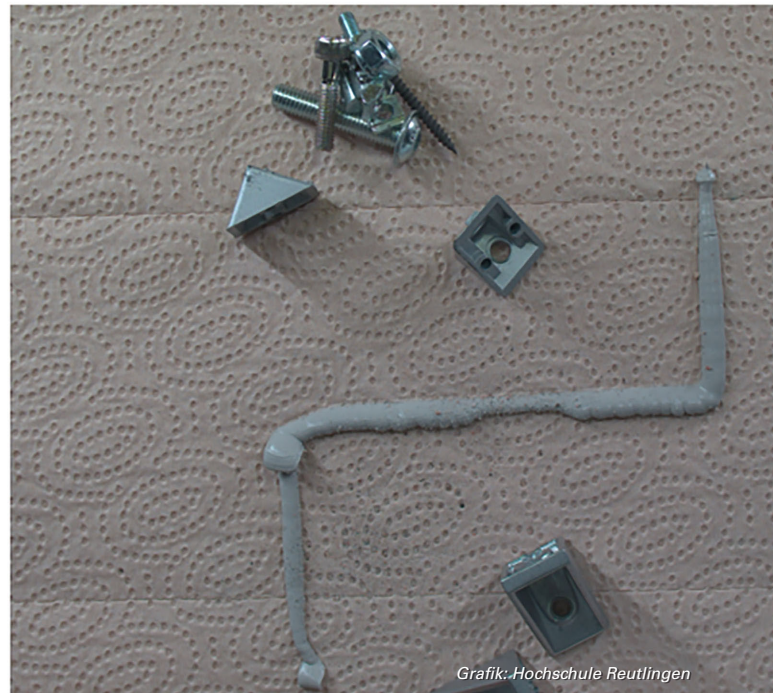
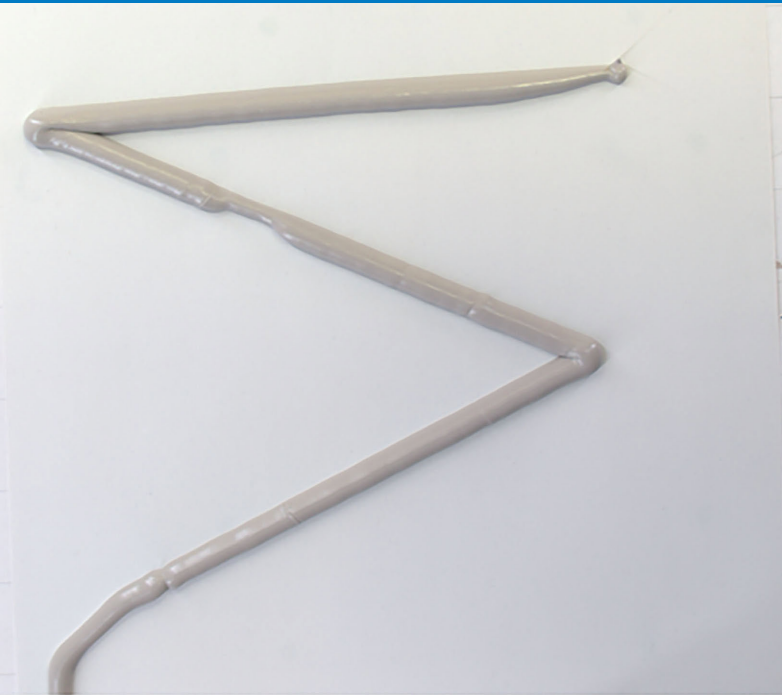


WT Werkstattstechnik



Grafik: Hochschule Reutlingen

KREISLAUFFÄHIGKEIT

Kreislauf-
fähigkeit im
Elektronikdesign

NACHHALTIGKEIT

Personalplanung
für Re-Assembly-
Fabriken

Digitalisierung

Blockchain
für
Produktidentifikation

INHALTE DER ONLINE-AUSGABE 1/2-2026 HAUPTTHEMA: RESILIENTE, NACHHALTIGE WERTSCHÖPFUNG

D. Palm – Hochschule Reutlingen; Reutlinger Zentrum Industrie 4.0

Resiliente, nachhaltige Wertschöpfung – vom Anspruch zur Methode

Nachhaltigkeit gehört seit Jahren zum festen Vokabular der Produktionstechnik. Kaum eine Strategie, kaum ein Förderprogramm, das ohne den Begriff auskommt. Und doch blieb Nachhaltigkeit lange Zeit, was sie in vielen Kontexten noch immer ist: ein Zielbild ohne klare operative Entsprechung. Was bedeutet Nachhaltigkeit konkret für die Konstruktion eines Elektronikbauteils? Für die Wahl einer Schleifscheibe? Für die Planung eines globalen Produktionsnetzwerks? Die Ausgabe 1/2-2026 der wt Werkstatttechnik online liefert auf diese Fragen keine Antworten auf dem Abstraktionsniveau von Leitbildern, sondern auf dem Niveau konkreter Maßnahmen. **S. 1**

A. Braun, G. Schullerus – Hochschule Reutlingen

Kreislauffähigkeit im Elektronikdesign

Elektronikprodukte mit Materialverbunden, Rohstoffen und kurzen Innovationszyklen erschweren Kreisläufe. Der Beitrag operationalisiert Kreislauffähigkeit über Reparierbarkeit, Wiederverwendung, Rezyklierbarkeit, Langlebigkeit und Materialkritikalität. Ein regelbasierter Fuzzy-Ansatz übersetzt Ziele in Entscheidungen zu Modularität, Kondensatortechnologie, Aufbau- und Verbindungstechnik. Der Ansatz ist an die „Ecodesign for Sustainable Products Regulation“ mit digitalem Produktpass angebunden. Eine Nutzwertaggregation unterstützt Variantenwahl, zeigt Zielkonflikte und ist mit Felddaten kalibrierbar. **S. 2**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-6

N. Künster, V. Hummel, D. Palm – NXT Nachhaltigkeit und Technik, Hochschule Reutlingen; Fraunhofer IPA, Stuttgart

Blockchain für Produktidentifikation

Produktidentifikationssysteme gelten als zentrale Voraussetzung für den Aufbau übergreifender Infrastrukturen für die Umsetzung des digitalen Produktpasses (DPP). Zugleich erweist sich der Aufbau konsistenter Identifikationssysteme als anspruchsvoll. Die Blockchain wird insbesondere für fragmentierte, heterogene Lieferketten als zentrale Technologie diskutiert. Dieser Beitrag untersucht mit einer Online-Befragung unter Maschinenbauunternehmen in Baden-Württemberg die Herausforderungen von Produktidentifikationssystemen und leitet daraus mögliche Lösungspotenziale der Blockchain ab. **S. 12**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-12

C. Kuhn, D. Lucke; H. Wirtz – Hochschule Reutlingen, NXT; Anticipate GmbH, Aachen

KI-gestützte Prüfung manueller Klebprozesse

Manuelle Klebprozesse nehmen vor allem bei Instandsetzung, Remanufacturing und Nacharbeit zu. Das hier vorgestellte Assistenzsystem erkennt Klebe- und Dichtnähte zuverlässig, bewertet kontinuierlich die Qualität und integriert die Ergebnisse in PPS- und MES-Systemen. Die Lösung ist für lokale Werkstätten und flexible Reparaturarbeitsplätze konzipiert und erhöht Resilienz und Nachhaltigkeit durch effizientere Reparaturen, weniger Ausschuss und längere Produktlebensdauer. **S. 15**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-19

C. Hofmann, M. Benfer, G. Lanza; T. Rüdiger – asmedos GmbH, Karlsruhe; wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT); Städtisches Klinikum Karlsruhe

KI-basierte Bildanalyse zur Prozessautomatisierung

In pathologischen Laboren werden Gewebeproben in einem Produktionsprozess in mehreren Schritten für die anschließende Diagnose aufbereitet. Während ein Großteil der Prozesse automatisiert stattfindet und Robotik in der Handhabung Einzug hält, ist der erste Arbeitsschritt des Zuschnitts noch durch manuelle Schritte geprägt. Dieser Beitrag stellt eine KI-basierte Automatisierung der Probenbeschreibung und -transkription dar. Damit beschreibt der Beitrag einen wichtigen Schritt zur Verbesserung heterogener Prozesse in der Pathologie. **S. 22**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-26

G. Schuh, J. Kenfenheuer, L. Klisch, J. Schreiber, R. Calchera – Werkzeugmaschinenlabor WZL, RWTH Aachen University

Zielbild einer nachhaltigen Werkzeugfertigung

Die industrielle Wertschöpfung orientiert sich traditionell an Kosten, Zeit und Qualität, während Nachhaltigkeit lange als Zusatzlast galt. Zugleich erfordert das volatile Umfeld robuste Ansätze, auch für kleine und mittlere Unternehmen. Der Beitrag zeigt eine Methode, die aus einer FESG-Zielvision strategische Ziele ableitet und in einem partizipativen Prozess 43 Erfolgsfaktoren für den KMU-geprägten Werkzeugbau identifiziert. Der Ansatz bündelt Branchenbesonderheiten und Regulierung zu einem konsistenten Referenzrahmen mit Katalog erfolgskritischer Faktoren für einen zukunftsfähigen, kreislaforientierten Werkzeugbau. **S. 30**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-34

G. Schuh, E. Schukat, R. Koc, L. Fehse – WZL, RWTH Aachen University

Personalplanung für Re-Assembly-Fabriken

Re-Assembly-Fabriken sind Befähiger der wertsteigernden Kreislaufwirtschaft. Neue Funktionen werden nach dessen End-of-Use in Produkte integriert, um neue vollständige Nutzungszyklen zu ermöglichen. Allerdings birgt die Re-Assembly inhärente Unsicherheiten, die die Personalplanung in Fabriken grundlegend verändern. Dieser Beitrag skizziert ein Konzept zur Personalplanung für Re-Assembly-Fabriken, das Abweichungen reduziert und gleichzeitig die Flexibilität und Reaktionsfähigkeit erhöht. **S. 40**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-44

L. Greimel, F. Kamhuber, L. Chalupa; F. Ansari – Fraunhofer Austria Research GmbH, Wien; Technische Universität Wien

Ökonomisch effiziente Anlagenoptimierung

Die „Twin Transition“, verstanden als paralleler digitaler und nachhaltiger Wandel, stellt einen strukturellen Transformationsprozess dar. Datengetriebene Technologien etablieren die Instandhaltung als wesentlichen Hebel zur Steigerung der Nachhaltigkeit und Effizienz. Der Beitrag demonstriert simulationsgestützt die Analyse kostenrelevanter Einflussfaktoren sowie im Ausblick die Erweiterung der Entscheidungsbasis um ökologische Dimensionen. **S. 46**

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-50



Ebenen der kontinuierlichen Netzwerkgestaltung.
Grafik: RWTH Aachen

B. Janssen, L. Hauser, T. Walter, K. Böttger, S. Schmitz, G. Schuh – WZL, RWTH Aachen University

Produktionsnetzwerke erfolgreich gestalten

Angesichts externer Volatilität und steigender Anforderungen an Resilienz und Nachhaltigkeit müssen globale Produktionsnetzwerke kontinuierlich und ganzheitlich gestaltet werden. Hierfür wird eine integrierte Vorgehensweise über die strategische, taktische und operative Ebene der Netzwerkgestaltung vorgestellt, um einen kontinuierlichen Entwicklungsprozess zur ermöglichen. Strategisch müssen die Ziele der Nachhaltigkeit und Resilienz in die langfristigen Leistungsziele des Netzwerkes integriert werden, was die Definition von Gestaltungsrichtlinien und die Anpassung von Netzwerk-Phänotypen erfordert. Taktisch erfolgt die datengestützte Gestaltung und Bewertung von Netzwerkszenarien, wobei Resilienz und Nachhaltigkeit systematisch in die Bewertung einfließen. Operativ sichern ein globaler Leitstand zur datengetriebenen Frühwarnung sowie das systematische Migrationsmanagement die agile Steuerung und die adaptive Umsetzung der Netzwerkkonfiguration, wodurch die Kontinuität der Gestaltung gewährleistet wird.

S. 55

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-59

K. Welzel, B. Kirchhoff, N. Müller, M. Schmidt – Leibniz Universität Hannover, Institut für Fabrikanlagen und Logistik

Ursachenanalyse geringer Anlagenproduktivität

Zunehmender Kostendruck erfordert von Unternehmen Produktivitätssteigerungen, die sich mit der Overall Equipment Effectiveness (OEE) messen lassen. Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) bietet zwar zahlreiche Stellschrauben, doch aufgrund der hohen Systemkomplexität sind die Ursachen einer geringen OEE schwer zu finden. Eine modellbasierte Ursachenanalyse systematisiert diese anhand logistischer Ursache-Wirkungsbeziehungen und ermöglicht die Identifikation der Primärursache sowie geeigneter Maßnahmen in der PPS.

S. 66

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-70

L. Mastroianni, M. Meiertöns, M. Schmidt – Leibniz Universität Hannover, Institut für Fabrikanlagen und Logistik

Kompetenzorientierter Produktionsanlauf

Steigende Produktvarianz und verkürzte Produktlebenszyklen erhöhen die Anlaufkomplexität. Zur Beherrschung dieser Komplexität ist die Berücksichtigung von Mitarbeiterkompetenzen, besonders in überwiegend manuell geprägten Montagesystemen, von zentraler Bedeutung. Dieser Beitrag entwickelt einen Bezugsrahmen, der technische, produktbezogene und kompetenzbezogene Systemgrößen im Anlauf strukturiert. Auf Basis einer integrierten Literaturanalyse werden diese Größen identifiziert und systematisiert.

S. 76

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-80

K. Rösch – Universität Stuttgart, Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF)

Schleifscheiben aus Schleifvlies-Abfall

Schleifvliesabfälle enthalten Polymere und Schleifkörner in schwer trennbarer Bindung und gelten als kaum recycelbar. Basierend auf früheren Ergebnissen wird ein neues Heißpressverfahren gezeigt, welches beide Fraktionen ohne Trennung zu funktionsfähigen Schleifscheiben verarbeitet. Mit 15 % frischem Phenolharz-Binder erreichen sie Eigenschaften nahe konventioneller Produkte, bei kürzerer und energiesparender Herstellung. Zusätzlich werden energetische Betrachtungen bei der Bearbeitung durchgeführt.

S. 85

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-89

S. Kuroiwa, E. Reuter, P. Breuer, S. Prinz, T. Bergs – NSK Deutschland GmbH, Ratingen; Manufacturing Technology Institute MTI, RWTH Aachen

Chargenschwankungen bei Schleifscheiben

Trotz hoher Anforderungen an die Schleifwerkzeugfertigung resultieren aus ungleichmäßigen Kornverteilungen oder thermischer Abweichungen beim Brennprozesse signifikante Chargenschwankungen. Zur Analyse ihrer Auswirkungen wurden Werkzeuge verschiedener Chargen und Hersteller bezüglich ihrer Härte charakterisiert und in Schleifversuchen geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass härtere Schleifscheiben früher Schleifbrand verursachen, wobei das Ausmaß des Härteeinflusses je nach Hersteller variiert.

S. 94

doi.org/10.37544/1436-4980-2026-01-02-98

IMPRESSUM

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

Resiliente, nachhaltige Wertschöpfung – vom Anspruch zur Methode

Nachhaltigkeit gehört seit Jahren zum festen Vokabular der Produktionstechnik. Kaum eine Strategie, kaum ein Förderprogramm, das ohne den Begriff auskommt. Und doch blieb Nachhaltigkeit lange Zeit, was sie in vielen Kontexten noch immer ist: ein Zielbild ohne klare operative Entsprechung. Was bedeutet Nachhaltigkeit konkret für die Konstruktion eines Elektronikbauteils? Für die Wahl einer Schleifscheibe? Für die Planung eines globalen Produktionsnetzwerks? Die Ausgabe 1/2-2026 der wt Werkstattstechnik online liefert auf diese Fragen keine Antworten auf dem Abstraktionsniveau von Leitbildern, sondern auf dem Niveau konkreter Maßnahmen.

Das ist der eigentliche Fortschritt, den die Beiträge dieser Ausgabe markieren: Nachhaltigkeit wird zunehmend operationalisierbar. Sie verlässt den Bereich strategischer Absichtserklärungen und wird zur konkreten Gestaltungsaufgabe, und zwar entlang des gesamten Produktlebenszyklus, von der Entwicklung über die Fertigung bis hin zur Rückführung in den Kreislauf.

Besonders deutlich wird das am Beitrag zur Kreislauffähigkeit im Elektronikdesign: Reparierbarkeit, Rezyklierbarkeit und Materialkritikalität werden nicht länger als Nebenkriterien behandelt, sondern in einen regelbasierten Entscheidungsrahmen integriert, der Entwicklern konkrete Variantenentscheidungen ermöglicht. Ähnliches gilt für die Arbeit zu Schleifscheiben aus Schleifvlies-Abfall. Hier wird aus einem schwer trennbaren Industrieabfall durch Upcycling ein funktionsfähiges Produkt. Dies verkörpert Kreislaufwirtschaft als konkretes Fertigungsverfahren statt bloßer Konzeption.

Nachhaltigkeit und Resilienz werden in dieser Ausgabe konsequent zusammen gedacht. Produktionsnetzwerke müssen heute nicht nur ökologischen Anforderungen genügen, sondern auch gegenüber Störungen robust sein. Der Beitrag zur ganzheitlichen Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke zeigt, wie sich beide Dimensionen systematisch in strategische, taktische und operative Entscheidungen integrieren lassen. Auch Re-Assembly-Fabriken stehen in diesem Spannungsfeld: Sie sind Befähiger einer wertsteigernden Kreislaufwirtschaft, stehen aber vor erheblichen planungsseitigen Unsicherheiten, die der hier vorgestellte Ansatz zur Personalplanung adressiert.

Hinzu kommt die Rolle digitaler Technologien als Enabler nachhaltiger Wertschöpfung. Der digitale Produktpass, der mit der europäischen Ecodesign-Verordnung zunehmend verbindlich wird, setzt funktionierende Produktidentifikationssysteme voraus. Der Beitrag zu Blockchain-basierten Lösungen zeigt, welche Potenziale und Grenzen die Technologie gerade für fragmentierte, heterogene Lieferketten bietet. Die Twin Transition, also der parallele digitale und nachhaltige Wandel, spiegelt sich auch im Beitrag zur ökonomisch effizienten Anlagenoptimierung wider: Datengetriebene Instandhaltung wird hier explizit als Hebel zur Steigerung von Effizienz und Nachhaltigkeit gleichermaßen verstanden.

Die Breite der in dieser Ausgabe versammelten Beiträge, die von der Bauteilebene bis zur Netzwerkebene und von der Zerspanungstechnik bis zur KI-gestützten Qualitätssicherung reicht, zeigt, dass die Produktionstechnik als Disziplin in der Lage ist, Nachhaltigkeit nicht nur zu fordern, sondern zu gestalten. Darin liegt die eigentliche Stärke des Fachgebiets: die Verbindung von technischem Detailwissen und systemischer Perspektive. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.



Prof. Dr. techn. **Daniel Palm** ist Professor für Logistikmanagement an der Hochschule Reutlingen und Leiter des Reutlinger Zentrums Industrie 4.0, einer gemeinsamen Einrichtung mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA).
Foto: NXT Nachhaltigkeit und Technologie