

---

Beratung, Forschung & Entwicklung und Qualifizierung

---



Perspektiven für die Produktionstechnik | Jahresbericht 2022



"Die beste Möglichkeit, die Zukunft vorherzusagen,  
ist, sie selbst zu gestalten."

*Abraham Lincoln (1809-1865), Rechtsanwalt, Politiker und Präsident der USA*



---

# Vorwort

---

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

was die Zukunft bringt, lässt sich nicht vollständig vorhersagen – das haben die Krisen der vergangenen Jahre deutlich gezeigt. Was wir allerdings können, ist mitgestalten. Dort, wo wir Expert:innen sind. Dort, wo wir Handlungsspielraum haben.

Wir am IPH können Ihnen verraten, wie die Produktionstechnik der Zukunft aussehen wird – weil wir sie selbst gestalten. Mit unserer Forschung sorgen wir für eine automatisierte Prozessregelung (siehe Seite 40), für resiliente Lieferketten (siehe Seite 34), für einen autonomen Drohnenflug in geschlossenen Räumen (siehe Seite 36) und vieles mehr.

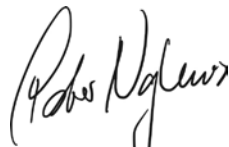
Ein absolutes Zukunftsthema, das derzeit noch in den Kinderschuhen steckt, ist die Kybernetische Produktion. Dieses Gebiet wollen wir in Zukunft ganzheitlich erforschen und vorantreiben. Um dafür buchstäblich Raum zu schaffen, planen wir derzeit den Bau einer neuen Forschungshalle (siehe Seite 17).

Die Arbeitswelt der Zukunft gestalten wir ebenfalls mit: Wir sehen den Menschen weiterhin im Mittelpunkt der Produktion und entwickeln Technologien, die ihm die tägliche Arbeit erleichtern. So verbessern wir die Ergonomie am Arbeitsplatz (siehe Seiten 14 und 48), unterstützen bei der Auswahl geeigneter Software (siehe Seite 50) und tragen dazu bei, den Fachkräftemangel im Handwerk durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz abzumildern (siehe Seite 54).

Die Wirtschaft von morgen ist undenkbar ohne die Gründer:innen von heute. Sie haben den Mut, innovative Ideen in die Praxis umzusetzen. Dazu wollen wir unseren Teil beitragen, indem wir Start-ups tatkräftig unterstützen (siehe Seiten 18 und 19) – auch das ist eine Möglichkeit, die Zukunft aktiv zu gestalten.



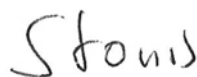
Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens



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

| *Leitung Bodytec Nord im Werk Bremen der Mercedes-Benz AG* |

---

# Inhaltsverzeichnis

---

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 5 | Vorwort                     |
| 7 | Geschäftsführung und Beirat |
| 8 | Inhaltsverzeichnis          |

## Das war 2022

---

|    |  |
|----|--|
| 14 | IPH passt Dienstleistungs-Portfolio an |
| 16 | Investitionen in Licht und Technik     |
| 17 | Mehr Platz für Forschung: IPH baut an  |
| 18 | Von der Forschung zur Gründung         |
| 19 | IPH fördert technikbasierte Start-ups  |
| 20 | Ausgezeichnetes Umwelt-Engagement      |
| 22 | Best-Paper-Award für Andreas Seel      |
| 22 | Oliver Heineking erhält Zukunftspreis  |
| 23 | Ansprechpartnerin für Industriekunden  |
| 24 | Industrieforschung in bewegten Zeiten  |
| 26 | KI-Leuchttürme: WindGISKI ist dabei    |
| 27 | Veranstaltungen                        |
| 30 | Dissertationen                         |
| 31 | Zahlen und Fakten                      |





- 34 **Wie krisenfest ist die Lieferkette?**  
**IPH entwickelt Bewertungsmaß für die Resilienz von Zulieferbetrieben**  
Die Fähigkeit, Krisen zu überstehen, wird für die Wirtschaft immer wichtiger. Ein Bewertungsmaß für die Resilienz von produzierenden Unternehmen und deren Zuliefernden entwickeln Forschende des IPH im neuen Projekt "ReKriWahl". Zudem untersuchen sie, wie sich die Resilienz der gesamten Lieferkette stärken lässt.
- 36 **Diese Drohne fliegt indoor und autonom**  
**IPH entwickelt Multikopter zur Erkundung unbekannter Innenräume**  
Eine Drohne, die in unbekannten Innenräumen autonom fliegen kann, hat das IPH im Projekt "Autodrohne in der Produktion" entwickelt. Im Forschungsumfeld funktioniert der Indoor-Drohnenflug – bis zur Marktreife muss allerdings noch ein Sicherheitsproblem gelöst werden.
- 38 **Staufrei durch die Fabrik**  
**Materialflusssimulation zeigt, wie sich der Warenstrom optimieren lässt**  
Ein gleichmäßigerer Warenstrom von der Produktion zum Versand: das ist das Ziel eines Möbelherstellers, der das IPH mit einer Materialflusssimulation beauftragt hat. Das Simulationsmodell bildet die Förderbänder in der Fabrik realitätsgetreu nach und kann vorhersagen, wie sich Veränderungen auf den Materialfluss auswirken.
- 40 **Neue Sensoren für alte Maschinen**  
**Automatisierte Prozessregelung dank nachrüstbarer Sensorbox**  
Produktionsmaschinen überwachen und regeln sich in Zukunft fast von selbst – dank einer nachrüstbaren Sensorbox, die das IPH gemeinsam mit der JOBOTEC GmbH entwickelt. Ziel ist es, Ausschuss zu reduzieren, die Bauteilqualität zu steigern und das Fachpersonal zu entlasten.



- 42 **Schritt für Schritt zur Automatisierung**  
**IPH unterstützt von der Potenzialanalyse bis zur Umsetzungsplanung**  
 Digitale Lagerverwaltung, papierlose Fertigung, Einsatz von Robotern: An Ideen zur Automatisierung und Digitalisierung mangelt es den meisten Unternehmen nicht. Die eigentliche Herausforderung liegt darin, die Ideen mit dem größten Potenzial zu identifizieren und deren Umsetzung zu planen. Dabei unterstützt das IPH.
- 44 **Den öffentlichen Raum digital abbilden**  
**"5GAPS" schafft die Grundlage für ein Echtzeit-Positionierungssystem**  
 Ein hochgenaues Positionierungssystem für den öffentlichen Raum ermöglicht in der Zukunft unzählige innovative Anwendungen vom Echtzeit-Navi für Rettungsdienste über Parkplatz-Reservierungs-Apps bis zum Spaziergang durch die erweiterte Realität. Das Forschungsprojekt "5GAPS" schafft dafür die Grundlagen.
- 46 **Schmieden ohne Nachbearbeitung**  
**IPH legt Umformprozess für Kunden präzise und materialeffizient aus**  
 Lassen sich unsere Schrauben so präzise schmieden, dass wir auf die teure Nachbearbeitung verzichten können? Mit dieser Frage wandte sich ein mittelständisches Unternehmen ans IPH. Die Ingenieur:innen legten den Schmiedeprozess neu aus – und konnten nicht nur die Nachbearbeitung einsparen.
- 48 **Kommissionierung – aber ergonomisch!**  
**Kameras sollen Bewegungen erfassen und Ergonomie optimieren**  
 "Rücken gerade!", "Aus den Knien heben!", "Zehn Minuten Pause!" – solche Ansagen könnte in Zukunft ein automatisiertes Ergonomiebewertungssystem am Arbeitsplatz machen. Ziel des Forschungsprojekts "AkEvAp" ist es, Bewegungen mithilfe von Kameras zu erfassen, automatisiert auszuwerten und die Ergonomie zu verbessern.



- 50 **ERP-Auswahl trotz geringen Budgets**  
**IPH unterstützt Start-up Papair bei der Wahl der optimalen Software**  
 Welches ERP-System ist das Beste für mein Unternehmen? Die Antwort ist individuell: Ein Mittelständler benötigt eine andere Software als ein Konzern, ein Maschinenbauer eine andere als ein Krankenhaus. Einem Start-up aus der Papierindustrie half das IPH, ein skalierbares und anfangs kostengünstiges ERP-System auszuwählen.
- 52 **Walzen: Nicht immer eine runde Sache**  
**Neuartige Flachbackenwerkzeuge ermöglichen Ellipsen und Exzenter**  
 Wie sich Ellipsen und Exzenter mittels Flachbackenwalzen in zylindrische Halbzeuge einbringen lassen, hat das IPH im Forschungsprojekt "Unrundwalzen" systematisch untersucht. Sowohl in der Simulation als auch in praktischen Versuchen zeigte sich: Erfolgreiche Walzprozesse müssen nicht unbedingt rund laufen.
- 54 **Künstliche Intelligenz im Handwerk**  
**Pilotprojekt: IPH berät ausgewählte Betriebe zu Digitalisierung und KI**  
 Künstliche Intelligenz (KI) kann die Arbeit erleichtern und dem Fachkräftemangel entgegenwirken – selbst dort, wo überwiegend mit den Händen gearbeitet wird, etwa in Tischlereien oder Elektroinstallationsbetrieben. Im Auftrag der Handwerkskammer Hannover unterstützt das IPH ausgewählte Unternehmen bei KI-Projekten.

Projekte, Partner, Publikationen

---

- 59 Projekte 2022  
 66 Partner 2022  
 68 Publikationen 2022  
 73 Das IPH im Social Web  
 74 Impressum



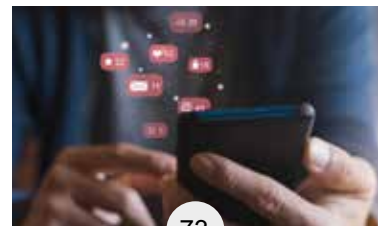
50



52



54



73



---

Das war 2022

---

---

# IPH passt Dienstleistungs-Portfolio an

---

Mit Data Science und Ergonomie bietet das IPH seit 2022 zwei neue Dienstleistungen an, die zu den veränderten Bedürfnissen der Industrie passen.

---

## Ergonomie

---

Die wertvollste Ressource eines jeden Unternehmens sind die Mitarbeitenden. Für produzierende Unternehmen wird es immer wichtiger, Belastungen am Arbeitsplatz zu reduzieren, die Ergonomie zu verbessern und die Arbeit angenehm zu gestalten – um Mitarbeitende zu gewinnen, zu halten und zu motivieren. Darüber hinaus lassen sich auf diese Weise Krankheitstage reduzieren und die Produktivität erhöhen.

Bei der Ergonomieanalyse überprüft das IPH bestehende oder geplante neue Arbeitsplätze nach standardisierten Verfahren. So erfahren Unternehmen, wo mögliche Belastungsquellen liegen und wie sich diese reduzieren lassen. Darüber hinaus unterstützt das IPH bei der Entwicklung von ergonomisch optimierten Arbeitsplätzen und der Auswahl von Arbeitshilfsmitteln, die individuell zum Unternehmen und zu den Produktionsprozessen passen. Durch Simulationen lassen sich verschiedene ergonomische Maßnahmen realitätsnah testen und bewerten – ohne in die laufende Produktion einzugreifen. Mit einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann das IPH zudem zeigen, welches Einsparpotenzial eine verbesserte Ergonomie birgt.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/ergonomie>





## Data Science


---

Daten sind digitales Gold. Richtig aufbereitet und ausgewertet, helfen sie Unternehmen, Zusammenhänge und Trends zu erkennen, Entscheidungen zu treffen und die Produktion zu optimieren.

So kann beispielsweise die Auswertung von Energieverbrauchsdaten helfen, die Energieeffizienz im Unternehmen zu erhöhen und die Kosten für Strom und Gas zu senken. Mit Bestelldaten aus der Vergangenheit lassen sich Auftragsspitzen in der Zukunft vorhersagen, um ausreichend Lagerbestand für diese Zeiten aufzubauen. Daten aus dem Beschwerdemanagement können dazu beitragen, die Qualität der Produkte und die Zufriedenheit der Kund:innen zu verbessern – sofern sie ausgewertet und die Erkenntnisse umgesetzt werden.

Das IPH unterstützt produzierende Unternehmen dabei, das ganze Potenzial zu erkennen, das sich hinter den Daten versteckt. Die Data-Science-Expert:innen des IPH erarbeiten zunächst gemeinsam mit den Kunden:innen, welche Ziele erreicht werden sollen und welche Daten dafür benötigt werden. Anschließend unterstützen sie bei der Aufbereitung der Daten – damit diese verwendet werden können, auch wenn sie in verschiedenen Datentypen und unterschiedlicher Qualität vorliegen. Um Zusammenhänge und Trends zu erkennen, werden die Daten mithilfe von Algorithmen, speziellen statistischen Methoden oder Künstlicher Intelligenz (KI) ausgewertet. Die Auswertungsmethode wird dabei individuell auf das Unternehmen und dessen Ziele abgestimmt.

Zum Kompetenzaufbau im Unternehmen bietet das IPH Workshops an. So werden die Mitarbeitenden befähigt, Methoden des Data Mining und der KI selbst anzuwenden – und den Datenschatz zu heben, der sich im Unternehmen befindet.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/data-science>



© Hendrik Kumpe – IPH gGmbH

---

## Investitionen in Licht und Technik

---

Ein neues Glasdach über der Eingangstür, insektenfreundliche Blumen und Stauden statt Hecken sowie eine frisch gestrichene Stele vor dem Gebäude: Äußerlich hat sich das IPH stark verändert. Im Jahr 2022 haben wir viel investiert – nicht nur in die Renovierung des Eingangsbereichs, sondern auch in ein neues, energiesparendes Beleuchtungskonzept sowie in modernste Konferenztechnik im Seminarraum.

### Neue Beleuchtung spart Energie

---

Große, kreisrunde Deckenlampen schalten sich automatisch ein, sobald Besucher:innen oder Mitarbeitende das Gebäude betreten – und automatisch aus, wenn sich niemand mehr im Eingangsbereich, Foyer oder Treppenhaus aufhält. Die moderne Beleuchtungstechnik ermöglicht es, die Lichtintensität und -temperatur zu verändern – je nach Außenhelligkeit, Tageszeit und Anlass. Im Vergleich zur alten Lichtanlage spart die neue Technik Energie und verbessert die Ökobilanz des IPH.

### Konferenztechnik ermöglicht hybride Veranstaltungen

---

Für den Seminarraum haben wir in modernste Konferenztechnik investiert – bestehend aus Dreifach-Kamera-System, Deckenmikrofon und Lautsprecher. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) und einem Laserdeckensystem wird automatisch erkannt, wo im Raum Personen präsentieren, und voreingestellte Kameraeinstellungen werden automatisch abgerufen. Das ermöglicht hybride Veranstaltungen, bei denen ein Teil der Gäst:innen vor Ort und ein Teil online dabei sein kann.



---

# Mehr Platz für Forschung: IPH baut an

---

Eine neue Forschungshalle mit rund 600 Quadratmetern Fläche soll in den kommenden Jahren am IPH entstehen und mehr Platz für neue Forschungsgebiete schaffen. In der bestehenden Halle des IPH ist es in den vergangenen Jahren sehr eng geworden. Auf 500 Quadratmetern stehen Maschinen, Prüfstände und Roboter dicht an dicht, Lagerflächen und Bereiche für die mechanische Bearbeitung nehmen sehr viel Platz ein. Dadurch bleibt nur noch wenig freie Fläche für Versuchsaufbauten.

Raum fehlt vor allem für ein Forschungsgebiet, das das IPH stärker in den Fokus rücken will: die Kybernetische Produktion, welche Produktionssysteme analog zu lebenden Organismen betrachtet. Während sich Lebewesen sehr flexibel an Umgebungsbedingungen anpassen können, sind Produktionssysteme üblicherweise starr und lassen sich nur mit großem Aufwand verändern. Die Kybernetische Produktion hat dagegen das Potenzial, sehr flexibel und wandlungsfähig zu sein und sich selbst zu optimieren. Die Effizienz und Resilienz der Industrie kann so auf ein bisher nicht vollstellbares Maß angehoben werden.

Wie die einzelnen Komponenten zusammenarbeiten und welche Rolle der Mensch dabei spielt, ist noch weitgehend unerforscht. Das IPH will die Kybernetische Produktion in Zukunft ganzheitlich untersuchen – auf einem neuen Versuchsfeld mit circa 220 Quadratmetern Freifläche, das durch den Hallenanbau geschaffen wird. Zusätzlich entsteht ein Laborbereich. Für Ausgründungen aus dem IPH ist in der neuen Halle ein Start-up-Bereich vorgesehen: Dort können Mitarbeitende und Studierende mit Ideen aus Forschungsprojekten ihren Weg in die Selbstständigkeit starten.

In Zusammenarbeit mit dem Architektenbüro RMA – Reichardt-Maas-Assoziierte Architekten GmbH & Co. KG hat das IPH bereits eine Machbarkeitsstudie durchgeführt und einen Grobentwurf der Forschungshalle erstellt. Geplanter Baubeginn ist im Herbst 2024. Nach aktueller Schätzung wird der Bau etwa 1,6 Millionen Euro kosten. Da das IPH viel Wert auf Nachhaltigkeit legt (siehe Seite 20), soll die neue Halle kreislaufgerecht konstruiert werden – unter anderem mit wiederverwertbaren Materialien. Geplant sind zudem eine nachhaltige Wärmedämmung, eine Begrünung des Dachs und der Fassade sowie eine Photovoltaikanlage.





© contrastwerkstatt – stock.adobe.com

---

## Von der Forschung zur Gründung

---

Innovative Ideen aus Forschungsprojekten sollen nicht mehr in der Schublade verschwinden, sondern zu erfolgreichen Start-ups werden – das ist das Ziel der nest Science Incubator GmbH.



Gegründet wurde sie im Juni 2022 von Dr.-Ing. Malte Stonis mit Dr.-Ing. Tim Busse, Dr.-Ing. Tobias Heinen und Dr.-Ing. Serjoshia Wulf, die ihre Doktorarbeiten im Bereich Produktionstechnik abgeschlossen haben.

"Wir wollen technologiebasierte Start-ups aus Hannover pushen und helfen, coole Ideen aus dem Maschinenbau auch umzusetzen", sagt Stonis. Besonders im Fokus stehen dabei die Institute der Leibniz Universität Hannover sowie die außeruniversitären Forschungseinrichtungen im universitätsnahen Umfeld. Hier will nest Ideen aufspüren, die sich für eine Ausgründung eignen. "Derzeit scheitern neun von zehn Gründungen", sagt Stonis. "Wir wollen das ändern und vorher realistisch einschätzen, welche Idee eine Chance hat." Dafür werden Forschungsergebnisse mit einem Reifegradmodell objektiv bewertet. Gründer:innen mit vielversprechenden Ideen erhalten schnelle und umfassende Unterstützung – beispielsweise beim Businessplan, bei der Finanzierung oder durch Kontaktvermittlung zur Industrie.

Die Unterstützung durch nest ist kostenfrei, aber nicht völlig uneigennützig: Das IPH gewinnt dadurch ein größeres Netzwerk an Projektpartnern – denn die erfolgreichen Start-ups von heute sind die Mittelständler und Konzerne von morgen.

 <https://www.mynest.vc>

---

# IPH fördert technikbasierte Start-ups

---

Mit kostenfreier Beratung fördert das IPH ausgewählte Start-ups im Bereich der Produktionstechnik. "Wenn wir von einer Idee überzeugt sind, investieren wir gern die Zeit und stellen unsere Expertise zur Verfügung", sagt IPH-Geschäftsführer Dr.-Ing. Malte Stonis. Im Jahr 2022 hat das IPH vier Start-ups unterstützt.

## Mehlwurmproduktion automatisieren

---

Insekten sind ein Nahrungsmittel der Zukunft, weil sie hochwertige Proteine liefern und die Umwelt weniger belasten als die konventionelle Fleischproduktion. Das hannoversche Start-up Lower Impact entwickelt Maschinen für eine automatisierte Mehlwurmproduktion und wird dabei von Automatisierungsexpert:innen des IPH unterstützt.



## Sensible Daten sicher analysieren

---

Unternehmensübergreifendes Benchmarking innerhalb einer Branche oder entlang von Lieferketten – damit beschäftigt sich das Start-up unshared. Die Besonderheit ist der beweisbar sichere Umgang mit sensiblen Daten: unshared schützt die Quelldaten mit Kryptographie. Das IPH unterstützt dabei, Kontakte zu potenziellen Anwendern herzustellen.

## IoT-Sicherheit erhöhen

---

Auf Cybersicherheit im Internet der Dinge hat sich DEVITY spezialisiert. Um Maschinen- und Produktionsdaten erheben und austauschen zu können, ohne eine Angriffsfläche für Hacker zu bieten, entwickelt DEVITY eine Lösung zur verschlüsselten Kommunikation und zum automatischen Rollout von Geräten. Das Start-up ist eine Ausgründung der Universität Paderborn und hat 2022 mit dem IPH zusammengearbeitet.



## Baugrund per Drohne erkunden

---

Das Start-up PHI will Drohnen und KI bei der Bauplanung von Wind- und Photovoltaikparks sowie Freileitungen einsetzen. Mit nur einem Flug vermisst die Drohne das Gelände und sammelt Daten zur Topologie und Beschaffenheit des Baugrundes. KI wertet die Daten aus. Gründer Martin Fawaro erhielt 2022 Unterstützung vom IPH.

---

# Ausgezeichnetes Umwelt-Engagement

---

In Sachen Nachhaltigkeit hat das IPH in den vergangenen Jahren viel erreicht – und wurde im Sommer 2022 für das Umwelt-Engagement ausgezeichnet. Hannovers Oberbürgermeister Belit Onay sowie Anja Ritschel, Wirtschafts- und Umweltdezernentin der Landeshauptstadt Hannover, würdigten bei der ÖKOPROFIT-Auszeichnungsveranstaltung im Hannover Congress-Centrum (HCC) alle zertifizierten Unternehmen der aktuellen ÖKOPROFIT-Runde.

ÖKOPROFIT ist ein europaweit anerkanntes Programm, das Unternehmen dabei unterstützt, die Umwelt zu schonen und gleichzeitig Kosten zu senken. ÖKOPROFIT Hannover ist ein Gemeinschaftsprojekt der Landeshauptstadt und Region Hannover sowie den ortsansässigen Unternehmen. Das IPH beteiligt sich seit Herbst 2019 an ÖKOPROFIT – zunächst in der Einsteigerrunde, anschließend im Klub. "In der zweiten Runde des ÖKOPROFIT-Programms haben wir uns der naturnahen Gestaltung des IPHs gewidmet, nachdem wir in der ersten Runde den Fokus auf Energiebedarfe gesetzt hatten", sagt Jens Kruse, Leiter Innovative Fertigungsverfahren und Leiter des ÖKOPROFIT-Teams am IPH.



---

## Firmengelände naturnah umgestaltet

---

Mehr als 60.000 Euro hat das IPH in die naturnahe Umgestaltung des Außengeländes investiert. Im Vorgarten sowie im neu angelegten Pausenbereich (Foto) blühen nun einheimische Pflanzen. Diese bieten ein vielfältiges Nahrungsspektrum für Insekten, von denen sich wiederum bedrohte Vogelarten ernähren. Zwischen Sandsteinquadern und Totholzstämmen finden Kleinstlebewesen Unterschlupf.

Der Naturgarten ist die sichtbarste Investition, aber bei weitem nicht die einzige. Die Heizungsanlage im IPH wurde bereits vor fünf Jahren erneuert und spart im Vergleich zur alten Heizungsanlage mehr als 20 Prozent Energie. Eine Photovoltaik-Anlage wurde im Sommer 2019 auf dem Institutsdach installiert und erzeugt von März bis Oktober mehr Strom, als das IPH benötigt – der Rest wird ins Netz eingespeist.

Das Umweltschutz-Engagement des IPH entstand also nicht erst mit der Teilnahme an ÖKOPROFIT ab Herbst 2019 – vielmehr wurde das IPH auf das Programm aufmerksam, weil Nachhaltigkeit für die Mitarbeitenden und die Geschäftsführung immer wichtiger wurde. In der ÖKOPROFIT-Einsteigerrunde erhielt das IPH Beratung und Unterstützung von den Fachleuten der Arqum GmbH. Das Umwelt-Engagement des IPH bekam damit einen deutlichen Schub. Seit Ende 2020 ist das IPH Mitglied



im ÖKOPROFIT Klub und kann sich dort mit anderen engagierten Unternehmen vernetzen und Erfahrungen austauschen. Zudem profitieren die IPH-Mitarbeitenden von dem Wissen, das im Klub in vielfältigen Workshops vermittelt wird – vom Müllmanagement über Biodiversität bis zur Corporate Social Responsibility.

Zusätzlich zu den großen Investitionen in Heizung, Solaranlage und naturnahes Außengelände hat das IPH viele kleine Maßnahmen für mehr Nachhaltigkeit umgesetzt: vom firmeneigenen Lastenrad, das auf kurzen Strecken den Dienstwagen ersetzen kann, über einen Ladepunkt für E-Fahrzeuge auf dem Firmengelände bis hin zur Digitalisierung von Geschäftsprozessen, um Papier einzusparen.

#### Forschung und Entwicklung mit Fokus auf Nachhaltigkeit

---

Auch im Kerngeschäft – der Forschung und Entwicklung – setzt das IPH verstärkt auf Nachhaltigkeit. Im Forschungsbereich für Additives Kunststoffrecycling soll eine komplette Recycling-Prozesskette aufgebaut werden, um Plastikabfall im 3D-Druck wiederzuverwerten. "Unser Ziel ist zum einen, Kunststoff nachhaltiger zu nutzen und Müllberge zu reduzieren – und zum anderen, regionale Produktionskreisläufe aufzubauen, statt Produkte um die halbe Welt zu verschiffen", erklärt IPH-Geschäftsführer Dr.-Ing. Malte Stonis.

In weiteren Forschungs- und Beratungsprojekten arbeitet das IPH unter anderem daran, den Ausbau von Windparks voranzutreiben (siehe Seite 26), Energie und Material in der Fertigung einzusparen und vieles mehr. Selbstverständlich wird sich das IPH auch in Zukunft mit Nachhaltigkeit beschäftigen – und sich als Mitglied im ÖKOPROFIT Klub stetig weiterbilden, den Austausch mit anderen nachhaltigen Unternehmen suchen und die eigenen Erfahrungen weitergeben.

 <https://www.iph-hannover.de/de/das-iph/nachhaltigkeit>

---

## Best-Paper-Award für Andreas Seel

---

Unbemannte Luftfahrzeuge erkunden eigenständig einen unbekanntes Innenraum: das ist die Quintessenz der Ausarbeitung "Deep Reinforcement Learning based UAV for Indoor Navigation and Exploration in Unknown Environments", für die IPH-Mitarbeiter Andreas Seel bei der ICCAR 2022 mit dem Best Application Paper Award ausgezeichnet wurde. Die Konferenz widmet sich Themen wie Robotik und Automatisierung und fand virtuell im April 2022 statt. In seinem Forschungsprojekt hat Seel eine autonom fliegende Indoor-Drohne entwickelt (siehe Seite 36), welche zur Navigation bodeneigene Sensoren verwendet und sich auch in unbekannter Umgebung zurechtfindet. Zudem lernt die Drohne durch das Deep Reinforcement Learning (bestärkendes Lernen), automatisiert Entscheidungen zu treffen.



<https://autodrohne.iph-hannover.de>

---

## Oliver Heineking erhält Zukunftspreis


---

Damit XXL-Bauteile bei der Additiven Fertigung energie- und ressourcenschonend hergestellt werden können, benötigt es Präzision. In seiner Masterarbeit im Rahmen des Forschungsprojekts "XXL3Druck" setzte sich Oliver Heineking mit der Entwicklung



einer automatisierten Methode zur Qualitätssicherung auseinander, um eventuelle Fehlerquellen während des Fertigungsprozesses ausfindig zu machen und auszugleichen. Dank seiner Ausarbeitung sind sehr genaue Druckergebnisse möglich. Heineking hat dafür den IPH-Zukunftspreis 2022 erhalten. 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.

<https://xxl3d.iph-hannover.de>

 IPH-Podcast "Praxisnah", Folge 7

---

# Ansprechpartnerin für Industriekunden

---

Die Verantwortung für das gesamte Dienstleistungsangebot des IPH hat im November 2022 Dr.-Ing. Maren Müller übernommen. Als Leiterin Industrie koordiniert sie die Akquise, die Angebotserstellung sowie die Durchführung sämtlicher Industrieprojekte.

Damit wird der Beratungsbereich des IPH zum ersten Mal abteilungsübergreifend geführt. Zuvor lag die Verantwortung für die Industrieprojekte – ebenso wie die Verantwortung für die Forschungsprojekte – bei den Leiter:innen der drei Fachabteilungen Logistik, Produktionsautomatisierung und Prozesstechnik.

Die Stelle der Leiterin Industrie wurde neu geschaffen, um die Abteilungsleitenden zu entlasten und um die Zusammenarbeit zwischen den Fachabteilungen weiter zu stärken. "Viele unserer Dienstleistungen bieten wir sowieso schon abteilungsübergreifend an", sagt Dr.-Ing. Maren Müller. "Wenn Unternehmen uns beispielsweise mit der Fabrikplanung beauftragen, benötigen sie meist nicht nur ein Layout, sondern sind oft auch auf der Suche nach geeigneten Automatisierungslösungen und alternativen Fertigungsverfahren."



## Dienstleistungsangebot des IPH strategisch weiterentwickeln

---

Die Industriekund:innen des IPH haben mit Dr.-Ing. Maren Müller nun eine feste Ansprechpartnerin an ihrer Seite, die viel Erfahrung mitbringt. Seit 2017 gehört sie zum Team des IPH – zunächst als Projektingenieurin im Bereich Logistik, dann als Co-Abteilungsleiterin. Parallel dazu schrieb sie an ihrer Dissertation und schloss ihre Promotion an der Leibniz Universität Hannover im Sommer 2022 erfolgreich ab.

Auf ihrer neuen Stelle blickt Dr.-Ing. Maren Müller über den Tellerrand der Logistik und verantwortet auch die Industrieprojekte der Abteilungen Produktionsautomatisierung und Prozesstechnik. Ihr langfristiges Ziel ist es, das Dienstleistungsangebot des IPH strategisch weiterzuentwickeln und neue Zielgruppen zu erschließen. "Kleine und mittlere Unternehmen haben oft nicht die finanziellen Mittel, um umfangreiche Projekte zu beauftragen", sagt sie. "Diese Unternehmen könnten wir begleiten und coachen – also bei der eigenständigen Umsetzung unterstützen, statt das gesamte Projekt zu übernehmen."

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/uebersicht>



## Industrieforschung in bewegten Zeiten



**ZUSE-GEMEINSCHAFT**  
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

Die Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e. V. (Zuse-Gemeinschaft) bildet die "Dritte Säule" der deutschen Forschungslandschaft. Mission ihrer gut 80 Mitglieder – gemeinnützige, privatwirtschaftliche Forschungseinrichtungen – ist die praxisorientierte Forschung für mittelständische Unternehmen. Sie sind Träger von Innovation und Transfer, leisten Beiträge zum Gelingen von Transformationsprozessen und tragen zur Konkurrenzfähigkeit des Mittelstands sowie zum Erhalt und zur Schaffung von Arbeitsplätzen in Zukunftstechnologien bei. Das IPH ist Gründungsmitglied der Zuse-Gemeinschaft.

Im zurückliegenden Jahr endete mit dem Angriff Russlands auf die Ukraine eine Periode des Friedens in Europa. Dieser Schock, die Nachwirkungen der Coronapandemie sowie die Defizite bei der digitalen, ökologischen und gesellschaftlichen Transformation führen dazu, dass sich Deutschlands Wissenschafts-, Technologie- und Innovationssystem erheblichen Herausforderungen stellen und neu ausrichten muss. Anerkannt wichtige Akteure wie die Institute der Zuse-Gemeinschaft sind stetig und vertrauensvoll einzubinden.

Derzeit bleibt Deutschland hinter den von der OECD formulierten Mindestanforderungen zurück: Die im Grundsatz robust aufgestellte, bewährte anwendungsorientierte Industrieforschung mit ihren Förderprogrammen INNO-KOM, Industrieller Gemeinschaftsforschung (IGF) und dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) ist weiterhin nicht bedarfsgerecht finanziert; es mangelt an nachhaltigen Anreizsystemen für den Mittelstand zur Steigerung der Innovationskraft. Hinzu treten



Melis Sekmen MdB




Dr. Sebastian Bolay

der monatelange Förderstopp sowie die verschärften Zugangsbedingungen bei ZIM. Mit der Idee einer Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI) formuliert die Politik zwar interessante Gedanken zur Steigerung der Innovationskraft, ignoriert aber erfahrene Garanten für erfolgreichen Transfer und Innovation wie die Institute der Zuse-Gemeinschaft.

Die Zuse-Gemeinschaft reagiert darauf mit einer Intensivierung des Austauschs im Netzwerk: Neu gegründet wurde der Cluster Digitalisierung und KI. Die Gründung eines Wasserstoff-Clusters ist in Vorbereitung. Mit dem Format "Business Talk" bietet der Verband seinen Institutsleitungen und Geschäftsführungen ein Forum zum informellen Austausch zu wirtschafts- und wissenschaftspolitischen sowie administrativen Fragen. Bei der Podiumsdiskussion "Mehr Transfer wagen" wagten wichtige Akteure des Innovationssystems aus Politik, Administration, Verbänden und Wirtschaft einen gemeinsamen Blick in die Zukunft.

Personelle Veränderungen gab es in Präsidium und Senat (Fotos): Peter Steiger, Vorstand der Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF), ist neues Mitglied des Präsidiums. Neu in den Senat gewählt wurden Ye-One Rhie MdB (SPD) und Melis Sekmen MdB (Bündnis 90/Die Grünen) sowie Dr. Sebastian Bolay, Bereichsleiter Energie, Umwelt und Industrie beim Deutschen Industrie- und Handelskammertag (DIHK). Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vertritt künftig Dr. Daniela Brönstrup.

Die anstehenden Herausforderungen nimmt die Zuse-Gemeinschaft sehr ernst. Als Vertretung ihrer Mitglieder gegenüber Politik und Administration setzt sie auf ein proaktives, konstruktives und partnerschaftliches Miteinander mit dem Ziel, bestmögliche Lösungen zu finden und zu realisieren.

 <https://www.zuse-gemeinschaft.de>



© Lagunov – stock.adobe.com

---

## KI-Leuchttürme: WindGISKI ist dabei

---

Deutschland und Europa zu einem führenden KI-Standort machen – das ist das Ziel der Bundesregierung. Mithilfe Künstlicher Intelligenzen (KI) soll gezielt der Umwelt- und Klimaschutz verstärkt und die Energiewende vorangetrieben werden. Wir haben das Forschungsprojekt "WindGISKI" bei der BMUV-Förderinitiative "KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen" eingereicht und im Juli 2022 wurde uns der Bescheid zur Förderung übermittelt. "WindGISKI" ist somit eines von acht Projekten, welche aus über 300 Ideen ausgewählt wurden.

Die Forschenden des IPH sowie von acht Unternehmen, Verbänden und Forschungseinrichtungen entwickeln gemeinsam im Verbundprojekt "WindGISKI" ein KI-basiertes Geoinformationssystem (GIS), welches die Auswahl von potenziellen Nutzungsflächen für Windenergieanlagen erleichtern soll. Der Aufbau wird als eine Art Wissensdatenbank geplant.

Noch immer besteht Nachholbedarf in puncto Windprojekten. Aufgrund rechtlicher Verpflichtungen sowie komplizierter Genehmigungsverfahren mit ungewissem Ausgang gestaltet sich der Zubau von Windenergieanlagen schwierig. Von circa 31.000 Windenergieanlagen in Deutschland werden gut die Hälfte der Anlagen im Laufe dieses Jahrzehnts vom Netz getrennt. Durch die Flächenanalyse lassen sich Standorte künftig einfacher identifizieren. Dies hilft dabei, den Ausbau von Windenergieanlagen voranzutreiben und den nächsten Schritt in Richtung Energiewende zu gehen.

 <https://windgiski.iph-hannover.de>

---

# Veranstaltungen


---

## Fachmessen

---

30. Mai - 2. Juni 2022 | Hannover

**Hannover Messe – Weltleitmesse der Industrie**

 <https://www.hannovermesse.de>

25.-28. Oktober 2022 | Hannover

**Euroblech – Internationale Technologiemesse für Blechbearbeitung**

 <https://www.euroblech.com>

15.-18. November 2022 | Frankfurt

**Formnext – Leitmesse der additiven Fertigung**

 <https://formnext.mesago.com>

## Internationale Konferenzen

---

8.-10. April 2022 | Xiamen, China (Virtual Conference)

**ICCAR 2022 – International Conference on Control, Automation and Robotics**

 <http://www.iccar.org>


17.-20. Mai 2022 | Vancouver, Kanada

**CPSL 2022 – Conference on Production Systems and Logistics**

 <https://cpsl-conference.com>

21.-25. August 2022 | San Diego, USA

**SPIE Optics + Photonics 2022**

 <https://spie.org/conferences-and-exhibitions/optics-and-photonics>

7.-8. November 2022 | Köln

**EUROPEAN DRONE FORUM – #EDF22**

 <https://eudroneforum.org>

## Fachveranstaltungen und Tagungen

---


24. Februar 2022 | Online-Veranstaltung

**AKWZB Online: Werkzeugstahl - Aktuelle Entwicklungen & Trends**

 <https://akwzb.de>

15.-17. März 2022 | Online-Veranstaltung

**Digital Logistics Days**

 <https://bvl-digital.de/dlod>


5. Mai 2022 | Hannover

**Ausschuss Forschung und Technik des Industrieverbands Massivumformung (IMU)**

 <https://www.massivumformung.de/verband/ausschuesse-und-arbeitskreise>

10.-11. Mai 2022 | Garbsen

**Praxisseminar Fabrikplanung**

 <https://praxisseminar-fabrikplanung.de>

18. Mai 2022 | Hannover

**Koptertag #5**

 <https://koptertag.iph-hannover.de>

2. Juni 2022 | Neckarsulm

**VDMA Werkzeugbau-Sitzung**

 <https://www.vdma.org>

7. Juli 2022 | Online-Veranstaltung

**AKWZB Online: Nachhaltigkeit im Werkzeugbau**

 <https://akwzb.de>

8. September 2022 | Duderstadt

**Lean-Management im Kleinserien-Umfeld – IHK-Gesprächskreis Lean trifft auf Lean Stammtisch Göttingen**

 <https://www.ihk.de/hannover>

14. September 2022 | Online-Veranstaltung

**KomKI – Virtuelle Roadshow Digitalisierung und Künstliche Intelligenz (KI)**

 <https://projekt-komki.de>


15. September 2022 | Hannover

**Koptertag #6**

 <https://koptertag.iph-hannover.de>


22. September 2022 | Hannover

**Forum Additive Fertigung**

 <https://niedersachsen-additiv.de/events/forum-additive-fertigung-2022>

26.-27. September 2022 | Berlin

**Berlin Workshop on Artificial Intelligence for Engineering Applications – AI4EA**

 <https://www.gfai.de/aktuelles/veranstaltungen/ai4ea-workshop/ai4ea-2022>


26.-27. September 2022 | Bremen

**18. Fachkolloquium Logistik**

 <http://www.wgtl.de>


28.-29. September 2022 | Stade

**AKXXL: Automatisierungsansätze für XXL-Produkte**

 <https://xxl-produkte.net>


22.-23. November 2022 | Ludwigsburg

**18. Deutscher Fachkongress Fabrikplanung**

 <https://www.sv-veranstaltungen.de/de/event/fabrikplanung>

29.-30. November 2022 | Garbsen

**Praxisseminar Fabrikplanung**

 <https://praxisseminar-fabrikplanung.de>

---

# Dissertationen

---



Müller, M.: Auswahl von Transportsystemen im Lager unter Berücksichtigung von Veränderungsfähigkeit und Automatisierung. In: Behrens, B.-A.; Nyhuis, P.; Overmeyer, L. (Hrsg.): Berichte aus dem IPH, Band 1/2022, TEWISS – Technik und Wissen GmbH, Garbsen 2022. ISBN: 978-3-95900-717-7.

Erhältlich ist die Dissertation über den TEWISS Verlag, den wissenschaftlichen Verlag der TEWISS – Technik und Wissen GmbH.

 <https://www.tewiss-verlag.de>

---

# Zahlen und Fakten

---

## Umsatz (in Tausend Euro)

---

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| gesamt                    | 3.709 |
| Aufträge der Industrie    | 446   |
| gemeinnützige Forschung   | 2.163 |
| institutionelle Förderung | 1.100 |

## Mitarbeitende (Jahresdurchschnitt)

---

|  |    |
|--|----|
| gesamt   | 67 |
| Wissenschaftliches Personal / Berater:innen              | 33 |
| Mitarbeitende in Verwaltung / EDV / Marketing            | 7  |
| (studentische) Teilzeitbeschäftigte und Praktikant:innen | 27 |

## Projekte

---

|                         |    |
|-------------------------|----|
| gesamt                  | 61 |
| Aufträge der Industrie  | 28 |
| gemeinnützige Forschung | 33 |





---

## Ausgewählte Projekte

---

---

# Wie krisenfest ist die Lieferkette?

IPH entwickelt Bewertungsmaß für die Resilienz von Zulieferbetrieben

---

*Die Fähigkeit, Krisen zu überstehen, wird für die Wirtschaft immer wichtiger. Ein Bewertungsmaß für die Resilienz von produzierenden Unternehmen und deren Zuliefernden entwickeln Forschende des IPH im neuen Projekt "ReKriWahl". Zudem untersuchen sie, wie sich die Resilienz der gesamten Lieferkette stärken lässt.*

Von Arzneimitteln über Computerchips bis hin zu Baustoffen: Lieferengpässe gibt es derzeit in fast allen Branchen. Die Auslöser sind Rohstoffknappheit und Krisen überall auf der Welt, die dafür sorgen, dass einzelne Unternehmen weniger Produkte herstellen können, dass sich ihre Lieferzeiten verlängern oder dass die Produktion zeitweise komplett stillsteht. All das wirkt sich auch auf ihre Kund:innen aus. Und auf deren Kund:innen. Denn Lieferketten sind oftmals lang und komplex, sodass selbst kleinere Ausfälle oder Verzögerungen wahre Kettenreaktionen auslösen können.

Unternehmen tun daher gut daran, bei der Auswahl ihrer Zuliefernden nicht nur auf die Kosten zu achten, sondern verstärkt auch auf die Resilienz. Unter der sogenannten Supply-Chain-Resilienz versteht man die Reaktionsfähigkeit der Lieferkette auf unvorhergesehene Störungen. Ziel ist es also nicht, Krisen zu verhindern – das ist auch gar nicht möglich – sondern Krisen zu meistern wie ein Stehaufmännchen: ein wenig ins Schwanken zu geraten, aber sich schnell wieder einzupendeln und genauso dazustehen wie vorher.

## Krisen meistern wie ein Stehaufmännchen

---

Im neuen Forschungsprojekt "ReKriWahl" entwickeln Forschende des IPH ein Bewertungsmaß für die Resilienz der Lieferkette. Zusammensetzen wird sich dieses aus zahlreichen Bewertungskriterien in unterschiedlichen Kategorien wie beispielsweise Robustheit und Agilität. Ziel des Forschungsprojekts ist es, bis Ende 2024 einen Softwaredemonstrator zu entwickeln, mit dem sich die Resilienz bewerten lässt – aus zwei Blickwinkeln: zum einen aus Sicht der Auftraggebenden, zum anderen aus der Sicht der Zuliefernden.

Die Auftraggebenden geben ihre Daten in den Softwaredemonstrator ein und erhalten eine Einschätzung, wie resilient die Zulieferunternehmen sein müssen. Nicht jedes Unternehmen benötigt Zuliefernde mit besonders hoher Resilienz. Ein Unternehmen, das viele Lieferant:innen in unterschiedlichen Regionen der Welt hat, kann



Lieferengpässe eines einzelnen Zulieferbetriebs viel leichter ausgleichen als ein Unternehmen, das mit nur einem oder zwei Lieferant:innen zusammenarbeitet. Ein Unternehmen, das kaum Lagerbestände hat, benötigt resilientere Zuliefernde als eines, das die Produktion mithilfe des Lagerbestands eine Weile aufrechterhalten kann.

Die Zuliefernden können mithilfe des Softwaredemonstrators eine Einschätzung erhalten, wie resilient sie bereits sind. Anschließend wird die benötigte Resilienz des Auftraggebenden mit der vorhandenen Resilienz des Zuliefernden abgeglichen. Gibt es dort ein Ungleichgewicht, schlägt der Softwaredemonstrator Maßnahmen vor, mit denen sich die Resilienz der Zulieferbetriebe verbessern lässt.

---

#### Resilienz der Lieferkette stärken

---

Das Forschungsprojekt "ReKriWahl" soll produzierenden Unternehmen zum einen ein zusätzliches Kriterium für die Lieferantenauswahl an die Hand geben: Statt nur auf die Kosten zu schauen, können sie in Zukunft auch die Resilienz einbeziehen. Zum anderen soll es Anreize für Unternehmen schaffen, sich aktiv an der Entwicklung ihrer Lieferant:innen zu beteiligen – weil beide Seiten davon profitieren, die Resilienz der Lieferkette zu stärken und zukünftige Krisen gemeinsam zu meistern.

 <https://rekriwahl.iph-hannover.de>

---

*Das IGF-Vorhaben 22440 N/1 der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Diese Drohne fliegt indoor und autonom

IPH entwickelt Multikopter zur Erkundung unbekannter Innenräume

---

*Eine Drohne, die in unbekanntem Innenräumen autonom fliegen kann, hat das IPH im Projekt "Autodrohne in der Produktion" entwickelt. Im Forschungsumfeld funktioniert der Indoor-Drohnenflug – bis zur Marktreife muss allerdings noch ein Sicherheitsproblem gelöst werden.*

GPS funktioniert nur unter freiem Himmel. Unbemannte Luftfahrtsysteme (engl. Unmanned Aircraft System) können zuverlässig eigenständig navigieren, solange sie draußen fliegen. In Innenräumen würden sie außer Kontrolle geraten und abstürzen. Für den Drohnenflug im Indoor-Bereich ist daher eine völlig andere Art der Navigation notwendig – und ein völlig neues Sicherheitskonzept. Beides haben Forschende des IPH im Projekt "Autodrohne in der Produktion" erarbeitet.

## Navigation mit bordeigenen Sensoren statt GPS

---

Die Indoor-Navigation funktioniert nach dem Prinzip einer Computermaus. Mithilfe eines sogenannten Optical-Flow-Modules und einer Kamera, die auf den Boden gerichtet ist, bestimmt die "Autodrohne" ihre Position. Für Flugstabilität sorgt darüber hinaus die Inertial-Measurement-Unit: Sie misst unter anderem die Beschleunigung und Orientierung während des Fluges. Die Inertial-Measurement-Unit und das Optical-Flow-Module ersetzen gemeinsam das GPS. Um den autonomen Flug in unbekanntem Innenräumen zu ermöglichen, ist die Drohne zusätzlich mit einem LiDAR-Sensor zur automatisierten Kollisionsvermeidung ausgestattet – einem Laser-Scanner, der Hindernisse erkennt und verhindert, dass die Drohne gegen Wände, Regale oder Maschinen fliegt.

Die "Autodrohne" kann unbekannte Innenräume autonom erkunden, ohne ferngesteuert zu werden und ohne zuvor mit einer Umgebungskarte ausgestattet zu werden. Beim Start kennt sie nur ihre unmittelbare Umgebung. Während des Fluges erkundet sie Stück für Stück den Raum und der Bordcomputer erstellt in einem 3D-Raster automatisch eine Karte, die kontinuierlich erweitert wird. Damit die Erkundung des Raumes systematisch ablaufen kann, haben die Forschenden zwei Algorithmen implementiert: Ein selbst entwickelter Punktwolkenfilter identifiziert Randbereiche der Karte und gibt der Drohne stets neue Erkundungsziele vor; der A\*-Algorithmus plant die Wegstrecken zu diesen Zielen – so lange, bis die Drohne den gesamten Raum abgeflogen hat.




## Sicherheit beim Drohnenflug im industriellen Umfeld


---

Im Forschungsumfeld funktioniert der autonome Drohnenflug bereits, für den Einsatz in der industriellen Praxis müssen aber noch einige Hürden überwunden werden. Denn bei der Entwicklung des Sicherheitskonzepts sind die Forschenden auf ein Problem gestoßen, das die Marktreife derzeit noch verhindert: die geringe Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) einiger Navigationssensoren.

Elektromotoren von Maschinen oder Gabelstaplern, stromdurchflossene Leiter, größere Metallansammlungen – all das kann die Navigationsfähigkeit einer Drohne sehr stark einschränken und im schlimmsten Fall zum Absturz führen. In Industrieumgebungen lassen sich solche elektromagnetischen Störungen nicht verhindern. Das macht es so schwierig, mit einer Drohne in einer Industriehalle zu navigieren.

Bis zur Marktreife von industrietauglichen, autonom fliegenden und sicheren Drohnen für Innenräume ist daher noch weitere Forschung und Entwicklung notwendig – doch der erste große Schritt zur autonomen Indoor-Navigation ist getan.

 <https://autodrohne.iph-hannover.de>

 IPH-Podcast "Praxisnah", Folge 3

---

*Das IGF-Vorhaben 21395 N 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.*

---

---

# Staufrei durch die Fabrik

Materialflusssimulation zeigt, wie sich der Warenstrom optimieren lässt

---

*Ein gleichmäßigerer Warenstrom von der Produktion zum Versand: das ist das Ziel eines Möbelherstellers, der das IPH mit einer Materialflusssimulation beauftragt hat. Das Simulationsmodell bildet die Förderbänder in der Fabrik realitätsgetreu nach und kann vorhersagen, wie sich Veränderungen auf den Materialfluss auswirken.*

Wie eine Bundesstraße in Richtung Großstadt zieht sich das Fördersystem durch die Fabrik der Nolte Küchen GmbH & Co. KG in Melle. Insgesamt 50 Fließbänder bringen die fertig verpackten Schränke von der Produktion zum Versand, nach und nach werden sie zu einem Hauptförderband zusammengeführt.

An jeder Zuführungsstelle ordnen sich die Pakete nach komplexen Regeln auf das Hauptförderband ein – mit individuellen Geschwindigkeiten, Vorfahrtsrechten und Wartezeiten, die den Paketverkehr auf ähnliche Weise steuern wie Ampeln und Verkehrsschilder den Straßenverkehr. Auf dem Hauptförderband ist sogar ein Sicherheitsabstand vorgegeben. Je näher die Pakete dem Ziel kommen, desto voller wird das Hauptförderband – und gelegentlich kommt es zu Staus oder stockendem Verkehr.

Damit der Warenstrom gleichmäßiger fließt, will das Unternehmen die Regeln an den Zuführungsstellen optimieren. Allerdings ist das System so komplex, dass sich kaum voraussehen lässt, wie sich einzelne Änderungen auswirken. Wird die Geschwindigkeit eines der 50 Förderbänder verändert, laufen die Pakete möglicherweise gleichmäßiger durch – oder sie geraten erst recht ins Stocken. Auch Änderungen an Vorfahrtsregeln oder Wartezeiten können sich sowohl positiv als auch negativ auf die Effizienz des Gesamtsystems auswirken.

Optimierungsversuche im laufenden Fabrikbetrieb sind zu riskant. Deshalb hat Nolte Küchen das IPH mit einer Materialflusssimulation beauftragt.

Materialflusssimulationen können komplexe Systeme nachbilden...

---

Materialflusssimulationen sind die ideale Spielwiese, um in geschützter Umgebung auszuprobieren, wie sich Änderungen in einem komplexen Logistiksystem auswirken. Dafür muss zunächst ein Simulationsmodell geschaffen werden, das die Realität ausreichend genau nachbildet. Die IPH-Ingenieur:innen nutzen dafür die



Software Plant Simulation. Hier haben sie zunächst das Layout der Förderbänder eingezeichnet und anschließend das komplexe Regelwerk implementiert: An welcher Zuführungsstelle dürfen die Pakete mit welcher Geschwindigkeit und welchem Mindestabstand aufs Hauptband fahren?

Als Grundlage für die Simulation stellte Nolte Küchen die Produktionsdaten einer ganzen Woche zur Verfügung. In der Fabrik in Melle laufen pro Woche etwa 50.000 Pakete über das Band. Die IPH-Ingenieur:innen erhielten unter anderem die Paketnummern sowie die Zuführungsstellen und die Uhrzeiten, an denen die einzelnen Pakete auf das Band gelangten. Damit simulierten sie den Materialfluss der gesamten Woche. Um das Modell zu verifizieren, verglichen sie die Ankunftszeiten der einzelnen Pakete aus der Simulation mit den realen Ankunftszeiten.

... und vorhersagen, wie sich Änderungen auswirken

---

Sobald eine Materialflusssimulation den Ist-Zustand genau genug abbildet, kann man davon ausgehen, dass sich damit auch korrekte Zukunftsprognosen treffen lassen – also dass sich Änderungen in der Simulation ebenso auswirken wie in der Realität.

Im Zeitraffer und ohne in die laufende Produktion einzugreifen lässt sich dann einfach ausprobieren, wie sich veränderte Vorfahrtsregeln, Geschwindigkeiten oder Wartezeiten auf das Gesamtsystem auswirken – und ob sich damit beispielsweise der Durchsatz steigern oder die Transportzeit der einzelnen Pakete verkürzen lässt.

Jene Änderungen, die in der Simulation die Effizienz steigern, kann Nolte Küchen anschließend auch in der Realität umsetzen.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/materialflusssimulation>

---

# Neue Sensoren für alte Maschinen

## Automatisierte Prozessregelung dank nachrüstbarer Sensorbox

---

*Produktionsmaschinen überwachen und regeln sich in Zukunft fast von selbst – dank einer nachrüstbaren Sensorbox, die das IPH gemeinsam mit der JOBOTEC GmbH entwickelt. Ziel ist es, Ausschuss zu reduzieren, die Bauteilqualität zu steigern und das Fachpersonal zu entlasten.*

Wie sich die Prozessüberwachung und -regelung von Produktionsmaschinen automatisieren lässt, untersuchen das IPH und die JOBOTEC GmbH im Forschungsprojekt "AutoPress" am Beispiel von Spindelpressen. Das Prinzip lässt sich auch auf andere Produktionsmaschinen übertragen.

### Algorithmus optimiert die Prozessparameter

---

Die Forschenden entwickeln den Prototypen einer Sensorbox mit Optimierungsalgorithmus, die sich universell in alle Spindelpressen einsetzen lässt.

Die Sensoren erfassen alle relevanten Parameter von der Bauteiltemperatur über den Umformweg, die Umformgeschwindigkeit und die Druckberührzeit bis zur überschüssigen Energie – und sie erfassen erstmals auch die Umformkraft. Herzstück des Sensorarrays wird ein Kraftsensor sein, der die Umformkraft direkt in der Presse misst. Das ist bei Spindelpressen bisher nicht möglich – im Gegensatz zu Hydraulikpressen, bei denen sich die Umformkraft aus dem Hydraulikdruck ergibt.

Die Umformkraft beeinflusst unter anderem die Prozessqualität und den Energiebedarf. Die notwendige Umformkraft ist von der Umformtemperatur abhängig, das heißt: Wenn im Laufe des Prozesses die Temperatur steigt, ist weniger Kraft erforderlich. Sie kann dann theoretisch auf das minimal notwendige Maß heruntergeregelt werden. Voraussetzung dafür ist allerdings die kontinuierliche Kraftmessung im laufenden Prozess, die bisher nicht stattfand und erst im Forschungsprojekt ermöglicht wird.

Der Optimierungsalgorithmus in der Sensorbox soll kontinuierlich die optimalen Prozessparameter berechnen, die dann im laufenden Prozess automatisiert angepasst werden. Unter anderem wird die Umformkraft geregelt, sodass nur so viel Energie eingesetzt wird wie unbedingt notwendig. Dadurch werden Energiekosten eingespart und der Werkzeugverschleiß wird reduziert.





---


### Bauteilqualität steigern, Ausschuss reduzieren

---

Was im Forschungsprojekt "AutoPress" am Beispiel von Spindelpressen untersucht wird, lässt sich im Prinzip auch auf andere Produktionsmaschinen übertragen. Bei einem sogenannten Retrofit werden ältere Maschinen mit modernen Sensoren ausgestattet. Das ermöglicht eine automatisierte Prozessüberwachung und -regelung, welche das Potenzial hat, die Bauteilqualität zu steigern, den Ausschuss und den Verschleiß zu reduzieren sowie Material und Energie einzusparen. Auch die Einrichtung der Maschinen kann vereinfacht und die Rüstzeit reduziert werden.

Nicht zuletzt werden auch die Fachkräfte entlastet, die die Maschinen bisher manuell eingerichtet und nachjustiert haben. Dafür ist bisher viel Fachwissen erforderlich – das allerdings nach und nach verloren geht, wenn erfahrene Mitarbeitende in Rente gehen und qualifizierter Nachwuchs in ausreichender Zahl fehlt.

Der Einsatz von Sensoren, Optimierungsalgorithmen und Künstlicher Intelligenz (KI) kann Unternehmen in diesem Spannungsfeld entlasten. Die technischen Lösungen sollen Menschen nicht ersetzen, sondern das Personal so unterstützen, dass für dieselbe Aufgabe weniger Erfahrungswissen und weniger Zeit erforderlich ist als bisher – bei gleichbleibender Qualität der produzierten Bauteile.

 <https://autopress.iph-hannover.de>

---

*Das ZIM-Vorhaben KK5004404JF1 wird über die AiF im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*

---

---

# Schritt für Schritt zur Automatisierung

IPH unterstützt von der Potenzialanalyse bis zur Umsetzungsplanung

---

*Digitale Lagerverwaltung, papierlose Fertigung, Einsatz von Robotern: An Ideen zur Automatisierung und Digitalisierung mangelt es den meisten Unternehmen nicht. Die eigentliche Herausforderung liegt darin, die Ideen mit dem größten Potenzial zu identifizieren und deren Umsetzung zu planen. Dabei unterstützt das IPH.*

Fachkräftemangel und Konkurrenzdruck sind wesentliche Antreiber für Unternehmen, ihre Produktion zu automatisieren und zu digitalisieren. Erfahrene Fachkräfte gehen in Rente, qualifizierter Nachwuchs in ausreichender Zahl ist schwer zu finden. Also soll moderne Technik die Mitarbeitenden entlasten und gleichzeitig die Produktqualität steigern und die Stückkosten senken.

Dieses Ziel verfolgt auch ein metallverarbeitender Betrieb aus Nordrhein-Westfalen, der das IPH mit einer Analyse des Automatisierungspotenzials beauftragt hat. Zwar hat das Familienunternehmen bereits viele Bereiche der Produktion automatisiert und digitalisiert, doch noch ist weiteres Potenzial vorhanden, das es aufzudecken gilt.

## Potenziale erkennen...

---

Bei einer Potenzialanalyse geht das IPH systematisch vor: Zunächst werden Ziele definiert, dann der Ist-Zustand analysiert, schließlich Verbesserungspotenziale erarbeitet und bewertet und am Ende eine Strategie zur Umsetzung geplant.

In einem gemeinsamen Workshop haben Mitarbeitende des Metallunternehmens und des IPH zunächst die Key-Performance-Indicators (KPI) definiert – von der Qualitätssicherung über die Termintreue bis zur Ergonomie in der Produktion – und jeweils den Ist-Zustand mit dem Soll-Zustand abgeglichen. Die Bereiche mit der größten Diskrepanz zwischen Ist und Soll sind die Bereiche mit dem größten Potenzial. In diesem Fall waren das der Digitalisierungsgrad, die Raum- und Flächennutzung sowie die Transparenz und Nachverfolgbarkeit – all das schätzt das Unternehmen als sehr wichtig und gleichzeitig als verbesserungswürdig ein. Im Gegensatz dazu sind die Durchlaufzeiten, die Termintreue und die Ausschussmenge bereits sehr gut und müssen nicht wesentlich optimiert werden.

Nach der Zieldefinition folgte die Ist-Analyse der Produktion. Zwei Tage lang waren die IPH-Ingenieur:innen vor Ort, schauten sich die gesamte Produktion an und führ-




ten Gespräche mit den Mitarbeitenden. Anschließend stellten sie in einem Prozessdiagramm den gesamten Ablauf der Produktion übersichtlich dar und kennzeichneten, welche Arbeitsschritte manuell und welche automatisiert durchgeführt werden. Dieser Blick von außen hilft vielen Unternehmen, Potenziale zu erkennen, die von den Mitarbeitenden und Führungskräften selbst gar nicht wahrgenommen werden.

#### ... und Prioritäten setzen

---

Für jeden Produktionsbereich haben die IPH-Ingenieur:innen schließlich Potenziale ausgearbeitet – insgesamt mehr als 20 Ideen. Nicht alle lassen sich sofort verwirklichen, schließlich kostet die Umsetzung Zeit, Geld und bindet Arbeitskraft. Wo soll das Unternehmen also anfangen? Um diese Frage zu beantworten, hat das IPH zusammen mit dem Kunden eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Die Verbesserungspotenziale, die den größten Nutzen versprechen, erhalten Priorität. Anschließend hat das IPH einen detaillierten Zeitplan zur Umsetzung erstellt und dabei auch berücksichtigt, dass die einzelnen Maßnahmen voneinander abhängig sind. So kann beispielsweise die Lagerverwaltung erst digitalisiert werden, wenn jedes (Zwischen)produkt eine Identifikationsnummer erhalten hat – und um Identifikationsnummern einzuführen, müssen erst alle Produktionsbereiche in ein ERP-System eingebunden werden.

All das zeigt: Gute Ideen zur Automatisierung und Digitalisierung sind erst der Anfang. Umgesetzt werden können diese Ideen nur mit einer durchdachten Planung. Weil vielen Unternehmen die Zeit und das Know-How fehlt, um neben dem Tagesgeschäft eine systematische Potenzialanalyse durchzuführen und die Umsetzung zu planen, ist externe Unterstützung sinnvoll. Das IPH begleitet Unternehmen gern von der Ideenfindung bis zur konkreten Umsetzung.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik>

---

# Den öffentlichen Raum digital abbilden

"5GAPS" schafft die Grundlage für ein Echtzeit-Positionierungssystem

---

*Ein hochgenaues Positionierungssystem für den öffentlichen Raum ermöglicht in der Zukunft unzählige innovative Anwendungen vom Echtzeit-Navi für Rettungsdienste über Parkplatz-Reservierungs-Apps bis zum Spaziergang durch die erweiterte Realität. Das Forschungsprojekt "5GAPS" schafft dafür die Grundlagen.*

Bei einer Mixed-Reality-Tour durch Hannover können Touristen in Zukunft virtuellen Dinosauriern begegnen. Autonome Drohnen surren währenddessen über ihre Köpfe hinweg und transportieren Pakete blitzschnell durch die Stadt. Auf den Straßen kommen Rettungsdienste dank Echtzeit-Navigationssystem schneller zum Ziel – und Autofahrer reservieren sich einfach per App eine freie Parkbucht in der Nähe, statt bei der Parkplatzsuche mehrmals um den Block fahren zu müssen.

Noch ist all das Zukunftsmusik – doch das Projekt "5GAPS" legt den Grundstein dafür. Die Landeshauptstadt Hannover hat das Forschungsprojekt angeschoben, um den nächsten Schritt in Richtung Smart-City zu gehen. Darüber hinaus beteiligen sich mehrere Institute der Leibniz Universität Hannover, die Hochschule Hannover, das Fraunhofer Institut für Experimentelles Software Engineering (IESE), die Deutsche Messe AG, hannoverimpuls, das IPH sowie weitere Unternehmen aus Hannover. Gefördert wird das Projekt mit vier Millionen Euro aus Bundesmitteln.

## Die exakte Vermessung des öffentlichen Raums...

---

Ziel des Projekts ist es, öffentliche Räume digital abzubilden und ein hochgenaues und zeitlich dynamisches Positionierungssystem zu schaffen, das sich in Echtzeit aktualisiert. Voraussetzungen sind zum einen der Mobilfunkstandard 5G, der eine nahezu latenzfreie Übertragung großer Datenmengen erlaubt – und zum anderen eine gute Datenbasis. Dafür wird im Forschungsprojekt ein Teil der Stadt mit Drohnen und Sensoren erfasst. Als Versuchsfeld dient den Forschenden das hannoversche Messegelände mit seinem 5G-Campusnetz. Aufgabe des IPH ist es, einen Teil des Messegeländes zu vermessen. Zuvor untersuchen die Forschenden mit Computersimulationen, welche Sensoren sich zur Datenerfassung eignen: In Frage kommen beispielsweise Tracking-Kameras, Tiefenkameras oder LiDAR-Scanner.

Wenn die Simulationen abgeschlossen sind, folgt die tatsächliche Vermessung. Dann fliegen die Forschenden des IPH mit einer Drohne durch mehrere Messehal-



len und erfassen die Umgebung; später nehmen sie auch unter freiem Himmel Daten auf. Parallel dazu vermessen Informatiker:innen der Hochschule Hannover mit einem Fahrerlosen Transportsystem die Messehalle und Forschende des Instituts für Kartographie und Geoinformatik (IKG) der Leibniz Universität Hannover erfassen das Außengelände mit einem Mobile-Mapping-Fahrzeug.

... dient als Grundlage für das Echtzeit-Positionierungssystem

---

Alle Teams haben das gleiche Ziel: Punktwolken zu generieren, welche die Umgebung abbilden. Anschließend wollen die Forschenden die Punktwolken zusammenfügen und damit die Grundlage für das Positionierungssystem schaffen.

Das digitale Abbild der Stadt bleibt jedoch nicht statisch, sondern soll sich in Echtzeit dynamisch verändern. Daher müssen zukünftig noch viel mehr Daten in das Modell einfließen, beispielsweise Handydaten. Dank des neuen Mobilfunkstandards 5G ist eine sehr genaue Ortung und nahezu latenzfreie Übertragung großer Datenmengen möglich. Das Positionierungssystem, für das die Forschenden derzeit die Grundlage schaffen, wird sich in Zukunft in Echtzeit dynamisch aktualisieren – und unzählige innovative Anwendungen ermöglichen.

 <https://5gaps.iph-hannover.de>

 <https://youtu.be/EHBYbmCIPvM>

---

*Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 45FGU121J wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen der Förderrichtlinie "5G-Umsetzungsförderung des 5G-Innovationsprogramms" der Bundesregierung gefördert.*

---

---

# Schmieden ohne Nachbearbeitung

IPH legt Umformprozess für Kunden präzise und materialeffizient aus

---

*Lassen sich unsere Schrauben so präzise schmieden, dass wir auf die teure Nachbearbeitung verzichten können? Mit dieser Frage wandte sich ein mittelständisches Unternehmen ans IPH. Die Ingenieur:innen legten den Schmiedeprozess neu aus – und konnten nicht nur die Nachbearbeitung einsparen.*

"Never touch a running system" – ändere niemals einen funktionierenden Prozess, heißt es. Manchmal gilt das auch in der Fertigung: Bestimmte Produkte werden lange Zeit auf dieselbe Art und mit verlässlicher Qualität hergestellt. Doch auch für den bewährtesten Prozess gibt es irgendwann Optimierungspotenzial. Zum Beispiel, wenn die in die Jahre gekommenen Maschinen nicht mehr so präzise arbeiten, wie es mit aktueller Technik möglich wäre.

50 Jahre alte Spindelpresse soll ersetzt werden

---

So war es bei einem Kunden des IPH. Das mittelständische Unternehmen stellt unter anderem Spezialschrauben her – auf einer 50 Jahre alten Spindelpresse. Der Fertigungsprozess wurde in den 1970er Jahren ausgelegt, seitdem kaum verändert und funktioniert noch immer tadellos. Allerdings ist er aus heutiger Sicht sehr aufwändig, insbesondere in der Nachbearbeitung.

In der bisherigen Anlage werden die Schrauben mit einem Vorformschritt und einem einzigen Schmiedeschritt gefertigt, anschließend spanend nachbearbeitet und zum Schluss kalt entgratet. Weil die alte Spindelpresse im Vergleich zu modernen Umformmaschinen eine recht unpräzise Führung hat, entstehen hohe Toleranzen an den Schrauben. Ausgeglichen werden diese in der Nachbearbeitung durch das sogenannte Räumen. Die dafür benötigten Räumnadeln sind sehr teuer.

Um in Zukunft auf das kostenintensive Räumen verzichten zu können und zudem ein warmes Entgraten in der Presse zu ermöglichen, will das Unternehmen die alte Anlage ersetzen – durch eine moderne, größere Schmiedepresse mit präziser Führung. In dem Zuge muss auch der Schmiedeprozess neu ausgelegt werden. Das mittelständische Unternehmen beauftragte das IPH mit der Auslegung eines gratoptimierten Schmiedeprozesses. Ziel war es, ein endkonturnahes Bauteil zu schmieden, das die geforderten Toleranzen einhält.



Der neu ausgelegte Schmiedeprozess umfasst einen Vorformschritt und zwei Schmiedeschritte, gefolgt von warmem Entgraten – alles in einer Anlage. Laut Simulation ist der Prozess so präzise, dass in Zukunft keine spanende Nachbearbeitung mehr notwendig ist.


Der Schraubenhersteller spart damit nicht nur die hohen Kosten für die Räumnadeln ein, sondern auch viel Material. Bei der Nachbearbeitung wurden bisher bei jeder Schraube mehrere Millimeter Stahl abgetragen, das ist in Zukunft nicht mehr erforderlich.

Reduziert wird zudem der Verschleiß: Weil der neue Schmiedeprozess zwei Umformschritte umfasst, statt wie bisher einen, wird für die einzelnen Schritte weniger Umformkraft benötigt. Dadurch nutzen sich die Werkzeuge nicht so schnell ab und müssen seltener ausgetauscht werden.

#### Präziser, materialeffizienter und kostengünstiger fertigen

---

Mit den Prozessdaten des neu ausgelegten Umformprozesses kann das mittelständische Unternehmen nun auf verschiedene Pressenhersteller zugehen und Angebote anfragen. Bis eine neue Anlage ausgewählt, geliefert und eingerichtet ist und die ersten Schrauben damit hergestellt werden können, wird noch einige Zeit ins Land gehen. Doch schon jetzt ist klar: Dank des neuen Schmiedeprozesses auf einer modernen Spindelpresse kann der Mittelständler wesentlich präziser, materialeffizienter und kostengünstiger fertigen als bisher. Oft ist es doch sinnvoll, einen funktionierenden Prozess zu ändern – selbst, wenn er sich seit Jahrzehnten bewährt hat.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik>

# Kommissionierung – aber ergonomisch!

Kameras sollen Bewegungen erfassen und Ergonomie optimieren

*"Rücken gerade!", "Aus den Knien heben!", "Zehn Minuten Pause!" – solche Ansagen könnte in Zukunft ein automatisiertes Ergonomiebewertungssystem am Arbeitsplatz machen. Ziel des Forschungsprojekts "AkEvAp" ist es, Bewegungen mithilfe von Kameras zu erfassen, automatisiert auszuwerten und die Ergonomie zu verbessern.*

Heben, tragen, absetzen: Die Arbeit in der Kommissionierung ist körperlich anstrengend. Das gilt nicht nur für Mitarbeitende, die schwere Güter bewegen und beispielsweise in einer Tischlerei Holzzuschnitte aus dem Lager holen. Auch leichte Arbeiten – etwa Schrauben für die Montage zusammenzustellen – können durch die ständige Wiederholung zur Belastung für Muskeln, Gelenke und Skelett werden.

Ergonomie am Arbeitsplatz ist deshalb in der Kommissionierung besonders wichtig. Allerdings ist es nicht damit getan, neuen Mitarbeitenden einmal die ergonomisch korrekten Bewegungen zu zeigen. Für einen nachhaltigen Effekt braucht es regelmäßige ergonomische Evaluationen am Arbeitsplatz. Diese sind allerdings zeitaufwändig und teuer – weil dafür ein:e Ergonomie-Expert:in das Unternehmen besuchen, die Mitarbeitenden beobachten und individuelles Feedback geben muss.

Mitarbeitende erhalten objektives Feedback in Echtzeit

Diese beobachtende Ergonomiebewertung durch eine automatisierte Ergonomiebewertung zu ersetzen ist das Ziel des Forschungsprojekts "AkEvAp". Das IPH entwickelt gemeinsam mit dem Institut für Informationsverarbeitung (tnt) der Leibniz Universität Hannover eine Möglichkeit, Mitarbeitenden in der Kommissionierung ohne großen Aufwand kontinuierliches Feedback zur Ergonomie am Arbeitsplatz zu geben.

Zwei bis vier Kameras sollen aus verschiedenen Winkeln die Bewegungen am Arbeitsplatz erfassen, automatisiert auswerten und in Echtzeit Feedback zur Ergonomie geben, so das Ziel der Forschenden. Eine Künstliche Intelligenz (KI) soll die Gelenkmomente und Kräfte berechnen, die im Körper wirken. Grundlage der Berechnung sind die Gelenkwinkel, welche die Kameras erfassen, aber auch Daten der Mitarbeitenden – etwa das Körpergewicht – sowie die Gewichte der bewegten Güter, die im ERP-System des Unternehmens hinterlegt sind. Das IPH entwickelt im Projekt die Metriken zur ergonomischen Bewertung der Bewegungen. Dafür arbeiten die Forschenden mit einem Sportwissenschaftler zusammen.





Das Ergebnis der automatisierten Ergonomiebewertung soll den Mitarbeitenden in Echtzeit über ein Ampelsystem angezeigt werden. So erfassen sie auf einen Blick, ob ihre Bewegungen ergonomisch korrekt, verbesserungswürdig oder unbedingt zu korrigieren sind. Zusätzlich erhalten sie konkrete Tipps – etwa, aus den Knien zu heben – und können Fehler, die sich langsam einschleichen, direkt erkennen und beheben.

Erfasste Daten bleiben in Blackbox verborgen

---

Wichtig ist den Forschenden, das Ergonomiebewertungssystem als Blackbox zu gestalten, sodass niemand die erfassten Daten einsehen kann. Ausgegeben werden lediglich die Ampelfarben und konkrete Tipps. Rückschlüsse auf Krankheitsrisiken oder die Langzeitermüdung einzelner Personen sollen nicht möglich sein. Um das sicherzustellen, sind im Forschungsprojekt ethische Diskussionen vorgesehen.

Am Ende soll das Bewertungssystem sowohl den einzelnen Mitarbeitenden als auch dem Unternehmen nützen. Mitarbeitende können typischen Berufskrankheiten vorbeugen, wenn sie dank Echtzeit-Feedback zu hohe Belastungen und Fehlhaltungen vermeiden. Unternehmen erhalten die Arbeitskraft ihrer erfahrenen Mitarbeitenden – was gerade in Zeiten des Fachkräftemangels ein unschätzbare Wert ist.

 <https://akevap.iph-hannover.de>

---

*Das IGF-Vorhaben 22422 N / 2 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.*

---

---

# ERP-Auswahl trotz geringen Budgets

IPH unterstützt Start-up Papair bei der Wahl der optimalen Software

---

*Welches ERP-System ist das Beste für mein Unternehmen? Die Antwort ist individuell: Ein Mittelständler benötigt eine andere Software als ein Konzern, ein Maschinenbauer eine andere als ein Krankenhaus. Einem Start-up aus der Papierindustrie half das IPH, ein skalierbares und anfangs kostengünstiges ERP-System auszuwählen.*

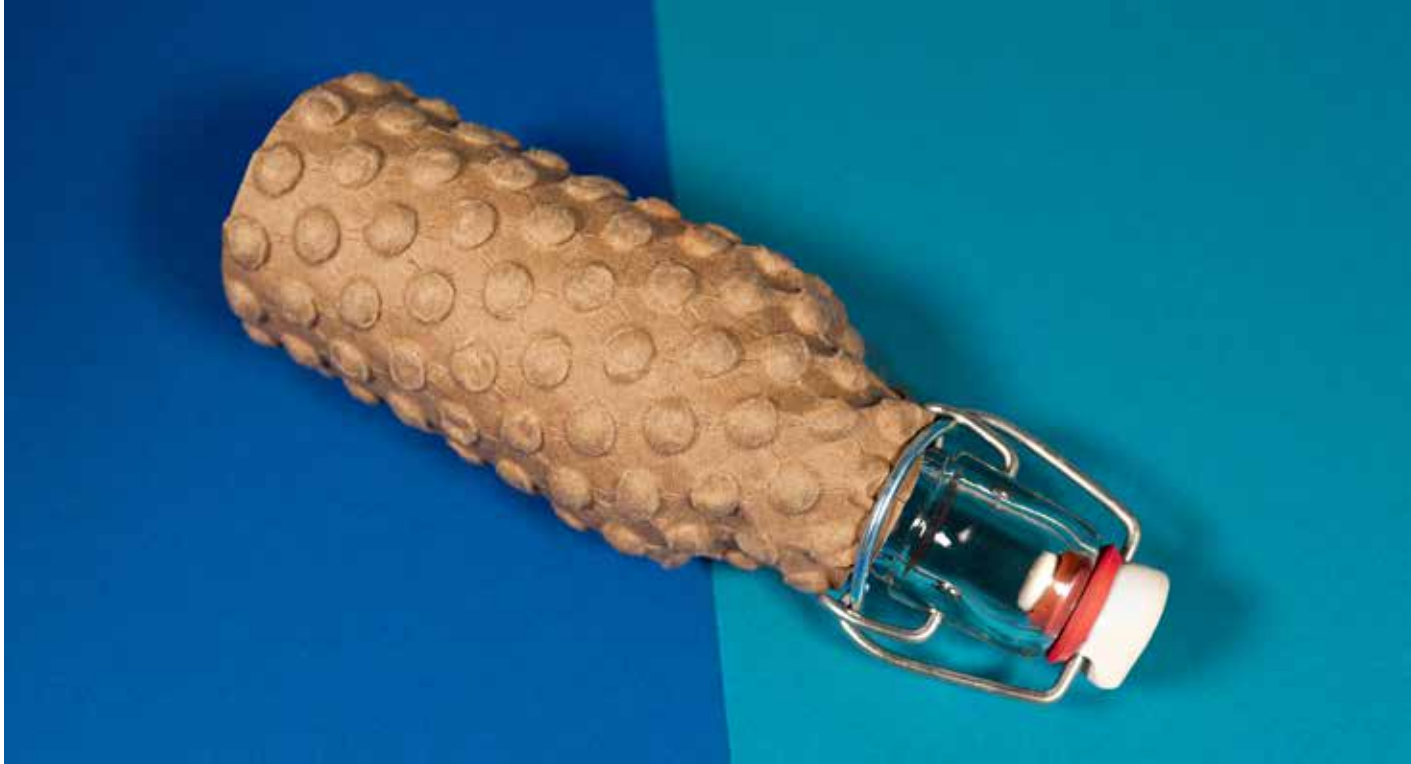
Papair stellt eine nachhaltige Alternative zu Luftpolsterfolie her: "PapairWrap" besteht aus 100 Prozent Recyclingpapier. Gegründet wurde die Papair GmbH im Jahr 2020 in Hannover, 2022 hat das Start-up eine Produktionshalle in Rethem an der Aller angemietet. Voraussichtlich 2023 soll die Produktion starten – dafür benötigt das Start-up nicht nur Maschinen, sondern auch ein ERP-System.

ERP steht für Enterprise Resource Planning – also für die Planung und Steuerung der Ressourcen eines Unternehmens. Dazu gehören etwa das Personal, das Kapital, die Betriebsmittel und das Material. Am Markt existieren unzählige Softwarelösungen für verschiedene Branchen und Unternehmensgrößen. Sie unterscheiden sich erheblich in den Funktionen und im Preis – und es ist nicht so einfach, sich einen Überblick zu verschaffen und die Systeme miteinander zu vergleichen. Die Papair GmbH bat deshalb das IPH um Unterstützung, das nicht nur Erfahrung bei der ERP-Auswahl und -Einführung hat, sondern auch ein Herz für Start-ups (siehe Seite 19).

## ERP-Auswahl für ein Start-up

---

Als junges Unternehmen mit patentiertem Produkt, aber noch ohne laufende Produktion konnte Papair die ERP-Auswahl nicht aus eigener Tasche bezahlen. Daher recherchierten die IPH-Mitarbeitenden zunächst Finanzierungsmöglichkeiten und stellten gemeinsam mit Papair einen Antrag beim Förderprogramm "HRI – Hannover Region Innovativ", das KMU aus der Region Hannover mit bis zu 10.000 Euro bei einem konkreten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben unterstützt. Für den aufwändigen ERP-Auswahlprozess sind 10.000 Euro immer noch ein sehr niedriges Budget – daher investierte das Papair-Team zusätzlich viel Eigenarbeit. Die Auswahl eines ERP-Systems beginnt zunächst mit der Anforderungsanalyse. Als Start-up benötigte Papair nicht nur eine möglichst kostengünstige Lösung, sondern auch ein skalierbares ERP-System – also eine Software, die mit einem stark wachsenden Unternehmen mitwachsen kann. Zudem musste das ERP-System mit dem Warenwirtschaftssystem des Investors kompatibel sein.



Wenn ein Unternehmen erstmals ein ERP-System einführt, ist das Vorteil und Nachteil zugleich. Auf der einen Seite entfällt die Datenübertragung vom alten System, es müssen keine historisch gewachsenen Prozesse bereinigt werden. Auf der anderen Seite müssen zunächst sämtliche Unternehmensprozesse definiert werden: Welche Daten, welche Abläufe sollen auf welche Weise in der Software abgebildet werden? Bei dieser sogenannten Prozessanalyse erledigte das Papair-Team eigenständig einen großen Teil jener Arbeiten, die bei Auftraggeber:innen mit höherem Budget in der Regel das IPH-Team übernimmt. Auch das Lastenheft schrieben die Papair-Mitarbeitenden zum großen Teil selbst – nach Anleitung durch die IPH-Expert:innen – und sendeten es an circa 10 ERP-Anbieter, die das IPH-Team vorausgewählt hatte. Die vier Anbieter, die die Anforderungen aus dem Lastenheft am besten erfüllten, wurden zur digitalen Anbieterpräsentation eingeladen.

#### Kostenvergleich mit Weitblick

---

Beim Kostenvergleich lohnt sich insbesondere bei wachsenden Unternehmen ein Blick in die Zukunft. Ein Teil der Lizenzkosten hängt von der Anzahl der Personen ab, die das ERP-System nutzen. Papair geht davon aus, in zehn Jahren etwa zwölfmal so viele Lizenzen zu benötigen wie derzeit. Beim Kostenvergleich zeigte sich: In den ersten Jahren mit wenigen Lizenzen bewegen sich die Kosten bei allen vier Anbietern in einer vergleichbaren Größenordnung – in der Zukunftsprognose gingen sie jedoch stark auseinander.

Bei der Auswahl des optimalen ERP-Systems spielen also nicht nur die aktuellen Anforderungen eine Rolle. Es braucht Weitblick, um ein ERP-System auszuwählen, das langfristig zum Unternehmen passt.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes/>

---

# Walzen: Nicht immer eine runde Sache

Neuartige Flachbackenwerkzeuge ermöglichen Ellipsen und Exzenter

---

*Wie sich Ellipsen und Exzenter mittels Flachbackenwalzen in zylindrische Halbzeuge einbringen lassen, hat das IPH im Forschungsprojekt "Unrundwalzen" systematisch untersucht. Sowohl in der Simulation als auch in praktischen Versuchen zeigte sich: Erfolgreiche Walzprozesse müssen nicht unbedingt rund laufen.*

Ein äußerst materialeffizientes Umformverfahren ist das Querkeilwalzen. Dabei wird ein zylindrisches Halbzeug zwischen zwei Werkzeugplatten gelegt, die sich aneinander vorbei bewegen und so das Halbzeug zum Rotieren bringen. Die Werkzeugplatten sind mit Keilen versehen, die den Durchmesser des Halbzeugs gezielt verändern – es entstehen also dickere und dünnere Abschnitte im Bauteil. So wird die Masse für nachfolgende Schmiedeschritte vorverteilt, ohne dass Grat entsteht oder Material abgetragen wird. Die Länge des Walzstücks nimmt durch den Walzprozess zu.

Beim Querkeilwalzen entstehen grundsätzlich rotationssymmetrische Bauteile mit kreisrunden Durchmessern. Das sogenannte Unrundwalzen ermöglicht im Gegensatz dazu auch elliptische Durchmesser sowie zur Mittelachse versetzte Abschnitte, sogenannte Exzenter. Anders als das Querkeilwalzen ist dieses Verfahren jedoch noch kaum erforscht. Das IPH hat sich systematisch mit den Grundlagen des Unrundwalzens beschäftigt.

Auf die Werkzeuge kommt es an

---

Beim Unrundwalzen werden völlig andere Werkzeuggravuren benötigt als beim Querkeilwalzen. Anstelle von Keilen sind wellenförmige Gravuren erforderlich. Zur Berechnung dieser Werkzeuggravuren haben die Forschenden am IPH verschiedene Rechenansätze untersucht – drei Ansätze für das Walzen von Ellipsen sowie vier Rechenansätze für das Exzenterwalzen. Mit FEM-Simulationen haben sie überprüft, ob sich mit den so ausgelegten Werkzeuggravuren die gewünschte Bauteilgeometrie erreichen lässt oder ob es zu unerwünschten Verformungen kommt. Sowohl für das Exzenterwalzen als auch für das Walzen von Ellipsen haben die Wissenschaftler:innen einen geeigneten Rechenansatz identifiziert. Lediglich für eine Kombination – also für das Walzen von elliptischen Exzentern – lieferten die FEM-Simulationen keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Hier sind momentan die Grenzen des Verfahrens erreicht.



### Das Unrundwalzen im Praxistest

---

Sind die Walzprozesse, die in der Simulation funktionieren, auch praxistauglich? Um das zu überprüfen, haben die IPH-Ingenieur:innen ein modulares Werkzeug konstruiert und anfertigen lassen. Zwei Werkzeuggravuren sind als Längsstreifen auf dem Werkzeug angebracht und lassen sich austauschen. Diese modulare Bauweise gab es bei Flachbackenwerkzeugen so noch nicht. Sie ermöglicht den Forschenden, relativ kostengünstig unterschiedliche Gravuren zu testen: In Praxisversuchen konnten sie mit demselben Werkzeug sowohl Ellipsen als auch Exzenter walzen.

Modular austauschbar sind auch die Begrenzungswände an den Längsseiten des Werkzeugs: Sie unterbinden die Längenzunahme durch das Walzen. Zwischen den Begrenzungen und den Gravuren befinden sich Abrollstege mit Nuten, die dafür sorgen, dass das Halbzeug rotiert und nicht wegrutscht.

Die praktischen Versuche (siehe Foto) bestätigten die Ergebnisse der Simulation: Mit den am IPH ausgelegten Werkzeugen lassen sich sowohl Ellipsen als auch Exzenter walzen. Die Forschungsergebnisse ermöglichen eine neue Art der Massenvorverteilung, die sich positiv auf den gesamten Schmiedeprozess auswirkt – denn je stärker die Vorform der Fertigteilegeometrie ähnelt, desto weniger Schmiedeschritte sind insgesamt notwendig. Kürzere Prozessketten sparen Zeit, Energie und Material und ermöglichen eine kostengünstigere Herstellung von komplexen Schmiedeteilen.

 <https://unrundwalzen.iph-hannover.de>

---

*Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 413630938 wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.*

---

---

# Künstliche Intelligenz im Handwerk

Pilotprojekt: IPH berät ausgewählte Betriebe zu Digitalisierung und KI

---

*Künstliche Intelligenz (KI) kann die Arbeit erleichtern und dem Fachkräftemangel entgegenwirken – selbst dort, wo überwiegend mit den Händen gearbeitet wird, etwa in Tischlereien oder Elektroinstallationsbetrieben. Im Auftrag der Handwerkskammer Hannover unterstützt das IPH ausgewählte Unternehmen bei KI-Projekten.*

Von der Produktberatung per Chatbot bis zur automatisierten Übersetzung: Künstliche Intelligenz (KI) begegnet uns im Alltag an so vielen Stellen, dass wir kaum noch merken, dass es sich um KI handelt. Intelligent ist prinzipiell jedes System, das in der Lage ist, auf Basis von Daten zu lernen, konkrete Probleme zu lösen und uns zu helfen, Entscheidungen zu treffen. Im Arbeitsalltag wird KI ebenso unaufhaltsam Einzug halten wie einst der Computer. Während vor 20 Jahren noch etliche kleine Betriebe ohne PCs und Mobiltelefone auskamen, ist dies heute unvorstellbar. Ebenso wird sich KI bald nicht mehr wegdenken lassen.

Unternehmen müssen daher lernen, für welche Zwecke sie KI sinnvoll einsetzen können, welche Chancen sie ihnen bietet und welche Risiken zu beachten sind. Sie müssen verstehen, dass es nicht damit getan ist, KI-Anwendungen einfach zu kaufen – ebenso wenig wie es reicht, einen Computer anzuschaffen, ohne zu wissen, wofür man ihn nutzen will. Wer KI nutzen will, braucht zunächst ein konkretes Ziel und erst dann die passende Software. Zudem müssen Unternehmen lernen, welche Daten sie für welche KI-Anwendung benötigen und wie sie diese Daten erfassen. Unerlässlich ist es zudem, die Mitarbeitenden im Umgang mit KI zu schulen, ihnen Vorbehalte zu nehmen und Potenziale aufzuzeigen.

## Kompetenz im Umgang mit Künstlicher Intelligenz (KI)

---

Unternehmen brauchen also KI-Kompetenz – unabhängig von der Unternehmensgröße und Branche. Diese Kompetenz aufzubauen ist Ziel des Projekts KomKI. Darin entwickelt das Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik (HPI) der Leibniz Universität Hannover gemeinsam mit der Handwerkskammer Hannover Projekt- und Servicegesellschaft mbh (HWK-PSG) eine KI-Werkstatt. Innerhalb der KI-Werkstatt beauftragte die HWK-PSG das IPH und das IFW – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Leibniz Universität Hannover damit, mit ausgewählten Handwerksbetrieben aus der Region Hannover KI-Projekte zu identifizieren und bei der Umsetzung fachlich zu unterstützen.




Die KI-Expert:innen begleiten vier Unternehmen mit 7 bis 200 Mitarbeitenden, darunter eine Tischlerei, zwei Elektrofachbetriebe sowie ein Unternehmen, das sich auf Heizungsinstallationen spezialisiert hat. In Erstgesprächen wurde zunächst erhoben, welche Erfahrungen die Unternehmen bereits mit KI gemacht haben und welche Anwendungsmöglichkeiten sie in Zukunft sehen. Im Anschluss wurde jedes Unternehmen bei einem konkreten Projekt fachlich unterstützt. In Strategieworkshops können sich die Betriebe zudem untereinander austauschen und voneinander lernen.

Zu den KI-Vorhaben gehört unter anderem eine digitale Lagerhaltung: Mitarbeitende sollen in Zukunft per App den Lagerbestand einsehen können. Wird eine KI mit den entsprechenden Daten versorgt, könnte sie zudem automatisiert Material nachbestellen, welches für künftige Aufträge benötigt wird. Bei der Planung der Touren von Kunde zu Kunde kann KI ebenfalls unterstützen – indem ein Algorithmus automatisiert eine sinnvolle Route mit möglichst kurzen Wegen berechnet. Und im Projektmanagement ist eine aufwändige Dokumentation auf Papier oder in Excel-Tabellen nicht mehr notwendig, wenn digital erfasst wird, wie viel Zeit die Mitarbeitenden auf einzelnen Projekten arbeiten und wie viel Material sie dort verbrauchen. Der Projektfortschritt ließe sich dann in Echtzeit nachverfolgen. Basierend auf Daten aus der Vergangenheit könnte die KI sogar vorhersagen, ob ein Projekt voraussichtlich planmäßig abgeschlossen wird.

#### Vielfältige Lösungen für dieselbe Herausforderung

---

KI liefert also sehr vielfältige Lösungsmöglichkeiten für eine Herausforderung, vor der die meisten Handwerksbetriebe stehen: Sie haben viele Aufträge und zu wenige Fachkräfte. In diesem Spannungsfeld kann KI helfen, die Arbeit zu optimieren und Mitarbeitende zu entlasten.

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/data-science>





---

## Projekte, Partner, Publikationen

---



---

# Projekte 2022

---

3D-Druck eines Prototypen

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2022

[🔗 https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren](https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren)

S. 44 Access to Public Spaces mittels 5G (5GAPS)

Auftraggeber: BMDV | Laufzeit: 01/2022 – 12/2024

[🔗 https://5gaps.iph-hannover.de](https://5gaps.iph-hannover.de)

S. 42 Analyse des Automatisierungspotenzials

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2022 – 02/2023

[🔗 https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik](https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik)

Arbeitskreis Werkzeug- und Formenbau (AKWZB)

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

[🔗 https://akwzb.de](https://akwzb.de)

Arbeitskreis XXL-Produkte (AKXXL)

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

[🔗 https://xxl-produkte.net](https://xxl-produkte.net)

S. 46 Auslegung eines Präzisionsschmiedeprozesses

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2022 – 07/2022

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

Automatisierte Erstellung optimierter Förderanlagenlayouts für modulare Förderersysteme (OptiLay)

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

[🔗 https://optilay.iph-hannover.de](https://optilay.iph-hannover.de)

S. 48 Automatisierte kamerabasierte ergonomische Evaluation von Arbeitsplätzen (AKEvAp)









Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 10/2022 – 09/2024

[🔗 https://akevap.iph-hannover.de](https://akevap.iph-hannover.de)

Automatisierte Stadienplanung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2022 – 07/2022


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

- S. 36    Autonomer Drohnenflug im Produktionsumfeld zur logistischen Prozessunterstützung (Autodrohne in der Produktion)  
Auftraggeber: AiF/IFL | Laufzeit: 10/2020 – 09/2022  
 <https://autodrohne.iph-hannover.de>
- Befähigung von KMU zur Nutzung von Potenzialen von Machine Learning in der Produktion und Entwicklung einer Einführungsstrategie (ML-Ready)  
Auftraggeber: AiF/IUTA | Laufzeit: 03/2022 – 02/2024  
 <https://mlready.iph-hannover.de>
- Einstellen eines ultrafeinen Gefüges bei Schmiederohtteilen durch Querkeilwalzen (Feinkornwalzen)  
Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 02/2020 – 06/2023  
 <https://feinkornwalzen.iph-hannover.de>
- Energie- und ressourceneffiziente Herstellung großskaliger Produkte durch additive Fertigung am Beispiel von Schiffsgetriebegehäusen (XXL3DDruck)  
Auftraggeber: BMWK | Laufzeit: 01/2019 – 03/2023  
 <https://xxl3d.iph-hannover.de>
- Entwicklung einer Methode zur Optimalen Planung des Umzugs von Fabrikobjekten im Zuge der Realisierung eines neuen Fabriklayouts (OptiFaU)  
Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 01/2021 – 03/2023  
 <https://optifau.iph-hannover.de>
- Entwicklung einer vorausschauenden Überwachung von Schmiedeprozessen zur Erschließung qualitativer und wirtschaftlicher Potenziale (VorÜber)  
Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 03/2021 – 02/2023  
 <https://vorueber.iph-hannover.de>
- Entwicklung eines Baukastensystems für ein Plug&Play-fähiges autonomes Transportsystem (PnPFTS)  
Auftraggeber: ZIM | Laufzeit: 11/2019 – 01/2022  
 <https://pnpfts.iph-hannover.de>
- Entwicklung eines Fabrikkonzepts für die automatisierte Produktion  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2022 – 09/2023  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung>

- S. 26      Entwicklung eines KI-basierten Geoinformationssystems zur Auswahl von Windenergiepotenzialflächen im Spannungsfeld von Arten-, Umwelt- und Klimaschutz (WindGISKI)  
 Auftraggeber: BMUV | Laufzeit: 12/2021 – 11/2024  
 <https://windgiski.iph-hannover.de>
- Entwicklung eines Modells zur Bestimmung des optimalen Detaillierungsgrades von Arbeitsplänen (OptiPlan)  
 Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 04/2020 – 03/2022  
 <https://optiplan.iph-hannover.de>
- S. 40      Entwicklung eines Nachrüstsystems für Reibspindelpressen zur (Teil-)Automatisierung und Minimierung der Einrichtzeit und Entwicklung eines Sensorarrays zur erstmaligen Erfassung elementarer Prozessgrößen wie der Umformkraft (AutoPress)  
 Auftraggeber: ZIM | Laufzeit: 10/2022 – 09/2024  
 <https://autopress.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  
 <https://mes-ready.iph-hannover.de>
- Erarbeitung von Automatisierungslösungen zur Werkstück-Rückführung  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2021 – 02/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik>
- ERP-Auswahl  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 04/2022 – 10/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes>
- S. 50      ERP-Auswahl  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2021 – 02/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes>
- ERP-Bewertung und -Auswahl  
 Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2021 – 02/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes>

#### Fabrikplanungs-Review

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 06/2022 – 07/2022

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fabrikplanung>

#### Fertigung von Werkzeugen für Umformversuche

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 02/2022 – 04/2022

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik>


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

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 11/2020 – 10/2022

 <https://flidial.iph-hannover.de>

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

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 07/2015 – 06/2023

 <https://sfb1153.iph-hannover.de/>

S. 54

#### KI-Werkstatt

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 12/2021 – 07/2023

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/data-science>

#### Koptertag

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

 <https://koptertag.iph-hannover.de>

#### Lieferantenrecherche

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2022

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren>

#### Machbarkeitsstudie zum Querkeilwalzen










Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2022 – 03/2023

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren>

#### Machbarkeitsstudie: Auswahl eines Fahrerlosen Transportsystems (FTS) und Entwicklung geeigneter Automatisierungslösungen

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

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/automatisierungstechnik>

- S. 38      Materialflussanalyse  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 07/2022 – 03/2023  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/materialflusssimulation>
- Materialflusssimulation  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2022 – 08/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/materialflusssimulation>
- MES-Auswahl  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2021 – 03/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes>
- MES-Bewertung  
Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 05/2022 – 08/2022  
 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes>
- Miniaturisierter, vibrationsstabiler Drehmoment- und Absolutdrehwinkelgeber (Mini-Vib)  
Auftraggeber: AiF/DFAM/FKM | Laufzeit: 10/2019 – 04/2022  
 <https://minivib.iph-hannover.de>
- Mittelstand-Digital Zentrum Hannover (Mittelstand-Digital Zentrum Hannover)  
Auftraggeber: BMWK | Laufzeit: 06/2021 – 05/2024  
 <https://digitalzentrum-hannover.de>
- Praxisseminar Fabrikplanung  
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 05/2022  
 <https://praxisseminar-fabrikplanung.de>
- Praxisseminar Fabrikplanung  
Auftraggeber: Industrie/IPH | Laufzeit: 11/2022  
 <https://praxisseminar-fabrikplanung.de>
- Qualitätssicherung beim Laserstrahlschweißen additiv gefertigter thermoplastischer Bauteile (QuallA)  
Auftraggeber: AiF/FQS | Laufzeit: 01/2021 – 04/2023  
 <https://qualla.iph-hannover.de>

Recherche und Auswahl alternativer Fertigungsverfahren

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 08/2022 – 11/2022

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/fertigungsverfahren>

Review eines DMS-Lastenhefts

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 10/2022 – 11/2022

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/erp-mes>


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

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

 <https://rpalog.iph-hannover.de>


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

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

 <https://saviour.iph-hannover.de>

Störungsmanagement in der Einzel- und Kleinserienmontage von großskaligen Produkten (StoMaXXL)

Auftraggeber: AiF/BVL | Laufzeit: 11/2020 – 05/2023

 <https://stomaxxl.iph-hannover.de>

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

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

 <https://transwind.iph-hannover.de>


Unterstützung beim Aufbau der digitalen Plattform FLYBOTS.INFO

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 01/2022 – 09/2022

 <https://flybots.info>

S. 52 Untersuchung der Herstellung von mehreren exzentrischen, unrunder Querschnitten mittels Unrundwalzen (Unrundwalzen)

Auftraggeber: DFG | Laufzeit: 04/2020 – 03/2023


 <https://unrundwalzen.iph-hannover.de>

Werkzeugbeschaffung und Rohteilbeschaffung

Auftraggeber: Industrie | Laufzeit: 11/2022 – 12/2022

 <https://www.iph-hannover.de/de/dienstleistungen/umformtechnik>



Zentrum für Additive Fertigung (Niedersachsen ADDITIV)  
Auftraggeber: MW | Laufzeit: 07/2017 – 06/2023  
 <https://niedersachsen-additiv.de>

## Abkürzungen

---

|      |  |
|------|--|
| AiF  | Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V.  |
| BMDV | Bundesministerium für Digitales und Verkehr  |
| 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.  |
| FKM  | Forschungskuratorium Maschinenbau e. V.  |
| FQS  | Forschungsgemeinschaft Qualität e. V.  |
| IFL  | Forschungsgemeinschaft Intralogistik / Fördertechnik und Logistiksysteme e. V.       |
| IPH  | Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH                      |
| IUTA | Institut für Umwelt & Energie, Technik & Analytik e. V., Duisburg                    |
| MW   | Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung    |
| ZIM  | Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand  |

---

## Partner 2022

---

3D Systems Software GmbH, Ettlingen | 3plusplus GmbH, Sonsbeck | Additive Manufacturing Germany GmbH & Co. KG, Hannover | AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e. V., Köln | Andreas Th. Bausch GmbH & Co. KG, Winsen (Luhe) | Arqum GmbH, Hannover | ARSU GmbH, Oldenburg | BITMOTEC GmbH, Hannover | BMDV – Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Berlin | BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Berlin | BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Berlin | Busuttill & Company GmbH, Hannover | BVL – Bundesvereinigung Logistik e. V., Bremen | Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg | Compose 2 Compete GmbH, Rastede | Daimler AG, Bremen | 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 | DEVITY, Paderborn | DFAM – Deutsche Forschungsgesellschaft für Automatisierung und Mikroelektronik e. V., Frankfurt am Main | DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V., Bonn | Dr. Podszus Ventures GmbH, Hannover | Dr. R. Zwicker TOP Consult GmbH, Nürnberg | DRK-Blutspendedienst NSTOB gGmbH, Springe | DTS Systeme GmbH, Hannover | En-Tra UG, Langenhagen | ESCHA GmbH & Co. KG, Halver | Felss Systems GmbH, Königsbach-Stein | FIBRO GmbH, Hassmersheim | FKM – Forschungskuratorium Maschinenbau e. V., Frankfurt am Main | FQS – Forschungsgemeinschaft Qualität e. V., Frankfurt am Main | Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP), Rostock | GBO – Gesellschaft für Innovative Betriebsorganisation e. V., Rohr | Gestamp Umformtechnik GmbH, Bielefeld | GREAN GmbH, Garbsen | GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover | Handwerkskammer Hannover Projekt- und Servicegesellschaft mbH (HWK-PSG), Hannover | hannoverimpuls GmbH, Hannover | HDI Global Specialty Underwriting Agency GmbH, Köln | HERFURTH & PARTNER Rechtsanwaltsgesellschaft mbH, Hannover | Hochschule Bremerhaven, Bremerhaven | ibk IngenieurConsult GmbH, Hannover | IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen | IFL – Forschungsgemeinschaft Intralogistik / Fördertechnik und Logistiksysteme e. V., Frankfurt am Main | ifs – Institut für Füge- und Schweißtechnik, Braunschweig | IFUM – Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Garbsen | IFW – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Garbsen | iGo3D GmbH, Hannover | IHK – Industrie- und Handelskammer, Hannover | Industrie-Club Hannover e. V., Hannover | Industrieverband Massivumformung e. V., Hagen | Innovationszentrum Niedersachsen GmbH, Hannover | Institut für Dynamik und Schwingungen, Hannover | Institut für Informationsverarbeitung, Hannover | Institut für Produktions-


wirtschaft, Hannover | Institut für Statik und Dynamik, Hannover | INVENT GmbH, Braunschweig | IPRI – International Performance Research Institute gGmbH, Stuttgart | ITA – Institut für Transport- und Automatisierungstechnik, Garbsen | IUTA – Institut für Umwelt & Energie, Technik & Analytik e. V., Duisburg | IW – Institut für Werkstoffkunde, Garbsen | Jäger Gummi und Kunststoff GmbH, Hannover | JO-BOTEC GmbH, Halle (Westfalen) | Kopterzentrale GmbH, Hannover | KUKA Roboter GmbH, Augsburg | LAE Engineering GmbH, Wiesloch | LASCO Umformtechnik GmbH, Coburg | Laser Zentrum Hannover e. V. (LZH), Hannover | LEE Landesverband Erneuerbare Energien Niedersachsen / Bremen e. V., Hannover | Leibniz Universität Hannover, Hannover | LMZS – Leichtmetallzentrum Soltau, Soltau | LOGXON GmbH & Co. KG, Alsbach-Hähnlein | Lower Impact GmbH, Hannover | LZH Laser Akademie GmbH, Hannover | MeKo Laserstrahl-Materialbearbeitungen e.K., Sarstedt | Metec GmbH, Oyten | MFL Maschinen & Formenbau Leinetal GmbH, Neustadt am Rübenberge | MPC Munschek Process Consulting GmbH, Wenden | MVI PROPLANT Nord GmbH, Wolfsburg | MW – Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung, Hannover | Nbank – Investitions- und Förderbank Niedersachsen, Hannover | Nefino GmbH, Hannover | Nippon Steel Corporation, Amagasaki, Japan | Nolte Küchen GmbH & Co. KG, Melle | OTTO FUCHS KG, Meinerzhagen | Papair GmbH, Hannover | PHI, Wunstorf | PWS GmbH Sondermaschinenbau und Automatisierungstechnik, Ravensburg | PZH – Produktionstechnisches Zentrum Hannover, Garbsen | 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 | Scholpp GmbH, Dietzenbach | Schubert Software & Systeme KG, Amberg | Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark | Siemens Gamesa Renewable Energy GmbH & Co. KG, Cuxhaven | STIEBEL ELTRON GmbH & Co. KG, Holzminden | STM Stahl Service Center GmbH, Gräfelting | Syncos GmbH, Schwelm | Takraf GmbH, Lauchhammer | Technische Universität Braunschweig, Braunschweig | Teckentrup Stanztechnik GmbH & Co. KG, Herscheid | TEWISS GmbH, Garbsen | Umweltzentrum Hannover e. V., Hannover | Union Werkzeugmaschinen GmbH, Chemnitz | unshared, Wuppertal | UVN – Unternehmerverbände Niedersachsen e. V., Hannover | VDI – Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf | VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., Frankfurt am Main | Verband der Metallindustriellen Niedersachsens e. V., Hannover | VERMDOK GmbH, Berlin | Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, Aachen | X4B – Serviceagentur für die Wirtschaft GmbH, Hannover | Zukunftsallianz Maschinenbau e. V., Hannover

---

## Publikationen 2022

---


Abt, M.; Kruppa, K.; Wolf, M.; Feldhoff, A.; Overmeyer, L.: Experimental application of a laser-based manufacturing process to develop a free customizable, scalable thermoelectric generator demonstrated on a hot shaft. In: Engineering Reports, John Wiley & Sons Ltd (2022), Vol. 5, no. 4.

 <https://doi.org/10.1002/eng2.12590>


Aurich, P.; Böning, C.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Throughput Analysis for Layout Optimisation of Modular Conveyor Systems. In: Herberger, D.; Hübner, M. (Eds.): Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2022. Hannover: publish-Ing. (2022), S. 329-329.

 <https://doi.org/10.15488/12196>


Budde, L.; Biester, K.; Merkel, P.; Lammers, M.; Kriwall, M.; Hermsdorf, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.; Overmeyer, L.: Investigation of the material combination 20MnCr5 and X45CrSi9-3 in the tailored forming of shafts with bearing seats. In: Production Engineering, Springer Nature (2022), 16, S. 661-671.

 <https://doi.org/10.1007/s11740-022-01119-w>


Budde, L.; Merkel, P.; Prasanthan, V.; Bährisch, S.; Faqiri, M. Y.; Lammers, M.; Stonis, M.; Hermsdorf, J.; Hassel, T.; Uhe, J.; Behrens, B.-A.; Breidenstein, B.; Overmeyer, L.: Combination of Cladding Processes with Subsequent Hot Forming as a New Approach for the Production of Hybrid Components. In: Proceedings of the 33rd Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium (2022), S. 1223-1233.

 <https://dx.doi.org/10.26153/tsw/44598>


Budde, L.; Prasanthan, V.; Merkel, P.; Kruse, J.; Faqiri, Y.; Lammers, M.; Kriwall, M.; Hermsdorf, J.; Stonis, M.; Hassel, T.; Breidenstein, B.; Behrens, B.-A.; Denkena, B.; Overmeyer, L.: Material dependent surface and subsurface properties of hybrid components. In: Production Engineering, Springer Nature (2022), 16, S. 647-659.

 <https://doi.org/10.1007/s11740-022-01128-9>

Gerland, H.; Kluge, N.; Sommer, L.: Bauteil-Identifikation mit RFID-Tags: 3D-Druck eröffnet neue Möglichkeiten. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 34 / März 2022, ISSN: 2198-1922.


 <https://doi.org/10.48811/phi-22-001>

Harder, P.; Dreßler, D.; Böning, C.; Stonis, M.: Transdisziplinäre End-of-Life-Analyse von Windenergieanlagen. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 117. Jg. (2022), H. 1-2, S. 41-45. ISSN: 0947-0085.


 <https://doi.org/10.1515/zwf-2022-1008>

Jagodzinski, A.; Rasch, J.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Inhomogene Rohteilerwärmung – Einfluss der Länge des Temperaturgradienten auf die Materialeinsparung durch inhomogene Rohteilerwärmung bei der Warmmassivumformung. In: stahl + eisen, Maenken Kommunikation GmbH (2022), H. 10, S. 45-48. ISSN: 0340-4803.


Jütte, L.; Poschke, A.; Küster, B.; Overmeyer, L.: Quantitative performance evaluation in an augmented reality view enhancement driver assistant system. In: Proceedings Volume 12226, Applications of Digital Image Processing XLV; 1222617 (2022), SPIE Optical Engineering + Applications, 2022, San Diego, California, USA.

 <https://doi.org/10.1117/12.2633264>


Kriwall, A.; Janson, N.; Heineking, O.; Küster, B.; Stonis, M.: Die additive Fertigung von Großbauteilen überwachen. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, Carl Hanser Verlag, 67. Jg. (2022), H. 4, S. 54-56. ISSN: 0720-1214.

 <https://www.qz-online.de/a/fachartikel/die-additive-fertigung-von-grossbauteile-1571336>


Kutzner, C.; Jurisic, S.; Stonis, M.; Nyhuis, P.; Seiter, M.: Robotergesteuerte Prozessautomatisierung zur softwarebasierten Automatisierung administrativer Prozesse der innerbetrieblichen Lieferkette (RPAlog). In: Logistics Journal: nicht referierte Veröffentlichungen, Vol. 2022. ISSN: 1860-5923.

 [https://doi.org/10.2195/lj\\_NotRev\\_kutzner\\_de\\_202205\\_01](https://doi.org/10.2195/lj_NotRev_kutzner_de_202205_01)


Martini, A.; Doede, N.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Prozessoptimierung durch Flittergratvermeidung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 117. Jg. (2022), H. 11, S. 754-757. ISSN: 0947-0085.

 <https://doi.org/10.1515/zwf-2022-1154>


Martini, A.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Wirtschaftliche Verwendung von Schieberwerkzeugen in der Massivumformung durch gezielte Prozessauslegung. In: massivUMFORMUNG, Industrieverband Massivumformung e. V., Ausgabe Juni 2022, S. 48-53. ISSN: 2366-5106.

 [https://www.massivumformung.de/fileadmin/user\\_upload/6\\_Presse\\_und\\_Medien/Veroeffentlichungen/massivUMFORMUNG/Juni\\_2022/mU\\_Juni\\_2022\\_TuW\\_2.pdf](https://www.massivumformung.de/fileadmin/user_upload/6_Presse_und_Medien/Veroeffentlichungen/massivUMFORMUNG/Juni_2022/mU_Juni_2022_TuW_2.pdf)

Mente, T.; Kuklik, J.: Laserdurchstrahlschweißen additiv gefertigter Bauteile. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 36 / September 2022, ISSN: 2198-1922.

 <https://doi.org/10.48811/phi-22-014>


Merkel, P.; Strating, T.; Lutowski, C.: Integration von Künstlicher Intelligenz in Handwerksbetrieben. In: Zukunft.Digital, Schriftenreihe des Mittelstand-Digital Zentrums Hannover, H. 02 (2022), S. 38-39. ISSN: 978-3-95900-755-9.

 [https://digitalzentrum-hannover.de/wp-content/uploads/2022/11/Zukunft\\_Digital\\_02-22\\_web\\_RGB.pdf](https://digitalzentrum-hannover.de/wp-content/uploads/2022/11/Zukunft_Digital_02-22_web_RGB.pdf)


Müller, M.; Schüler, F.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Development of a Method for Decision Support on Participation in Capacity Sharing for Manufacturing SMEs. In: Herberger, D.; Hübner, M. (Eds.): Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2022. Hannover: publish-Ing. (2022), S. 411-423.

 <https://doi.org/10.15488/12197>


Namneck, A.; Böning, C.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Sind Fertigungsbetriebe bereit für die MES-Einführung? In: VDI-Z (online), VDI Fachmedien, 18. Januar 2022.

 <https://www.ingenieur.de/fachmedien/vdi-z/datentechnik/sind-fertigungsbetriebe-bereit-fuer-die-mes-einfuehrung>


Nitsche, A.; Stonis, M.; Nyhuis, P.: Planung und Durchführung von Fabrikumzügen. In: VDI-Z, VDI Fachmedien, 164. Jg. (2022), H. 1-2, S. 67-69. ISSN: 0042-1766.

 <https://doi.org/10.37544/0042-1766-2022-01-02-67>


Poschke, A.; Kreich, J.; Küster, B.: Selbstlernend und mehrstufig. Qualitätsüberwachungssystem für die Lasermaterialbearbeitung. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, Carl Hanser Verlag, 67. Jg. (2022), H. 2, S. 16-19. ISSN: 0720-1214.

 <https://www.qz-online.de/a/fachartikel/selbstlernend-und-mehrstufig-358649>


Roe, C.; Hedicke-Claus, Y.; Meer, H.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Unrundwalzen – FEM-Parameterstudie zum Walzen von Exzenter. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Walter de Gruyter GmbH, 117. Jg. (2022), H. 7-8, S. 479-483. ISSN: 0947-0085.

 <https://doi.org/10.1515/zwf-2022-1097>


Roe, C.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Parameterstudie zum Walzen von Ellipsen. In: wt Werkstattstechnik Online, VDI Verlag, 112. Jg. (2022), H. 10, S. 677-682. ISSN: 1436-4980.

 <https://doi.org/10.37544/1436-4980-2022-10-47>


Roe, C.; Selmi, K.: Walzwerkzeuge für unrunde Formen automatisiert konstruieren. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, Newsletter Nr. 34 / März 2022, ISSN: 2198-1922.

 <https://doi.org/10.48811/phi-22-003>


Schellenberg, D.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Entlastung beim Schmieden durch ergonomische Schmiedezangen. In: massivUMFORMUNG, Industrieverband Massivumformung e. V., Ausgabe Juni 2022, S. 54-58. ISSN: 2366-5106.

 [https://www.massivumformung.de/fileadmin/user\\_upload/6\\_Presse\\_und\\_Medien/Veroeffentlichungen/massivUMFORMUNG/Juni\\_2022/mU\\_Juni\\_2022\\_TuW\\_3.pdf](https://www.massivumformung.de/fileadmin/user_upload/6_Presse_und_Medien/Veroeffentlichungen/massivUMFORMUNG/Juni_2022/mU_Juni_2022_TuW_3.pdf)


Schellenberg, D.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Wirtschaftlichkeit einer Prozessüberwachung. In: wt Werkstattstechnik Online, VDI Verlag, 112. Jg. (2022), H. 7-8, S. 525-529. ISSN: 1436-4980.

 <https://doi.org/10.37544/1436-4980-2022-07-08-79>


Seel, A.; Kreutzjans, F.; Küster, B.; Stonis, M.; Overmeyer, L.: Deep Reinforcement Learning Based UAV for Indoor Navigation and Exploration in Unknown Environments. In: 8th International Conference on Control, Automation and Robotics (IC-CAR), Xiamen, China (2022), S. 388-393. ISSN: 2251-2454.

 <https://doi.org/10.1109/ICCAR55106.2022.9782602>

Stöber R.; Sönmez C.; Kumpe, H.; Böning C.; Stonis M.; Overmeyer, L.: Zugang zum öffentlichen Raum – Vermessungen mit Multikoptern unterstützen mittels digitalem Abbild. In: Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2022. ISSN: 2192-9084.

 [https://doi.org/10.2195/lj\\_proc\\_stoeber\\_de\\_202211\\_01](https://doi.org/10.2195/lj_proc_stoeber_de_202211_01)

Strating, T.; Rolfes, R.; Stonis, M.; Piel, J.-H.: Künstliche Intelligenz gegen Flächenkonflikte. In: BWK Energie, VDI Fachmedien, 74. Jg. (2022), H. 3-4, S. 6-8. ISSN: 1618-193X.

 <https://doi.org/10.37544/1618-193X-2022-3-4-6>








---

## Das IPH im Social Web

---

 [https://www.instagram.com/iph\\_hannover](https://www.instagram.com/iph_hannover)

 <https://www.linkedin.com/company/iph-ggmbh>


 <https://www.xing.com/pages/iph-hannover>

 <https://www.kununu.com/de/iph-institut-fuer-integrierte-produktion-hannover-gemeinnuetzige1>

 <https://www.facebook.com/iphhannover>

 <https://www.youtube.com/user/iphhannover>

 <https://podcasters.spotify.com/pod/show/iph-hannover>

 <https://www.iph-hannover.de/de/presse/newsletter>

---

# Impressum

---

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

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

 <https://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 2022. 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


Titelbild: © Who is Danny – stock.adobe.com

Druck: Umweltdruckhaus Hannover GmbH





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

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