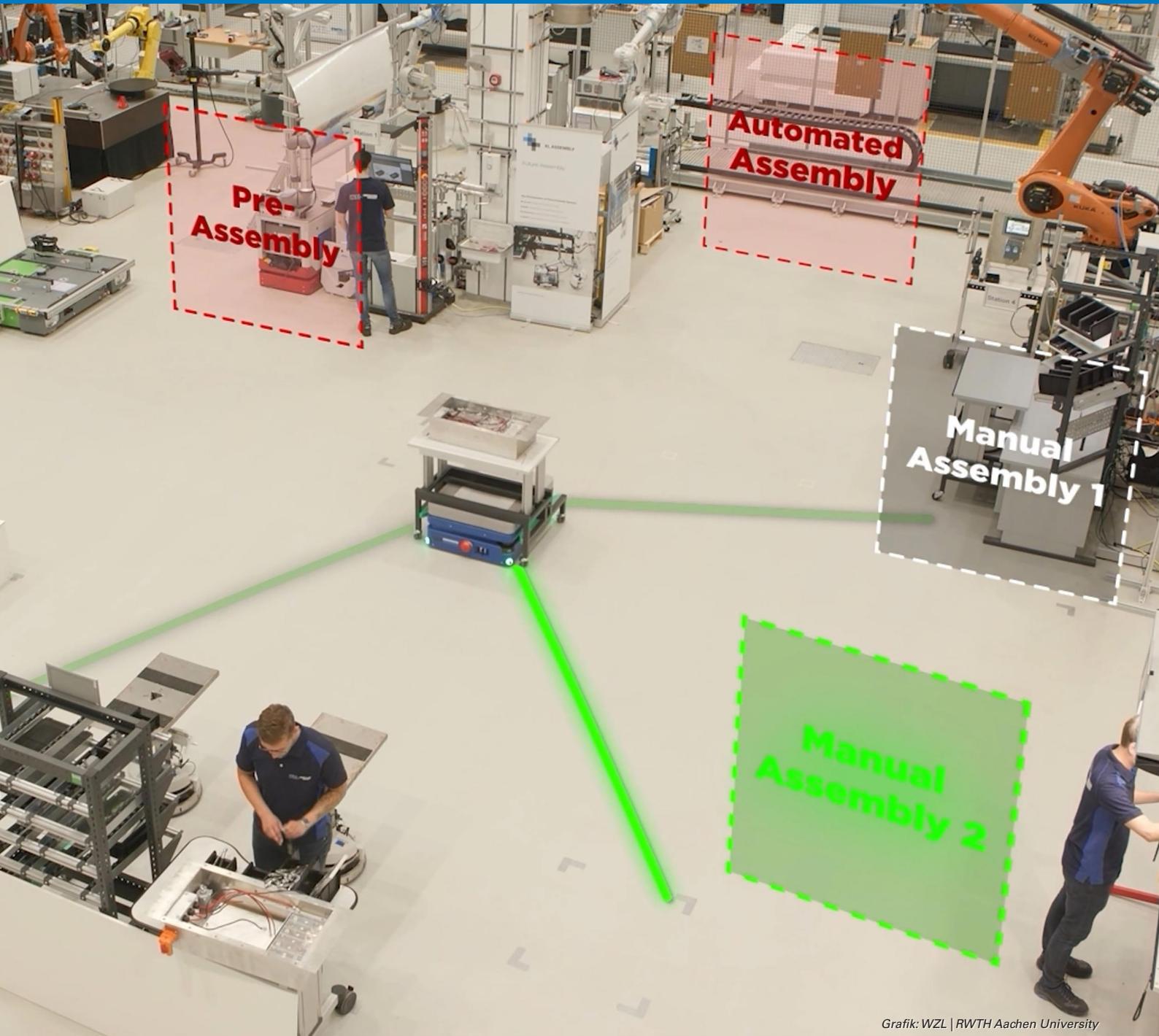


# WT WerkstattsTechnik



Grafik: WZL | RWTH Aachen University

## FABRIKPLANUNG

Plattformen  
für die Fabrikplanung

## PPS (PRODUKTIONSPLANUNG/-STEUERUNG)

Prozesskettenplanung  
unter Unsicherheit

## DIGITALISIERUNG

Building Information  
Modeling einführen

## INHALTE DER ONLINE-AUSGABE 4-2023

### TITELTHEMEN: FABRIKPLANUNG – PPS (PRODUKTIONSPLANUNG/-STEUERUNG)

P. Nyhuis – Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Produktions-technisches Zentrum Hannover (PZH), Leibniz Universität Hannover

#### Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der PPS

Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) stellt den Kern jedes industriellen Unternehmens dar, da sie die Abläufe in der unternehmensinternen Lieferkette regelt. In erster Linie steht die Zuordnung von Aufträgen zu Kapazitäten unter Berücksichtigung übergeordneter Unternehmensziele im Fokus, die durch die Logistikleistung und Logistikkosten zusammengefasst werden können. Die PPS hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Durch die vorausgehende Digitalisierung und den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) haben sich die Möglichkeiten und Anforderungen in diesem Bereich deutlich erweitert. Der bereits angestoßene Wandel ist zugleich typisches wie auch essenzielles Merkmal evolutionärer Prozesse. Aus Unternehmenssicht bietet er die Chance, eine positive Differenzierung von Mitbewerbern zu erreichen.

S. 104

J. Dackweiler, P. Burggräf, T. Adlon, M. Dannapfel – Werkzeugmaschinenlabor WZL, RWTH Aachen University

#### Plattformen für die Fabrikplanung

Kundenorientierung und Individualität sind die Praxis in Fabrikplanungsprojekten. Die Verfehlung von Kosten- und Zeitzielen sind eine resultierende Konsequenz aufgrund des prototypischen Projektcharakters. Durch eine Studie am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) wurde die Individualität von Fabriken in Deutschland anhand ausgewählter Fabrikmerkmale untersucht. Der Beitrag präsentiert die Ergebnisse und skizziert einen Ansatz zur Verwendung standardisierter Planungsergebnisse in der Fabrikplanung anhand von typenspezifischen Plattformen.

S. 105

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-5

G. Schuh, S. Schmitz, T. Schlosser, B. Janssen – WZL RWTH Aachen University

#### Datenbasierte Gestaltung nachhaltiger Produktionsnetzwerke

Während die Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke in den vergangenen Jahrzehnten hauptsächlich an den Zieldimensionen Kosten, Geschwindigkeit und Flexibilität ausgerichtet war, gewinnt die ökologischen Nachhaltigkeit als weitere Zieldimension zunehmend an Bedeutung. Gepaart mit einer steigenden Dynamik im Umfeld produzierender Unternehmen, ist eine transparente, datenbasierte Netzwerkgestaltung essenziell, um erfolgreich zu sein. Dieser Beitrag präsentiert ein datengetriebenes Vorgehen mithilfe des Softwaretools „Miori“ Network Design, das die Gestaltung des Produktionsnetzwerkes sowohl unter klassischen Zieldimensionen, als auch unter Nachhaltigkeitsdimensionen erlaubt.

S. 110

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-10

D. Ihnen, A. Lange, T. Knothe – Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin

#### Datendurchgängige Fabrik

Das Blue Print Plant Model ist ein integriertes Unternehmensmodell, welches Objekte und deren Parameter einer Fabrik mit Prozessen sowie den Berechnungs- und Auslegungsverfahren verbindet. Dabei werden Partikularmodelle, wie zum Beispiel Wirtschaftlichkeitsanalysen,

flexibel eingebunden. Die integrierte Betrachtung unterstützt eine Datendurchgängigkeit, mit der sich Medienbrüche entlang der Planungsphasen reduzieren lassen. Im Beitrag werden Erfahrungen anhand eines Use Cases der diskreten Fertigung dargestellt.

S. 115

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-15

M. Öfele, B. Häckel, S. Braunreuther, C. Hartmann, L. Willburger, K. Spindler – Technische Hochschule Augsburg; Technische Universität München, Garching b. München; Institutsteil Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT, Augsburg; Forvia Clean Mobility Faurecia Emissions Control Technologies, Germany GmbH, Augsburg

#### Digitale und optimierte Produktionslinienplanung

Bei der Fabrikplanung ist die Produktionslinienplanung von hoher Komplexität geprägt und mit herkömmlichen Methoden nicht zufriedenstellend lösbar. Das Problem lebt im hochdimensionalen Raum und muss dort gelöst werden. Dieser repräsentiert die Eigenschaften der Produkte, zugehörige Produktionsprozesse und betriebswirtschaftliche Aspekte. Es wird ein Konzept zur automatisierten Linienplanung inklusive der Montagereihenfolgeplanung, Werksauswahl, Liniengestaltung und Werkerzuordnung vorgestellt.

S. 121

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-21

T. Neuhäuser, R. Daub – Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV, Augsburg

#### Building Information Modeling einführen

Das produzierende Gewerbe in Deutschland befindet sich in einem zunehmend turbulenten Umfeld. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Reaktions- und Anpassungsfähigkeit an neue Gegebenheiten zu. Um die notwendigen Anpassungen umzusetzen, steigt die Relevanz digitaler Methoden, Modelle und Werkzeuge in der Fabrikplanung signifikant an. Wie Building Information Modeling in die digitale Fabrik eingeordnet und in Unternehmen eingeführt werden kann, wird in diesem Beitrag vorgestellt.

S. 126

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-26

G. Rixinger, C. Kaucher, M. Sasalovici, T. Bauernhansl – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart

#### Kooperative Fabrikplanung mit Mixed Reality

Anwendungen aus dem Bereich „Mixed Reality“ (MR) bieten große Potenziale bei der Lösung komplexer Planungsaufgaben. In diesem Beitrag wird die MR-Anwendung „HoloLayouts“ zur Fabrikplanung mit der Microsoft „HoloLens 2“ vorgestellt. Diese erlaubt die direkte Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Validierung von 3D-Produktionslayouts im Team. Im Rahmen der digitalen Transformation der Produktion bietet die Integration von 3D-Visualisierungswerkzeugen eine effiziente Unterstützung bei gemeinsamen Planungssitzungen.

S. 135

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-35

G. Wrobel, R.-E. Ebert, R. Scheffler – GFal Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e. V., Berlin

#### Grobplanung roboterbasierter Fließmontagesysteme

Zwischen Produktentwicklung und Produktionsplanung besteht seit vielen Jahren eine Digitalisierungslücke. Geeignete Softwarewerkzeuge zur Kosten- und Raumabschätzung in der Phase der Grobplanung roboterbasierter Fließmontagesysteme existieren nicht. Abhilfe schaffen Verfahren zum modellbasierten Engineering, die eine durchgängige und flexible Anlagenplanung ermöglichen. Ein dafür erforderliches

Optimierungsverfahren und das ihm zu Grunde liegende Modell werden in diesem Beitrag vorgestellt. **S. 140**  
 doi.org/10.37544/1436-4980-2023-03-41

*B. Denkena, M. Wichmann, S. Kettelmann – Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW), Leibniz Universität Hannover*

### **Prozesskettenplanung unter Unsicherheit**

Die Planung von fertigungstechnischen Prozessketten über Unternehmensgrenzen hinweg ist aufgrund technologischer Wirkbeziehungen zwischen Prozessschritten eine große Herausforderung. In diesem Beitrag wird eine Planungsmethode vorgestellt, die mit dezentralen Modulen eine unternehmenübergreifende Optimierung der Fertigungskosten ermöglicht. Zusätzlich werden Unsicherheiten durch Modellfehler sowie externe Einflüsse in die Methode eingebunden. Dadurch wird eine kollaborative Planung umgesetzt, die zu robusten Ergebnissen führt. **S. 146**

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-46

*M. Öfele, H.-M. Braun, N. Warkotsch, S. Braunreuther – Technische Hochschule Augsburg*

### **Nachhaltigkeit versus Produktion?**

Nachhaltigkeit ist ein Schlüsselthema für die Zukunft der Produktion. Dabei birgt insbesondere die Produktionslogistik hohe Nachhaltigkeitspotenziale, welche bisher kaum beleuchtet wurden. In diesem Beitrag werden Synergien und Widersprüche zwischen Nachhaltigkeit und produktionslogistischen Zielgrößen aufgezeigt. Zudem werden Nachhaltigkeitszielgrößen für die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) definiert, ihre Wechselwirkungen diskutiert und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltigkeitsorientierte PPS gegeben. **S. 153**  
 doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-53

*L. Vollenkemper, F. Grumbach, M. Kohlhase, P. Reusch – Fachhochschule Bielefeld Center for Applied Data Science, Gütersloh*

### **Humanzentrierte Ablaufplanung von Montagelinien**

Angesichts des zunehmenden Fachkräftemangels sind Gesundheit und Zufriedenheit der Beschäftigten von immer größerer Bedeutung für produzierende Unternehmen. Insbesondere bei variantenreichen Produkten müssen Werker und Werkerinnen komplexe Aufgaben erledigen. Diese Variantenvielfalt ist auch für die Produktionsfeinplanung eine Herausforderung. Die vorgestellte Heuristik hilft in einem realen Anwendungsfall Belastungsspitzen an getakteten Linien zu reduzieren und verbessert so die betriebliche Gesundheit. **S. 158**  
 doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-58

*J. Rachner, S. Wang, J. Mathews, L. Kaven, T. Adlon, A. Göppert, R. H. Schmitt – WZL, RWTH Aachen University; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen*

### **Agile, frei verkettete Montage real erleben**

Im Forschungsprojekt „Aimfree“ wurde eine agile, frei verkettete Montage am Beispiel einer hoch skalierbaren und praxisnahen Batteriemontage realisiert. Durch taktzeitunabhängige Produktrouten und rekonfigurierbare Stationstechnik wurde eine Steigerung der Flexibilität



**Autonomes Fahren im End-of-Line-Bereich.**  
*Foto: WZL | RWTH Aachen University*

tät und Resilienz erzielt. Befähigt wurde dies durch die ganzheitliche Integration der intelligenten Planung und Steuerung, des autonomen Fahrens und einer rekonfigurierbaren Infrastruktur. **S. 165**

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-65

*G. Schuh, S. Schmitz, J. Maetschke, T. Janke, H. Eisbein – Werkzeugmaschinenlabor WZL, RWTH Aachen University*

### **Intuitive Analyse komplexer Materialflüsse**

Produktionen mit komplexen Materialströmen lassen sich ohne Materialflusssimulation – im Folgenden Simulation genannt – nicht im Detail analysieren oder verbessern. Der für Simulationen typischerweise hohe zeitliche Aufwand hindert Unternehmen am profitablen Einsatz. Das Tool „Miori Production Control“ unterstützt die Analyse komplexer Produktionszusammenhänge durch den Vergleich von unterschiedlichen, simulierten Zielszenarien. Die automatische Modellgenerierung und Fehlererkennung sowie KI-basierte Entscheidungsunterstützung erlauben einen niedrigschwlligen Einstieg. **S. 171**

doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-71

*T. Bauernhansl, F. Mais, P. Schrader, E. Gross; A.-K. Briem; M. Dangelmaier; N. Hildebrandt, S. Krieg; J. Ulmer – Fraunhofer IPA, Stuttgart; Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart; Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart; Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart; Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie, Universität Stuttgart*

### **Herausforderungen der personalisierten Produktion**

Die zunehmende Individualisierung von Produkten stellt Unternehmen vor neue Herausforderungen. Haupttreiber sind hierbei kundennindividuelle Produkte, die in kleinen Stückzahlen aber zu Kosten einer Großserienfertigung produziert werden sollen. In einer Praxisstudie des Leistungszentrums „Mass Personalization“ in Stuttgart wurden vor diesem Hintergrund Unternehmen in der DACH-Region zu ihrem Personalisierungsgrad sowie den Herausforderungen und Hemmnissen der Personalisierung von Produkten befragt. Eine Erkenntnis ist, dass Unternehmen Personalisierung zur Differenzierung am Markt nutzen, um Kunden passgenauere Produkte anbieten zu können – das Ziel ist es Wettbewerbsvorteile auszubauen. **S. 177**  
 doi.org/10.37544/1436-4980-2023-04-77

# Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der PPS

Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) stellt den Kern jedes industriellen Unternehmens dar, da sie die Abläufe in der unternehmensinternen Lieferkette regelt. In erster Linie steht die Zuordnung von Aufträgen zu Kapazitäten unter Berücksichtigung übergeordneter Unternehmensziele im Fokus, die durch die Logistikleistung und Logistikkosten zusammengefasst werden können. Die PPS hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Durch die voranschreitende Digitalisierung und den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) haben sich die Möglichkeiten und Anforderungen in diesem Bereich deutlich erweitert. Der bereits angestoßene Wandel ist zugleich typisches wie auch essenzielles Merkmal evolutionärer Prozesse. Aus Unternehmenssicht bietet er die Chance, eine positive Differenzierung von Mitbewerbern zu erreichen.

Eine der wesentlichen Entwicklungen in diesem Kontext ist die Verbreitung von Low Code-Plattformen. Diese erlauben es Unternehmen mit gering ausgeprägtem IT-Know-how – ohne tiefgehende Programmierkenntnisse – eigene Anwendungen und Datenanalysetools zu entwickeln und zu automatisieren, welche beispielsweise im Produktionscontrolling eingesetzt werden können. Erweiternd bieten derartige Anwendungen den Vorteil, dass Unternehmen deutlich größere Datenmengen auswerten und nutzbar machen können, was vor allem vor dem Hintergrund von Big-Data einen wesentlichen Wettbewerbsvorteil darstellt und wodurch sich historisch gewachsene Prozesse mit einfachen Mitteln analysieren lassen.

Maschinelles Lernen (ML) hat als wesentlicher Treiber der Digitalisierung in den letzten Jahren beeindruckende Erneuerungen und Erkenntnisse in diversen KI dominierten Bereichen mit sich gebracht. Ein Beispiel für den Einsatz von KI in der PPS ist die Verwendung von Predictive Maintenance, wodurch hybride Lieferzeitprognosen und somit verbesserte Termin- und Auftragsplanungen im volatilen Unternehmensumfeld ermöglicht werden. Durch die Verwendung von Datenanalyse-Tools und ML-Algorithmen können Unternehmen Probleme in der Produktion frühzeitig erkennen und dadurch Ausfallzeiten und Reparaturkosten minimieren. Derartigen Ansätzen unterliegt grundsätzlich eine nichtparametrische Herangehensweise, weswegen sie als Black-Box-Ansätze zu betrachten sind. In jüngster Vergangenheit fand in diesem Kontext zunehmend der Einsatz von Artificial Intelligence (AI)-Technologien in Unternehmen statt. Diese ermöglichen es, komplexe Prozesse und Entscheidungen automatisch durchzuführen und damit die Effizienz und Qualität der Produktion maßgeblich zu erhöhen. Bei allen Vorteilen, die derartige Technologien mit sich bringen, ist aus wissenschaftlicher Sicht der Erhalt von Prozess- und Methodenkompetenzen ein hoher Stellenwert zuzuschreiben, um weiterhin transparente Planungs- und Steuerungsprozesse im Unternehmen sicherzustellen. Black-Box-Ansätze sollten demnach durch die Kombination von qualitativem Fachwissen gepaart mit quantitativen Daten zu Grey-Box-Modellen erweitert werden, denen das Verständnis hinsichtlich der Prozesse vorausgeht.

Insgesamt zeigt sich, dass die Digitalisierung und der Einsatz von KI in der Produktionsplanung und -steuerung zu erheblichen Vorteilen führen können. Unternehmen, die diese Technologien erfolgreich einsetzen, werden in der Lage sein, schneller und flexibler auf Veränderungen in der Produktion zu reagieren und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Im Rahmen des 3. Expertenforum PPS am 21. September 2023 in Frankfurt/Main bietet sich die Möglichkeit der Diskussion rund um das Thema „Digitalisierung“ mit hochrangigen Vertretern aus Wissenschaft und Industrie. Die Auswahl mehrheitlich wissenschaftlich begutachteter Beiträge in dieser Ausgabe der *wt Werkstatttechnik* online widmet sich bereits dieser Thematik sowie damit verbundenen Herausforderungen und Fragestellungen. Den Autoren der Fachbeiträge sei an dieser Stelle für ihr Mitwirken in dieser Ausgabe herzlich gedankt.



Prof. Dr.-Ing. habil. **P e t e r N y h u i s** ist Institutsleiter am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Produktionstechnisches Zentrum Hannover (PZH) der Leibniz Universität Hannover.  
Foto: Christian Wyrwa