik und Fertigungstechnologie GmbH, Wunstorf | micronex GmbH, Springe | MPC Munschek Process Consulting GmbH, Wenden | MVI PROPLANT Nord GmbH, Wolfsburg | Nbank – Investitions- und Förderbank Niedersachsen, Hannover | Nefino GmbH, Hannover | Niedersachsen Aviation – Landesinitiative Luft- und Raumfahrt 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 | Paul Beier GmbH Werkzeug- und Maschinenbau & Co. KG, Kassel | Paul Hafner GmbH Werkzeugbau, Wellendingen | Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg | PreciTorc GmbH, Bremen | Progress-Werk Oberkirch AG, Oberkirch | Projektträger Jülich – Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich | PWS GmbH Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik, Ravensburg | PZH – Produktionstechnisches Zentrum Hannover, Garbsen | QiTech Industries UG, Oppenheim | RDRWind e. V. – Industrievereinigung für Repowering, Demontage und Recycling von Windenergieanlagen, Hannover | Region Hannover Wirtschafts- und Beschäftigungsförderung, Hannover | RMA – Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG, Essen | RPT Rapid Prototyping Technologie GmbH, Gifhorn | Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG, Plettenberg | Scholpp GmbH, Dietzenbach | Schraubenwerk Zerbst GmbH, Zerbst | Schubert Software & Systeme KG, Amberg | Schulte-Henke GmbH, Meschede | Siemens Gamesa Renewable Energy GmbH & Co. KG, Cuxhaven | Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) e. V., Göttingen | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STM Stahl Service Center GmbH, Gräfelfing | SWM Werkzeugfa-

brik GmbH & Co. KG, Steinbach-Hallenberg | Syncos GmbH, Schwelm | Systemec GmbH, Linden | Takraf GmbH, Lauchhammer | Teckentrup Stanztechnik GmbH & Co. KG, Herscheid | TEWISS GmbH, Garbsen | TNT – Institut für Informationsverarbeitung, Hannover | Tower Automotive GmbH & Co. KG, Köln | Umweltzentrum Hannover e. V., Hannover | Union Werkzeugmaschinen GmbH, Chemnitz | UVN – Unternehmerverbände Niedersachsen e. V., Hannover | VDI – Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf | VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., Frankfurt am Main | Verkehrsinstitut Reimertshofer Halle GmbH, Halle | VERMDOK GmbH, Berlin | VULKAN Lokring GmbH & Co. KG, Herne | Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen | Weserland GmbH, Hannover | Wilco Wilken Lasertechnik GmbH & Co. KG, Wadersloh | Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH, Berlin

Publikationen 2021

Arbinger, C.; Renz, F.; Georgiev, G.; Seel, A.; Bauer, F. W.: Unbemannte Flüge ohne Satellitenreferenzierung. In: *Automobiltechnische Zeitschrift extra*, Springer Vieweg Verlag, Jg. 0 (2021), H. 0, S. 12-13. ISSN: 2509-4610.

Aurich, P.; Speckmann, M.; Böning, C.; Stonis, M.: A two-stage Tabu Search for multi-objective facility layout problem. In: Herberger, D.; Hübner, M. (Eds.): *Proceedings of the 2nd Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2021)*. Hannover: Institutionelles Repositorium der Leibniz Universität Hannover, 2021, S. 524-534. DOI: 10.15488/11302.

Aurich, P.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Software für eine automatisierte mehrdimensionale Fabriklayoutoptimierung. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 5, S. 299-302. DOI: 10.1515/zwf-2021-0077.

Aurich, P.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Layoutoptimierung für kleinskalige modulare Förderanlagen. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 4, S. 232-236. DOI: 10.1515/zwf-2021-0048.

Budde, L.; Prasanthan, V.; Kruse, J.; Faqiri, M. Y.; Lammers, M.; Hermsdorf, J.; Stonis, M.; Hassel, T.; Breidenstein, B.; Behrens, B.-A.; Denkena, B.; Overmeyer, L.: Investigation of the influence of the forming process and finishing processes on the properties of the surface and subsurface of hybrid components. In: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Springer Nature (2022), Vol. 119, pp. 119-136. DOI: 10.1007/s00170-021-08066-3.

Denkena, B.; Behrens, B.-A.; Bergmann, B.; Stonis, M.; Kruse, J.; Witt, M.: Potential of process information transfer along the process chain of hybrid components for process monitoring of the cutting process. In: *Production Engineering*, Springer Nature (2021), Vol. 15, pp. 199-209. DOI: 10.1007/s11740-021-01023-9.

Fritsch, B.; Müller, D.; Nitsche, A.; Nyhuis, P.: Lagerverhalten unter Prognoseunsicherheit für dynamische Bestellpolitiken. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 5, S. 308-312. DOI: 10.1515/zwf-2021-0064.

Hedicke-Claus, Y.; Eichstaedt, J.: KI-gestützte Auftragskontrolle für Zahnersatzprodukte. In: Denkena, B. (Hrsg.): *Digitalisierung erfolgreich umgesetzt, Schriftenreihe des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover*, TEWISS Verlag, Ausgabe 5 (2021), S. 4-7. ISBN: 978-3-95900-565-4.

Hedicke-Claus, Y.; Kriwall, M.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Validation of Automatically Generated Forging Sequences by Using FE Simulations. In: Daehn, G.; Cao, J.; Kinsey, B.; Tekkaya, E.; Vivek, A.; Yoshida, Y. (Eds): Forming the Future. The Minerals, Metals & Materials Series. Springer, Cham, 2021, pp. 2867-2881. DOI: 10.1007/978-3-030-75381-8_238.

Hedicke-Claus, Y.; Roe, C.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Komplexitäts-Scoremodell für Schmiedeteile. In: wt Werkstattstechnik online, VDI Verlag GmbH, 111. Jg. (2021), H. 6, S. 458-463. DOI: 10.37544/1436-4980-2021-06-102.

Hedicke-Claus, Y.; Stöber, R.: Auftragsabwicklung und Projektmanagement im Handwerk digitalisieren. In: Denkena, B. (Hrsg.): Digitalisierung erfolgreich umgesetzt, Schriftenreihe des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hannover, TEWISS Verlag, Ausgabe 5 (2021), S. 12-15. ISBN: 978-3-95900-565-4.

Hedicke-Claus, Y.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Stadienplanung effizient und digitalisiert durchführen auf Basis der CAD-Geometrie des Schmiedeteils. In: massivUM-FORMUNG, Industrieverband Massivumformung e.V., September 2021, S. 46-48. ISSN: 2366-5106.

Jagodzinski, A.; Böning, C.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Innovatives Störungsmanagement in der XXL-Montage. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 10, S. 681-684. DOI: 10.1515/zwf-2021-0158.

Jagodzinski, A.; Gerland, H.; Kriwall, M.; Langner, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: FE-based Investigation on the Influence of Inhomogeneously Heated Billets on Subsequent Forging Processes. In: Daehn, G.; Cao, J.; Kinsey, B.; Tekkaya, E.; Vivek, A.; Yoshida, Y. (Eds): Forming the Future. The Minerals, Metals & Materials Series. Springer, Cham, 2021, pp. 1107-1119. DOI: 10.1007/978-3-030-75381-8_93.

Jütte, L.; Poschke, A.: Einschränkungsfreie Sicht im Gabelstapler. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 31 / Juni 2021. ISSN: 2198-1922. DOI: 10.48811/phi-21-008.

Kriwall, A.: 3-D-Druck im XXL-Format bietet große Freiheiten. In: Technik und Leben, VDI Verein Deutscher Ingenieure, Bezirksverein Hannover e.V., o. Jg. (2021), H. 1, S. 5-6, ISSN: 1433-9897.

Kriwall, A.; Küster, B.: Tragrollen prüfen bei Hitze und Kälte, in Staub und Wasser. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 33 / Dezember 2021. ISSN: 2198-1922. DOI: 10.48811/phi-21-017.

Kruse, J.; Schellenberg, D.: Wirtschaftlichkeit trifft Nachhaltigkeit: ÖKOPROFIT am IPH. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 32 / September 2021. ISSN: 2198-1922.

Kutzner, C.; Reichert, S.: So geht Fabrikplanung: Grundlagen und digitale Hilfsmittel. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 32 / September 2021. ISSN: 2198-1922.

Lieret, F. J.; Reich-Rohrwig, M.; Seel, A.; Uslar, W.: UAS im Indoorbereich – Rechtliche und technische Einführung in der Nutzung von Indoor-AUS. In: VDMA, Arbeitsgemeinschaft Industrial Drone Solutions, Whitepaper, <https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/16285084>.

Martini, A.: Dichtungsentwicklung für das Gratlosschmieden von Aluminium. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 30 / März 2021. ISSN: 2198-1922. DOI: 10.48811/phi-21-004.

Mente, T.; Kuklik, J.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Komplexes Prozesswissen verfügbar machen – Expertensystem für das Laserschweißen additiv gefertigter Bauteile. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, Carl Hanser Verlag, 66. Jg. (2021). H. 9, S. 20-22. ISSN: 0720-1214.

Müller, M.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Development of a Method to identify a suitable Storage, Commissioning and Transport System by focussing on Automation, Versatility and Costs. In: Herberger, D.; Hübner, M. (Eds.): Proceedings of the 2nd Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2021). Hannover: Institutionelles Repository der Leibniz Universität Hannover, 2021, S. 616-626. DOI: 10.15488/11232.

Namneck, A.; Böning, C.; Stonis, M.: Reifegradbasierte Bewertung der Anforderungen einer erfolgreichen MES-Einführung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 3, S. 175-179. DOI: 10.1515/zwf-2021-0035.

Nitsche, A.; Aurich, P.; Stonis, M.: Umzugsplanung in der Reorganisation von Fabrikobjekten. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 7-8, S. 483-486. DOI: 10.1515/zwf-2021-0061.

Nitsche, A.; Zander, N.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Dynamische Bewertung der Zusammensetzung von Flächenarten auf Baustellen. In: Bauingenieur, VDI-Fachmedien, Jg. 96 (2021), H. 9, S. 319-329. DOI: 10.37544/0005-6650-2021-09-63.

Nitsche, A.; Zimmermann, P.; Stonis, M.; Nyhuis, P.; Wildemann, H.: Modularer Hausbau in der Nachverdichtung – Logistische Herausforderungen bei der innerstädtischen Nachverdichtung. In: Bauen aktuell, WIN-Verlag GmbH & Co. KG, o. Jg. (2021), H. 3, S. 34-35. ISSN: 2195-5913.

Oleff, A.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Process monitoring for material extrusion additive manufacturing: a state-of-the-art review. In: Progress in Additive Manufacturing, Springer Nature (2021), Vol. 6, pp. 705-730. DOI: 10.1007/s40964-021-00192-4.

Plogmeyer, M.; Kruse, J.; Stonis, M.; Paetsch, N.; Behrens, B.-A.; Bräuer, G.: Temperature measurement with thin film sensors during warm forging of steel. In: Microsystem Technologies, Springer Nature (2021), Vol. 27, pp. 3841-3850. DOI: 10.1007/s00542-020-05179-9.

Poschke, A.; Jütte, L.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Augmented Reality basierte Überlagerung von Sichteinschränkungen an Flurförderzeugen. In: Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2021. ISSN: 2192-9084. DOI: 10.2195/lj_Proc_poschke_de_202112_01.

Poschke, A.; Oleff, A.: Recycling von Kunststoff für die Additive Fertigung. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 30 / März 2021. ISSN: 2198-1922.

Rathje, A.; Knott, A.-L.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Einführung einer In-situ-Prozessüberwachung in der additiven Materialextrusion. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 10, S. 707-710. DOI: 10.1515/zwf-2021-0156.

Roe, C.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Unrundwalzen – Walzen unrunder Querschnitte. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 7-9, S. 456-459. DOI: 10.1515/zwf-2021-0113.

Schellenberg, D.; Hedicke-Claus, Y.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Reststandmenge von Schmiedewerkzeugen punktgenau prognostizieren. In: stahl + eisen, Maenken Kommunikation GmbH (2021), H. 8, S. 50-51. ISSN: 0340-4803.

Schellenberg, D.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Entwicklung von Leichtbau-Schmiedezangen. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 7-8, S. 515-523. DOI: 10.1515/zwf-2021-0115.

Schellenberg, D.; Plogmeyer, M.; Kruse, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.; Bräuer, G.: Verschleißschutzschichten für das Halbwarmschmieden. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 116. Jg. (2021), H. 11, S. 806-809. DOI: 10.1515/zwf-2021-0178.

Seel, A.; Küster, B.; Heinrich, M.; Moryson, R.: Systemüberwachung – Sicherheitskritische Kontrolle. In: Drohnen Magazin – Das führende Fachjournal für unbemannte Systeme, Aeromedia Verlag GmbH & CO. KG, Berlin, 6. Jg. (2021), H. 3, S. 20-21.

Strating, T.; Stonis, M.: Methode zur Bewertung des Detaillierungsgrades von Arbeitsplänen. In: Logistics Journal, Vol. 2021. ISSN: 1860-5923. DOI: 10.2195/lj_Not-Rev_strating_de_202106_01.

Bildquellen

Titelbild	© anon – stock.adobe.com
S. 14	© IPH
S. 15	© Susann Reichert – IPH (Foto links) © Ralf Büchler (Foto rechts)
S. 17	© Susann Reichert – IPH
S. 19	© Disraptor
S. 20	© Sebastian Brede – IPH
S. 21	© Susann Reichert – IPH
S. 22	© Ruslan Ivantsov – stock.adobe.com
S. 23	© Philip Steury – stock.adobe.com
S. 24	© privat
S. 25	© Umweltzentrum Hannover e.V.
S. 26	© Andrey Popov – stock.adobe.com Bildmontage: Susann Reichert
S. 27	© splitov27 – stock.adobe.com © fotomowo – stock.adobe.com Bildmontage: Susann Reichert – IPH
S. 28	© Ric Ergenbright/Danita Delimont – stock.adobe.com
S. 29	© QiTech Industries

- S. 33 © Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e. V.
- S. 39 © Anselm – stock.adobe.com
- S. 41 © Teresa Grauten
- S. 43 © 安琦王 – stock.adobe.com
- S. 45 © RS-Studios – stock.adobe.com
- S. 47 © Siwakorn1933 – stock.adobe.com
- S. 49 © Teresa Grauten
- S. 51 © Systec GmbH
- S. 53 © Anne Rathje – IPH
- S. 55 © pressmaster – stock.adobe.com
- S. 57 © Александр Ивасенко – stock.adobe.com
- S. 59 © Seventyfour – stock.adobe.com
- S. 61 © kasto – stock.adobe.com
- S. 63 © Ralf Büchler
- S. 65 © Deemerwha studio – stock.adobe.com
- S. 67 © iloli – stock.adobe.com
- S. 69 © ymgerman – stock.adobe.com

Impressum

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

+49 (0)511 27976-0
info@iph-hannover.de

www.iph-hannover.de

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

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

Sitz der Gesellschaft: Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 50530

© IPH 2021. Alle Rechte vorbehalten.

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

Redaktion, Satz und Layout: Susann Reichert, IPH

Druck: QUBUS media GmbH



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

www.iph-hannover.de