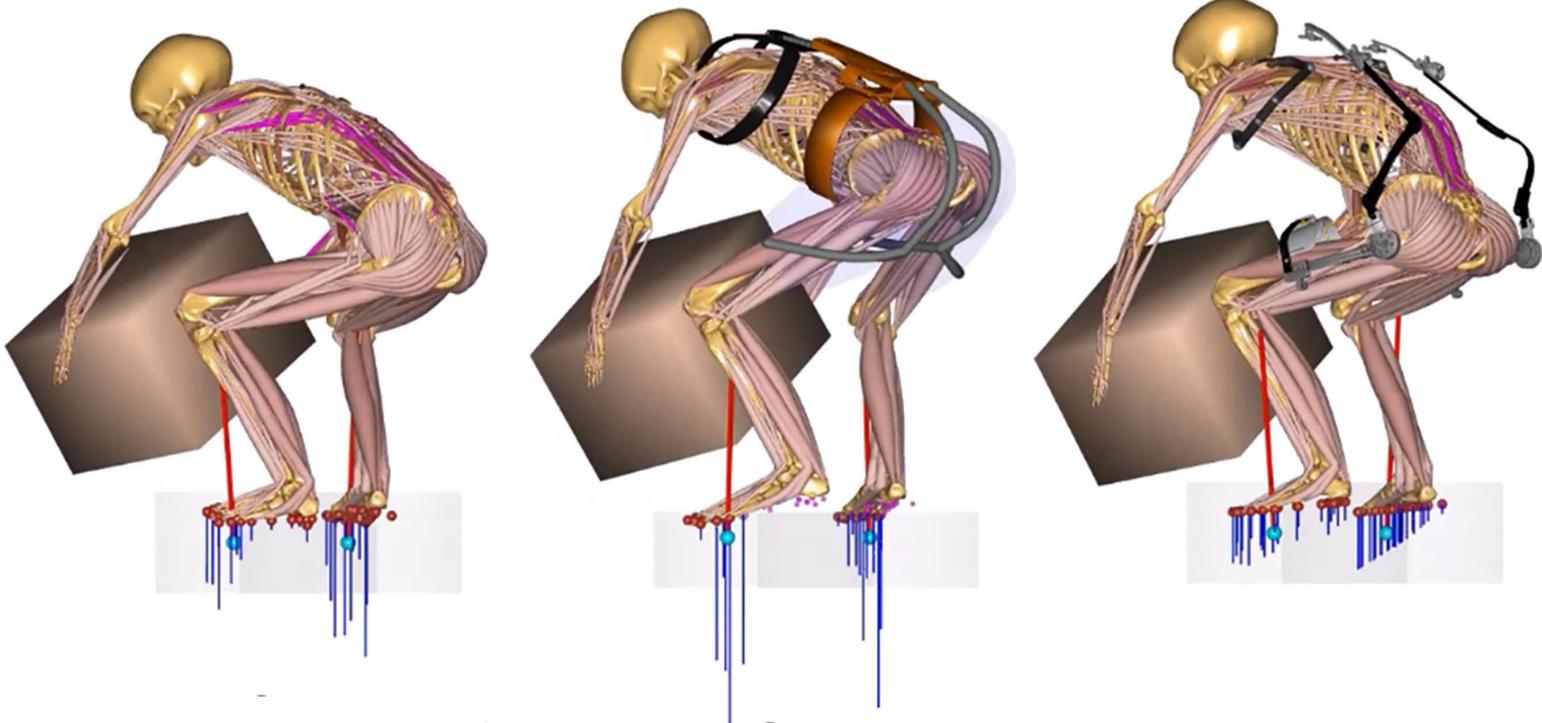


# WT Werkstattstechnik



Grafik: Fraunhofer IPA

INDUSTRIE 4.0

Anwendung  
des  
Process Data Twin

AUTOMATISIERUNG

Formwerkzeuge  
für  
Faserkunststoffverbunde

NACHHALTIGKEIT

EcoHub:  
Datenbasierte  
Nachhaltigkeitsoptimierung

## INHALTE DER ONLINE-AUSGABE 3-2024 TITELTHEMEN: INDUSTRIE 4.0 – AUTOMATISIERUNG

*J. Schilp – Lehrstuhl für Produktionsinformatik, Universität Augsburg sowie Fraunhofer für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, Augsburg*

### Wachstumschancen des Produktionsstandorts Deutschland

Demographie, Digitalisierung und Nachhaltigkeit – diese drei bekannten Herausforderungen müssen gelöst werden, um den Wirtschaftsstandort wieder auf die Erfolgsspur zu bringen. Wertschöpfungserhalt und Produktivitätssteigerung in einer nachhaltigen Produktion sind dabei die zentralen Ziele. Handlungsfelder hinsichtlich der demographischen Entwicklung sind die Automatisierung beziehungsweise die Kollaboration mit sozio-technischen Systemen. In der Digitalisierung steht die Nutzung durchgängiger Vernetzungslösungen, Datenanwendungen in souveränen Datenräumen beziehungsweise nutzenorientierte Anwendungen von künstlicher Intelligenz im Vordergrund. In der Nachhaltigkeit muss die Transformation der industriellen Produktion hin zu einer Kreislaufwirtschaft sozialverträglich und wirtschaftsorientiert vorangetrieben werden.

S. 33

*B. Ringel, A. Raber, M. Lubert, L. Trauner, G. Schlick, C. Gonnermann, J. Schilp; J. Berlak – Fraunhofer IGCV, Augsburg; software4production GmbH, München*

### Vernetzte Produktion im 3D-Druck

Bei pulverbettbasierten Fertigungsverfahren wird der eingesetzte Pulverwerkstoff nicht vollständig verfestigt. Unverbrauchtes Material kann je nach Zustand wiederverwendet werden. Die Nachverfolgung über die Prozesskette, vor allem in der Multi-Materialfertigung, ist jedoch mit hoher Komplexität verbunden. Ein zugeschnittenes Manufacturing Execution System (MES) soll die behälterspezifische Nachverfolgung ermöglichen. Weiter sollen Maschinenzustands- und Prozessüberwachungsdaten automatisiert den Aufträgen zugeordnet werden. Energieflexibilität steht im Mittelpunkt.

S. 34

[doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-6](https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-6)

*A. Leinenbach; M. Wagner; F. Oettl; J. Schilp – Universität Augsburg, Lehrstuhl für Produktionsinformatik; Intel Deutschland GmbH, Feldkirchen; MicroStep Europa GmbH, Bad Wörishofen; Fraunhofer IGCV, Augsburg*

### Anwendung des Process Data Twin

Der digitale Zwilling wird als virtuelle Abbildung von bestehenden oder entstehenden Produktionsanlagen eingesetzt. Die Nutzung für tiefgreifende Anwendungen erfordert einen datengetriebenen Zwilling basierend auf dynamischen Daten. Hierfür wird der Process Data Twin (PDT) eingeführt und die dafür entwickelte Open-Source-Technologieumgebung beschrieben. Die Anwendung, seine Mehrwerte sowie weiterführende Entwicklungsschritte zeigen abschließend die vielfältigen Möglichkeiten des PDT.

S. 40

[doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-12](https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-12)

*M. Birkle, B. Voringner, F. Wagner, J. Böck; J. Riegel; O. Bernhard; J. Gaede; S. Dirr – Fraunhofer IGCV, Augsburg; plavis GmbH, Chemnitz; Technische Universität München iwB, Garching; Radiusmedia KG, Bremen; fabplus GmbH, Tapfheim*

### Kollaborative Fabrikplanung mit Augmented Reality

Die Gestaltung des Fabriklayouts beeinflusst das Arbeitsumfeld der Mitarbeitenden maßgeblich. Eine Berücksichtigung ihres Fachwissens bei Umplanungen kann die Akzeptanz in der Belegschaft fördern und die Qualität der Planungsergebnisse steigern. Augmented Reality bietet das Potenzial einer neuen Form der interdisziplinären Zusammenarbeit. Durch eine nutzerzentrierte Darstellung relevanter Informationen direkt vor Ort können Verbesserungspotenziale effizienter identifiziert und erfasst werden.

S. 46

[doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-18](https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-18)

*A. Lottermoser, S. Parpoulas, S. Zeller, J. Berger – Fraunhofer IGCV, Augsburg*

### Auswahlmethode für bedarfsgerechte Assistenzroboter

In diesem Beitrag wird eine Methode vorgestellt, wie basierend auf körperlichen Einschränkungen ein geeigneter Assistenzroboter ausgewählt werden kann. Hierzu werden zunächst die Körperfunktionen einer leistungsgewandelten Person mit den Anforderungen an einen Montageprozess verglichen und ermittelt, an welchen Stellen eine Unterstützung erforderlich ist. Für diese Schritte wird daraufhin ein passender Assistenzroboter und je nach Vorliebe der Person die entsprechende Interaktionsform bestimmt.

S. 52

[doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-24](https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-24)

*M. Tröster, M. Holl, R. Rack, U. Daub, U. Schneider, T. Bauernhansl; G. Müller – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart; Schenker Deutschland AG, Frankfurt a. M.*

### Digitale Arbeitsmodelle und Methoden

Physisch anspruchsvolle Tätigkeiten verursachen auf die Dauer muskuloskeletale Beschwerden. Fachkräfte sind daher schwierig zu finden und zu halten. In diesem Beitrag werden Modelle und Methoden aus der digitalen Ergonomie zur effizienten und ganzheitlichen Planung von manueller Arbeit und zum Einsatz von Exoskeletten auf zwei Ebenen vorgestellt. Damit können ganzheitliche ergonomische sowie detaillierte biomechanische Effekte von Exoskeletten transparent gemacht werden.

S. 59

[doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-31](https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-31)

*M. Norda, J.-E. Appell, S. C. Lange; A. Hahn – Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT, Oldenburg; Hochschule Emden/Leer; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut Systems Engineering für zukünftige Mobilität, Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg*

### Methodik zum effizienten Einsatz von Sprachsteuerung

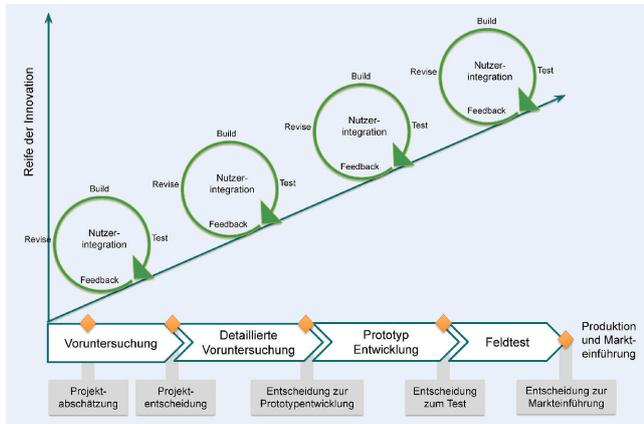
Sinkende Losgrößen, kürzere Produktlebenszyklen und die Hyper-Individualisierung von Produkten erschweren die wirtschaftliche Automatisierung von Produktionsprozessen, wodurch nutzerzentrierte und damit effiziente HMIs, wie Sprachsteuerung an Bedeutung gewinnen. Die Einflussfaktoren auf deren Effizienz in der Produktion sind vielfältig und komplex, weshalb in diesem Artikel eine Methodik zur systematischen Identifikation von Anwendungsszenarien für den effizienten Einsatz von Sprachsteuerung vorgestellt wird.

S. 66

[doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-38](https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-38)

R. Camargo Garcia, D. Koch, S. Schmid; R. Tesch, M. Runde; J. Brandt, A. Präger – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart; Conact GmbH, Mainz; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH

### EcoHub: Datenbasierte Nachhaltigkeitsoptimierung



**Modell des unternehmerischen Innovationsprozesses im Living Lab.**  
Grafik: [12] in Anlehnung an [15]

Digitalisierung und Nachhaltigkeit sind Megatrends der Gegenwart und der Zukunft. Die Digitalisierung bietet das Potenzial, das Nachhaltigkeitsmanagement von Unternehmen zu unterstützen. Die Nachhaltigkeitsplattform „EcoHub“ erlaubt es, Unternehmensdaten mit Bezug zur Nachhaltigkeit an einer zentralen Stelle unter Berücksichtigung von Aspekten der Datensicherheit und Zugriffsberechtigung zu sammeln und als zentrale Datensinke der weiteren Analyse und für die Rückkopplung im Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

S. 71

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-43

R. Lodwig; F. Stetter – Fraunhofer IPA, Stuttgart; DataCoffee GmbH, Horb

### Demand Side Management bis zur Anlage

Der Beitrag gibt einen kurzen Überblick zur Einbindung von Maschinen in die Energieflexibilität von Unternehmen, also der Fähigkeit, sich schnell und prozesseffizient an den Energiemarkt anzupassen. Im Fokus steht der „Smart Konnektor“, wie er im Kopernikus-Projekt „SynErgie“ entwickelt und eingesetzt wird. Er stellt die direkte Verbindung zu den Anlagen her und setzt Steuersignale um. Darüber hinaus berechnet er erste Kennzahlen und bietet Möglichkeiten zur Erfolgskontrolle und Fehleranalyse.

S. 78

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-50

A. Renz, J. Heidelberg, J. L. Schmitt, S. Nebauer; F. Aydin, C. Galante, S. Altmann – Fraunhofer IPA, Stuttgart; Hochschule Mannheim

### Kollaborative Geschäftsmodelle im Maschinenbau

In der Maschinenbaubranche bieten Dienstleistungen eine wichtige Möglichkeit, sich vom Umfeld abzuheben und die eigene Leistungsfähigkeit zu steigern. Die stark produktorientierten Unternehmen der Branche stehen bei dieser Portfolioergänzung vor neuen Herausforderungen. Die Einbindung von Kollaborationspartnern bietet die Chance, diese Kompetenzlücke zu schließen. Auf Basis einer Mehrfachfallstudie wird eine Methodik entwickelt, um die entsprechenden kollaborativen Geschäftsmodelle zu erstellen.

S. 82

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-54

M. El-Shamouty, M. Sompura, T. Jacobs – Fraunhofer IPA, Stuttgart

### CARA: Mensch-Roboter-Kollaboration leichter umsetzen

Das Engineering-Tool CARA (Computer-Aided Risk Assessment) des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA erleichtert die Einführung von Anwendungen mit Mensch-Roboter-Kollaboration in der Industrie, indem es die Risikobeurteilung vereinfacht und teilweise automatisiert. Laut Entwicklungspartner DENSO Corporation konnte der technische Aufwand für die Risikoanalyse und Risikominderung durch CARA um mehr als 55 % reduziert werden.

S. 88

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-60

M. Mages, T. Mayer – Fraunhofer IPA, Stuttgart

### Formwerkzeuge für Faserkunststoffverbunde

Dieser Beitrag stellt die Entwicklung eines anpassbaren Formwerkzeugs vor. Es soll automatisiert an beliebige Geometrien angepasst werden können, um Faserverbundbauteile kostengünstig herzustellen. Im Rahmen des Vorhabens wird das Formwerkzeug durch einen Roboter angepasst. Dieser verstellt eine Matrix aus 80 Pins in der Höhe. Zur Validierung des Formwerkzeugs wird sowohl die Genauigkeit der Pinverstellung als auch der Werkzeugform untersucht.

S. 94

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-66

M. Feistle – Fraunhofer IGC, Augsburg

### Gefügeeinstellung mittels Schmieden im Mehrfachhub

Titanaluminid-Legierungen bieten eine hervorragende Grundlage für Hochtemperaturanwendungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie. Die Bauteilanfertigung erfordert eine Warmumformung bei hohen Dehnungen und eine Wärmebehandlung, um das gewünschte Betriebsverhalten zu erzielen. Zur Effizienzsteigerung kann das Reckschmieden eingesetzt werden. Sicherzustellen ist, dass die gewünschte Mikrostruktur in einem Zielvolumen erreicht wird. Nachfolgend wird die Gefügeentwicklung eines ein- und mehrhubigen Schmiedeprozesses dargestellt.

S. 100

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-72

P. Lange, P. Kurrle; U. Pado – Fraunhofer IPA, Stuttgart; Hochschule für Technik Stuttgart

### Prädiktionsgüte der Rückfederung in der Blechbearbeitung

Die Rückfederung ist ein für die Fertigungsgenauigkeit maßgeblicher Parameter bei Biegeprozessen. In dieser Studie wurde die Eignung von maschinellen Lernmethoden zur Vorhersage der Rückfederung geprüft und die Prädiktionsgüte der Vorhersagen evaluiert. Für den betrachteten Datensatz konnte die Rückfederung beim Biegen von Stahlblechen mit hoher Genauigkeit vorhergesagt werden. Für verschiedene Einsatzszenarien empfehlen sich verschiedene Lernmethoden und für den Gesamterfolg des Einsatzes von maschinellem Lernen erweist sich die Qualität der Trainingsdaten als ausschlaggebend.

S. 106

doi.org/10.37544/1436-4980-2024-03-78



# Wachstumschancen des Produktionsstandorts Deutschland

**D**emographie, Digitalisierung und Nachhaltigkeit – diese drei bekannten Herausforderungen müssen gelöst werden, um den Wirtschaftsstandort wieder auf die Erfolgsspur zu bringen. Wertschöpfungserhalt und Produktivitätssteigerung in einer nachhaltigen Produktion sind dabei die zentralen Ziele. Handlungsfelder hinsichtlich der demographischen Entwicklung sind die Automatisierung beziehungsweise die Kollaboration mit sozio-technischen Systemen. In der Digitalisierung steht die Nutzung durchgängiger Vernetzungslösungen, Datenanwendungen in souveränen Datenräumen beziehungsweise nutzenorientierte Anwendungen von künstlicher Intelligenz im Vordergrund. In der Nachhaltigkeit muss die Transformation der industriellen Produktion hin zu einer Kreislaufwirtschaft sozialverträglich und wirtschaftsorientiert vorangetrieben werden.

Insbesondere die Künstliche Intelligenz (KI) gilt als Wettbewerbsfaktor zum Erhalt und Ausbau der Produktivität in der industriellen Wertschöpfung. Ein Teilbereich, die generative KI mit den dazugehörigen Chatbots, ist aktuell in aller Munde. Das Institut der deutschen Wirtschaft in Köln prognostiziert in einer Studie aus dem Jahr 2023 einen zusätzlichen Beitrag durch generative KI zur Wertschöpfung von 330 Milliarden Euro, allerdings unter der Voraussetzung, dass mindestens die Hälfte der Unternehmen entsprechende Technologien einsetzt. Es besteht dringender Handlungsbedarf, denn derzeit setzen nur 17 % aller Unternehmen in Deutschland KI ein und das Produktivitätswachstum im verarbeitenden Gewerbe hat sich in den letzten Jahren teilweise sogar negativ entwickelt. Die in der Studie prognostizierte Einsparung von im Durchschnitt 100 Stunden im Jahr pro Mitarbeiter\*in ist natürlich nicht die alleinige Lösung, gilt aber als ein Beitrag zur Produktivitätssteigerung.

Den Vorsprung in der Produktivität zu verteidigen bzw. wieder auszubauen muss zentrale Zielsetzung in der Produktion sein. Lassen Sie sich durch die Fachbeiträge in diesem Heft in Ihren eigenen Optimierungs- beziehungsweise Digitalisierungsideen durch zukunftsweisende Methoden und Lösungsansätze inspirieren. Passend zu den genannten Herausforderungen werden in den Beiträgen Ansätze beziehungsweise Lösungen in folgenden Themenschwerpunkte behandelt:

- Verbesserte Kollaboration durch digitale und physische Assistenzsysteme in der Planung und Ausführung von Produktionsprozessen,
- Datenbasierte, multikriterielle Optimierung und Regelung von Produktions- und Fertigungsprozessen,
- Nutzen und Anwendung des digitalen Zwilling in der Produktion: von der digitalen Nachverfolgbarkeit bis hin zu digitalen Geschäftsmodellen und
- Integrierte Lösungen der Energie- und Produktionssystemplanung bis hin zum einzelnen Asset

Die Veränderungen in der Arbeitswelt durch den demographischen Wandel, voranschreitende Digitalisierung und die Transformation zur nachhaltigen Produktion bei sich verändernden Arbeitswelten erfordern ein neues Denken und neue Lösungen im Hinblick auf die Befähigung, die Entscheidungskompetenz und den generellen Einsatz des Menschen im Produktionsumfeld.

An dieser Stelle bedanke ich mich herzlich bei den mitwirkenden Autorinnen und Autoren für die interessanten Beiträge und wünsche den Leserinnen und Lesern viel Spaß mit den Themen der diesjährigen März Ausgabe der wt Werkstattstechnik online.



Prof. Dr.-Ing. **Johannes Schilp** ist Leiter des Lehrstuhls für Produktionsinformatik, Universität Augsburg sowie Leiter Digitalisierung und KI in der Produktion, Fraunhofer für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV.  
Foto: Fraunhofer IGCV