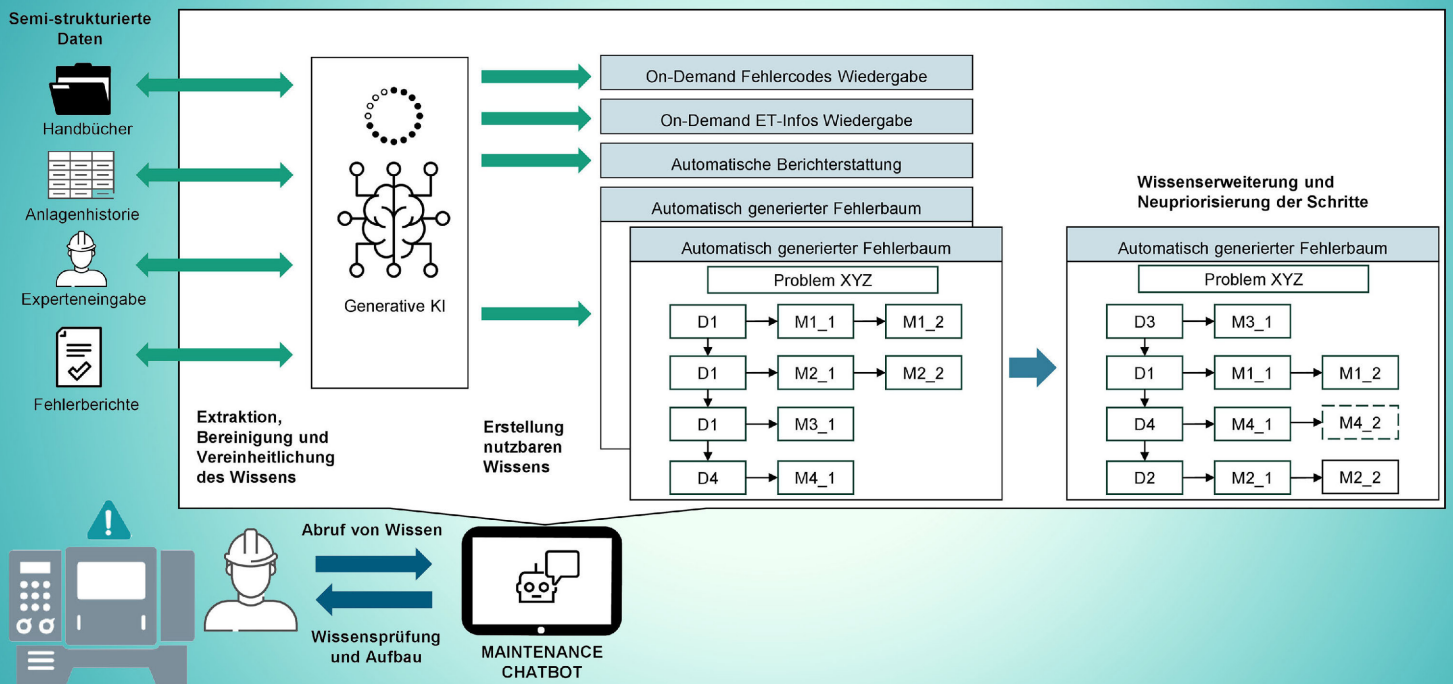


# WT Werkstattstechnik



Grafik: Fraunhofer IPA

**DIGITALISIERUNG**  
KI-Modell zur Bewertung der Drahtbondqualität

**ENERGIEEFFIZIENZ**  
Energiesystemplanung mit dem Energiewertstrom

**BIOLOGIE & TECHNIK**  
Von Invention zu Innovation: Biointelligenz-Transfer

**INHALTE DER ONLINE-AUSGABE 3-2026  
HAUPTTHEMA: DIGITALE UND BIOLOGISCHE  
TRANSFORMATION**

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

**Industrielle Produktion  
im Wandel durch KI und Digitalisierung**

Die industrielle Produktion steht vor einem Wendepunkt: Digitalisierung und KI ermöglichen vernetzte, lernfähige Systeme und neue Effizienzpotenziale. Die Beiträge dieser Märzausgabe der wt Werkstattstechnik online zeigen, wie datenbasierte Ansätze, KI-Anwendungen und innovative Technologien Produktionsprozesse transformieren, die Wettbewerbsfähigkeit steigern und neue Perspektiven für eine nachhaltige, resiliente Industrie eröffnen. **S. 102**

*F. Meister, L. Summer, J. Schilp – Fraunhofer IGCV, Augsburg*

**Verwaltungsschalengestützte Produktionssteuerung**

Mit der Digitalisierung der Industrie steigt das Datenvolumen durch wachsende Vernetzung deutlich. Für eine effiziente Nutzung sind standardisierte Datenstrukturen und Interoperabilität erforderlich. Diese Arbeit nutzt Verwaltungsschalen und zeigt deren Aufbau und Integration in Plant Simulation. Die entwickelte Architektur verknüpft digitale Abbilder der Produktionsressourcen, um sie gezielt in Planungsprozesse einzubinden und simulationsbasierte Entscheidungen zu ermöglichen. **S. 103**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-6

*L. Wang, J. Schilp – Universität Augsburg, Lehrstuhl für Ingenieurinformatik, Produktionsinformatik*

**Neural operators in industrial processes**

Operator neural networks open up new possibilities for the efficient modeling and simulation of complex industrial processes. This article provides an overview of common model types such as DeepONet, FNO, GNO, and related variants, and demonstrates through various industrial application examples how suitable architectures can be selected. **S. 111**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-15

*T. Hussein, J. Schilp – Universität Augsburg, Lehrstuhl für Ingenieurinformatik, Produktionsinformatik*

**Artificial intelligence for simulation  
in glass manufacturing**

Predicting temperatures and residual stresses is essential in the glass tempering process. Classical numerical solvers are accurate but slow in large domains. This study develops a variant of a Multi-Input Fourier Neural Operator (MIFNO) as a fast surrogate, trained on FEM data. It predicts temperatures and stresses from process parameters with strong accuracy and generalization, achieving 7.7x speedup on seen cases and 15x on unseen cases. **S. 118**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-22

*J. Lindlmeier, C. Seidel, Hochschule München; C. Holzapfel, S. Berger, C. Härdtlein – Fraunhofer IGCV, Augsburg*

**KI-Modell zur Bewertung der Drahtbondqualität**

Das Drahtbonden als Technologie zur Herstellung elektrischer Verbindungen ist geprägt von zahlreichen nichtlinearen und sich gegenseitig beeinflussenden Prozessparametern. Das entwickelte Random-Forest-Modell, trainiert mit 690 Datenpunkten auf unterschiedlichen Sub-

straten, prognostiziert die Bondqualität auf Basis von zehn Anlagenparametern, dem eingesetzten Material sowie der Oberflächenreinheit. Es liefert explorative Einblicke in die relativen Einflussstärken der Prozessparameter und unterstützt durch materialübergreifendes Lernen eine effizientere, wissensbasierte Prozessentwicklung. **S. 125**  
doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-29

*S. Dixit, J. Schwab – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA*

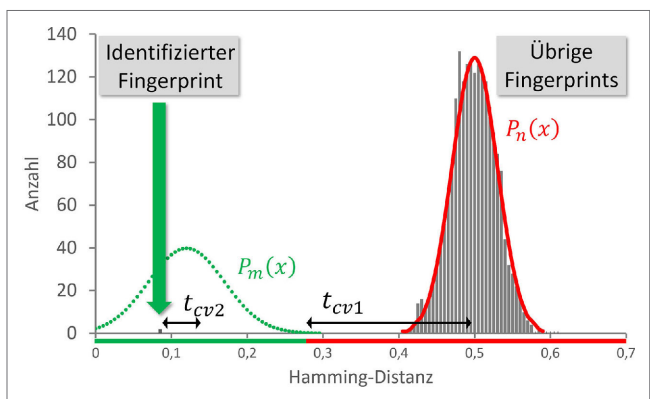
**Adaptive Fehlersuche in der Instandhaltung**

Der Beitrag stellt ein LLM-gestütztes, adaptives Assistenzsystem für die Diagnose und Instandsetzung von Industrieanlagen vor. Freitexte werden bereinigt, kategorisiert und in kuratierte Fehlerbäume überführt. Das System kombiniert RAG mit Dialog, ordnet Anfragen zu, führt durch Diagnosepfade und bindet Kontextdaten ein. Es bewertet die Gespräche und aktualisiert die Bäume. Die Validierung basiert auf einer zwei-monatigen Testphase an der Anlage. **S. 138**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-42

*G. Riexinger, L. Semrok, A. Sauer, Fraunhofer IPA, Stuttgart, Universität Stuttgart; Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP; D. J. Regina, T. Schmid-Schirling, D. Carl, Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik IPM, Freiburg | Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

**Markierungsfreie Rückverfolgung in der Zellfertigung**



**Exemplarisches Histogramm der Hamming-Distanz.** Der identifizierte FP (Fingerprint) ist klar von der Normalverteilung der übrigen FPs separiert. Über die Schwellenwerte  $t$  werden Fehlidentifizierungen praktisch ausgeschlossen. Grafik: Fraunhofer IPA, Fraunhofer IPM

Der Beitrag stellt eine markierungsfreie Track-&-Trace-Lösung für Elektroden- beziehungsweise Endlosmaterialien vor. Die Identifikation anhand der Oberflächenmikrostruktur ermöglicht die prozessübergreifende, eindeutige Zuordnung und Rückverfolgung einzelner Bandsegmente. Dies bildet die Grundlage für eine datenbasierte Prozessoptimierung. Die Systemintegration im ZDB und bei einem Industriepartner zeigte hohe Wiedererkennungsraten. Die Lösung ist skalierbar und branchenübergreifend einsetzbar. **S. 147**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-51

*M. Haking, V. Jelschow – Fraunhofer IPA, Stuttgart*

**Betreibermodell für eine industrielle B2B-Plattform**

Digitale B2B-Plattformen bieten Potenziale für Plattforminhaber und Nutzer, sind jedoch durch Unsicherheit, Investitionsrisiken und komplexe Governance geprägt. Im Projekt IntWertL wurden mittels Action Design Research Designprinzipien für Betreibermodelle bei kapitalbegrenzten, heterogenen B2B-Plattformen entwickelt und iterativ

untersucht. Die resultierenden Designprinzipien Modularisierung, Fokus auf ein starkes Kernprodukt, Plattformeolution sowie differenziertes Rollenmodell und Einflussdimensionen für Governance bilden eine Grundlage für die Entwicklung von Betreibermodellen und die Vorbereitung eines Plattformbetriebs im Konsortialumfeld. **S. 153**  
doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-57

*N. Fjodorovs, FIR e. V. an der RWTH Aachen; P. Dieterle, Hochschule Düsseldorf*

### 15 Jahre Industrie 4.0: Zwischen Vision und Realität

Seit 2011 steht Industrie 4.0 für die Vision einer vollständig vernetzten, intelligenten Produktion. Rund 15 Jahre später zeigt sich jedoch: Die deutsche Industrie ist von dieser Vision noch weit entfernt. Dieser Beitrag beleuchtet den aktuellen Reifegrad deutscher Unternehmen, identifiziert zentrale Herausforderungen und diskutiert mögliche Lösungsansätze. **S. 162**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-66

*M. Schneider, A. Tummino, E. Gross, T. Bauernhansl – Fraunhofer IPA, Stuttgart*

### Systematische Analyse von Smart Services

Unternehmen stehen bei der Digitalisierung der Produktion vor der Herausforderung, relevante Smart Services zu identifizieren und zu bewerten. Besonders herausfordernd ist dabei die Identifikation und Beschreibung geeigneter Smart Services, da vielen Unternehmen unklar ist, welche existieren und wie sie einzuordnen sind – was die Bewertung und Anforderungsdefinition erschwert. Dieser Beitrag analysiert bestehende Smart Services und entwickelt eine Taxonomie zur strukturierten Klassifikation. **S. 171**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-75

*T. Neuhäuser, C. J. Eckart, J. Hartwich-Fischer, Fraunhofer IGCV, Augsburg; F. Wagner, Building Information Management GLW GmbH, Neumarkt; T. Huber, ifp – Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg, Institut für Produktion und Logistik, Garching bei München; S. Forte, Contact Software GmbH, Bremen*

### Modellbasierte Kostenermittlung

Der Beitrag erweitert die DIN 276 um Fabrikelemente sowie Betriebskosten, um eine ganzheitliche Kostenermittlung über den gesamten Lebenszyklus einer Fabrik zu erlauben. Durch die Integration von VDI 5200-4 und VDI 2067-1 entsteht eine konsistente Grundlage für modellbasierte, BIM-gestützte Kostenermittlungen. Das Vorgehen wird anhand einer fiktiven Batteriezellfabrik demonstriert und zeigt deutliche Verbesserungen bei Kostentransparenz und ROI-Bewertung. So unterstützt der Ansatz sichere und fundierte Investitionsentscheidungen. **S. 180**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-84

*F. Bermppohl, J. Böck, E. Kacar, A. Munzke, Fraunhofer IGCV, Augsburg; H. Etschmann, Otto Bihler Maschinenfabrik GmbH, Halblech; T. Böck, J. N. Eberle & Cie. GmbH, Augsburg; A. Frank, Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH, Bobingen; B. Bräuchler, Dreicad GmbH, Ulm; E. Reihlen, Drees & Sommer SE, Wolfsburg*

### Digitale Fabrik für KMUs

Digitale Fabrikmodelle bringen zahlreiche Potenziale für das produzierende Gewerbe. Allerdings können KMUs nur eingeschränkt von diesen Potenzialen profitieren, da sie die erforderlichen manuellen

Modellierungsaufwände nicht leisten können. Dieser Beitrag stellt eine Methode zur direkten Nutzbarmachung von Punktwolken vor, wodurch Punktwolkensegmente direkt attribuiert werden und die aufwendige Nachmodellierung entfällt. Die Methode wird bei drei KMUs beispielhaft angewendet und dabei zukünftige Forschungsbedarfe aufgezeigt. doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-94 **S. 190**

*J. Hartwich-Fischer, C. Eckart, M. Birkle, F. Bermppohl, A. Munzke – Fraunhofer IGCV, Augsburg*

### Current trends in factory planning

Factory planning is currently experiencing a major shift, marked by increasing uncertainty. In this context, four trend topics are widely discussed yet lack a clear industrial baseline: systematic risk management, a continuously updated factory planning basis, targeted adoption of new technologies in indirect processes, and management of uncertainties at the product-factory interface. To address this gap, an industrial study was conducted, combining a structured literature review with a self-administered questionnaire. Additionally, further research needs are outlined. **S. 199**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-103

*F. Schnell, G. Solis Castillo, K. Erlach, V. Bezold, C. Kaucher, T. Bauernhansl, A. Sauer – Fraunhofer IPA, Stuttgart*

### Energiesystemplanung mit dem Energiewertstrom

Der Beitrag beschreibt ein integriertes Vorgehen, das die Energiewertstrommethode mit der industriellen Energiesystemplanung verknüpft. Zuerst werden Energieeffizienzpotenziale prozessspezifisch identifiziert und geeignete Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet. Darauf aufbauend werden Energiesystemvarianten modelliert, bewertet und zielkonform dimensioniert. So können Überdimensionierung vermieden und die Energieeffizienz sowie Wirtschaftlichkeit eines Produktionsstandortes verbessert werden. **S. 212**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-116

*A. Shoshi, M. Sonnenberg, T. Bauernhansl; R. Mieke; R. Hauf – Fraunhofer IPA, Stuttgart; ValueData GmbH, Stuttgart*

### Von Invention zu Innovation: Biointelligenz-Transfer

Biointelligente Technologien an der Schnittstelle von Biologie, Technik und Informatik gelten als Schlüssel zu einer nachhaltigen Industrie. Trotz starker Forschung fehlen in Deutschland Infrastruktur und Transferwege, um sie in marktfähige Lösungen zu überführen. Der Beitrag skizziert ein Transferzentrum als strukturpolitisches Instrument, das Laborressourcen bündelt und den Übergang von Wissen zu wirtschaftlichem Nutzen beschleunigt. **S. 220**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-124

*K. Kirner, S. Maier, J. Möhrle, J. Schilp – Fraunhofer IGCV, Augsburg*

### In-Process-Prüfung und digitale Rückverfolgbarkeit

In diesem Beitrag wird ein hybrides Sensorkonzept für die automatisierte Nietmontage vorgestellt, das Bohren, Dichten und Fügen integriert. Mittels Laser-Triangulation und Machine Vision werden Setztiefe und Dichtmittelbenetzung in-process validiert, wodurch die manuelle Prüfung substituiert wird. Die Datenausgabe über eine standardisierte OPC-UA-Schnittstelle ermöglicht ergänzend eine lückenlose digitale Rückverfolgbarkeit der Prozessqualität. **S. 229**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-03-133

---

## I M P R E S S U M

**Redaktion**

Alexandra Briesch  
Telefon: +49 (0) 211-6103-335  
abriesch@vdi-fachmedien.de

**Verlag**

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG  
VDI-Platz 1, D-40468 Düsseldorf  
Postfach 10 10 22, D-40001 Düsseldorf

**Geschäftsführung**

Beatrice Gerner  
geschaeftsfuehrung@vdi-nachrichten.com

**Layout**

Alexander Reiß

Weitere Informationen:

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



# Industrielle Produktion im Wandel durch KI und Digitalisierung

**D**ie industrielle Produktion steht an einem Wendepunkt. Während über Jahrzehnte Effizienzsteigerungen vor allem durch Automatisierung, Lean-Methoden und Globalisierung erreicht wurden, treiben heute Digitalisierung und Künstliche Intelligenz eine tiefgreifendere Transformation voran. Produktionssysteme entwickeln sich von starren, sequenziellen Abläufen hin zu vernetzten, lernfähigen Ökosystemen. Diese Entwicklung verändert nicht nur Technologien und Prozesse – sie verändert auch Rollen, Kompetenzen und die strategische Bedeutung der Produktion selbst.

Digitale Technologien erlauben erstmals eine nahezu vollständige Transparenz entlang der Wertschöpfungskette. Sensorik, vernetzte Maschinen und Datenplattformen schaffen eine Datenbasis, auf der sich Produktionsprozesse in Echtzeit analysieren und optimieren lassen. Hier setzt KI an: Sie erkennt Muster in großen Datenmengen, prognostiziert Ausfälle, optimiert Produktionspläne und unterstützt Entscheidungen, die früher ausschließlich auf Erfahrung beruhten. Predictive Production, adaptive, autonome Produktionssysteme bis hin zur humanoiden Robotik sind längst keine Zukunftsvisionen mehr, sondern erste Bausteine einer neuen Produktionsrealität.

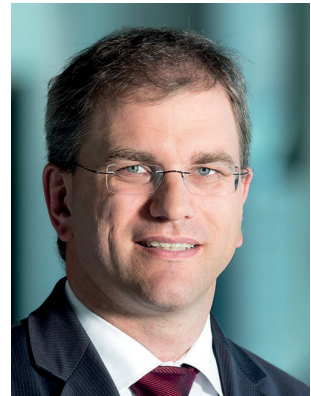
Doch diese Transformation ist weit mehr als ein Technologieprojekt. Sie erfordert ein Umdenken in Organisationen und Unternehmenskulturen. Daten müssen nicht nur gesammelt, sondern auch sinnvoll genutzt werden, damit digitale Potenziale tatsächlich Wirkung entfalten können. Gleichzeitig steigt der Bedarf an neuen Kompetenzen – von Datenanalyse über Systemintegration bis hin zu interdisziplinärem Prozessverständnis.

Für Unternehmen bedeutet dies eine doppelte Herausforderung: Sie müssen ihre bestehenden Produktionssysteme stabil und effizient betreiben und gleichzeitig den Wandel aktiv gestalten. Wer Digitalisierung und KI lediglich als ergänzende Tools betrachtet, wird ihre transformative Kraft unterschätzen. Erst wenn Daten zum zentralen Produktionsfaktor werden und Algorithmen integraler Bestandteil operativer Entscheidungen sind, entstehen die eigentlichen Mehrwerte: die dringend notwendige Produktivitätssteigerung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, die Beschleunigung in Engineering und Produktion und neue Chancen für resiliente und nachhaltige Produktionssysteme. Digitale Zwillinge, simulationsgestützte Planung und KI-gestützte Optimierung ermöglichen eine präzisere Planung und Nutzung von Ressourcen, reduzieren Ausschuss und Energieverbrauch und erhöhen die Anpassungsfähigkeit gegenüber volatilen Märkten. In einer Zeit globaler Unsicherheiten wird diese Fähigkeit zur schnellen Reaktion zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor.

Die Produktion der Zukunft wird daher nicht allein durch Maschinen definiert, sondern durch die intelligente Verbindung von Menschen, Daten und Technologien. Unternehmen, die diese Verbindung strategisch gestalten, können aus der aktuellen Transformation mehr machen als eine Modernisierung ihrer Fabriken: Sie können ihre gesamte Wertschöpfung neu denken.

Die zentrale Frage lautet somit nicht mehr, ob Digitalisierung und KI die Produktion verändern werden – sondern wie konsequent Unternehmen diese Veränderung nutzen, um ihre industrielle Zukunft zu sichern. Lassen Sie sich durch die Fachbeiträge in diesem Heft in Ihren Ideen zur Digitalisierung und Nutzung von KI durch zukunftsweisende Methoden und Lösungsansätze inspirieren.

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 Märzangabe der wt Werkstattstechnik online.



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