

FACTORY INNOVATION

Agil und smart mit Industrie 4.0

Champions digitaler Geschäftsmodelle

Zukunft denkt DACH

Visionäre der digitalen Wertschöpfung

Neue Monetarisierung der Produktion

Von Pay-per-Use bis Digital Twins

Serviceorientierte Wertschöpfung

Treiber industrieller Transformation

Selbstoptimierende Fertigung

Smart, prädiktiv, vernetzt

CO₂ als Steuerungsfaktor

Nachhaltige Klimastrategien fördern Stabilität

Industrielle Datenräume

Vernetzte Ökosysteme stärken Resilienz

Energiemanagement

28 Lösungen im Vergleich



Factory Innovation 1.2026

Februar 2026

Preis 29,90 €

ISSN 2749-7607



Factory Innovation Awards Online Pitch 2026

Smart Factory im Rampenlicht

Innovative Lösungen und wegweisende Anwendungen



Innovationen, Trends und Know-how
aus der Smart-Factory-Welt.
Jede Lösung in nur 5 Minuten.

Smart. Einfach. Inspirierend. Online.
Jetzt als Zuschauer kostenfrei
anmelden, reinschauen
und clever Wissen erweitern.

So geht Upskilling heute:
Wissen tanken. Inspiration mitnehmen.
Zukunft gestalten.

Registrieren und kostenfrei zuschauen





ngronau@factory-innovation.de

Liebe Leserin, liebe Leser,

während die Welt über Künstliche Intelligenz diskutiert, hat die Industrie in der DACH-Region längst eine andere Form von Intelligenz geschaffen: funktionierende Fabriken. Das mag weniger spektakulär wirken – ist aber ungleich wirksamer. Industrie 4.0 ist keine Vision mehr. Sie ist operative Realität. Maschinen sprechen miteinander. Daten steuern Entscheidungen. Mit Digitalen Zwillingen, die Produkte und Prozesse optimieren. KI sichert die Qualität, senkt den Energieverbrauch und regt Wartung an. Wer heute eine moderne Fabrik betritt, hört keine Zukunftsmusik – sondern sieht ein neues industrielles Betriebssystem.

Der Unterschied zu vielen globalen Digitalstrategien ist fundamental: In der DACH-Region zählen Umsetzungsstärke und Präzision – nicht Rhetorik. Nicht die App, sondern die Anlage. Nicht die Vision, sondern die Taktzeit. Hier müssen Technologien funktionieren – im Drei-Schicht-Betrieb, unter Variantenvielfalt, Kostendruck und Sicherheitsanforderungen. Smart Factory bedeutet nicht Innovation auf dem Papier, sondern Transformation im Maschinenraum.

Und genau darin liegt der eigentliche Unterschied: Während andere Länder die Zukunft der Industrie diskutieren, betreibt die DACH-Region sie längst. Industrie 4.0 wurde hier nicht nur erfunden – sie wurde industrialisiert. Forschungseinrichtungen, Mittelstand und Großindustrie haben ein Ökosystem aufgebaut, das weltweit einzigartig ist. Von SPS über MES und IoT bis KI entsteht eine durchgängige digitale Wertschöpfungskette. Was anderswo getrennt gedacht wird, ist hier integriert.

Mehr als ein Hype – wo Deutschland der stille Champion ist

Disruption ist leicht – Industrialisierung ist schwer. Ein Start-up kann in Monaten eine App bauen. Eine Fabrik zu transformieren dauert Jahre, benötigt erhebliche Investitionen und verlangt tiefes Prozessverständnis. Genau hier liegt die Kompetenz Europas: nicht im schnellen Effekt, sondern in nachhaltiger Wirkung. Die Smart Factory ist die beste Antwort auf die Realität globaler Märkte.

Die nächste Evolutionsstufe ist bereits sichtbar. Fabriken werden nicht nur vernetzt, sondern lernfähig. Daten werden nicht nur gesammelt, sondern monetarisiert. Produktionssysteme werden nicht nur automatisiert, sondern autonomer. Wer diesen Schritt verpasst, verliert nicht nur Effizienz, sondern auch Souveränität.

Während Europa über Risiken spricht, schaffen Unternehmen in der DACH-Region Fakten. Sie investieren in Digitale Zwillinge, Edge Computing, KI-gestützte Qualitätssicherung, resiliente Lieferketten und nachhaltige Produktionsmodelle. Sie bauen Fabriken, die gleichzeitig effizienter, flexibler und klimafähig sind. Das ist keine Theorie, sondern industrielle Praxis bis weit in den Mittelstand hinein.

Die Zukunft der Industrie wird nicht von Tech-Konzernen entschieden, sondern von denen, die Produktion verstehen. Die Smart Factory ist keine Modeerscheinung. Sie ist Europas Antwort auf den globalen Wettbewerb. Und sie kommt aus der DACH-Region!

Ihr

Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau

Inhalt



DACH

10 **Vorsprung durch Präzision: Smart Factory aus DACH**

Von Flensburg bis Lugano: Unternehmen vernetzen Maschinen, Menschen und Daten. KI, Robotik und Digitale Zwillinge schaffen Effizienz, Nachhaltigkeit und Präzision – made in DACH, bereit für den Weltmarkt

Geschäftsmodelle

44 **Vom Stolperstein zum Erfolgsfaktor**

Digitale Geschäftsmodelle scheitern nicht nur an Technik, sondern auch an Haltung und Struktur. Diese acht Stolperfallen zeigen, warum viele Initiativen zu früh enden – und wie Unternehmen daraus echte Wertschöpfung machen

Innovation aus der DACH-Region

3 **Editorial**

Mehr als ein Hype – wo Deutschland der stille Champion ist

10 **Die DACH-Region als Weltmeister der Innovationen**

Von KI bis Energieeffizienz:
Reale Fortschritte statt Visionen

24 **Software-Defined Automation made in Germany**

Europäische Industrie setzt auf offene, skalierbare Control-Architekturen

Geschäftsmodelle

28 **Digitale Geschäftsmodelle in der Fertigung**

Von Pay-per-Use bis Digital Twins:
Neue Monetarisierung der Produktion

33 **Rendite statt jahrelanger Rollouts**

Von Excel-Workarounds zu nahtloser
Shopfloor-Digitalisierung

36 **Neue Technologien erfordern neue digitale Geschäftsmodelle**

Autonome Werkzeugmaschinen als Knoten
intelligenter Ökosysteme

44 **KI und outcome-basierte Geschäftsmodelle**

Beherrschtes Risiko übersetzt sich in Marge

Datenräume

58 **Skalierbare Geschäftsmodelle in Manufacturing-X**

Serviceorientierte Wertschöpfung als Treiber
industrieller Transformation

64 **Systematisch denken, intelligent verknüpfen**

Vier Erfolgsfaktoren für skalierbare
Hyperautomation

Prozessverbesserung

50 **Schlüssel zu mehr Leistung – smart, prädiktiv, vernetzt**

Autonomous Factory Concept: Auf dem Weg
zur selbstoptimierenden Fertigung



Prozessverbesserung

- 50 Datengestützt in die wandlungsfähige Produktion**
 Volatile Lieferketten und steigende Variantenvielfalt fordern neue Strategien. KI und vernetzte Systeme sichern Materialbereitstellung und Qualitätsstandards – für eine flexible, robuste Produktion mit messbarem Mehrwert

Datenräume

- 58 Vom Maschinenbauer zum Datenchampion**
 Ein sicherer und souveräner Datenaustausch eröffnet neue Servicepotenziale – von vorausschauender Wartung hin zu skalierbaren digitalen Geschäftsmodellen – ein echter Boost für Effizienz, Kundennähe und Wettbewerbsfähigkeit im Maschinenbau

Nachhaltigkeit

- 72 Dekarbonisierung als betrieblicher Steuerungsfaktor**
 Nachhaltige Klimastrategien schaffen Stabilität in volatilen Märkten
- 82 Marktüberblick Energiemanagementsysteme**
 28 Lösungen im Vergleich

Sicherheit

- 78 Ganzheitliche Sicherheit unter der NIS2-Richtlinie**
 Von technischer Cybersecurity zu organisatorischer Resilienz

Service und Daten

- 96** Erwähnte Unternehmen
97 Anbieterportal
102 Ausblick / Impressum

Personen

- 6** Autorinnen und Autoren

Nachrichten

- 42** Anwendungen
49 Innovationen
56 Menschen
70 Produkte
80 Unternehmen

Events

- 2** Smart Factory Online Pitch
26 Hannover Messe Highlights
43 Münchner Management Kolloquium
57 MX Award
71ACHEMA 2027
103 LogiMAT
104 ERP Anwender Lounge, Hannover Messe

Autorinnen und Autoren



Notenschlüssel 4.0

Dr. Hanna Theuer

verbindet als Chefredakteurin der Factory Innovation, Senior Manager Transfer beim Labs Network Industrie 4.0 e. V. und Dozentin für Digitalisierung Ingenieurpräzision mit kreativer Neugier. Die promovierte Wirtschaftsingenieurin liebt den Geruch von Maschinenöl, Musik und Menschen, die Zukunft gestalten.

Mit offenem Blick für Innovation und feinem Gespür für Zwischentöne bringt sie komplexe Themen zum Klingen – ob beim Schreiben über smarte Fabriken oder am Tenorsaxophon in der Big Band an der Universität Potsdam.

Seite
10

Innovation aus DACH



Peak Control

Robert Schachner

ist Chief Technology Officer der von ihm mitgegründeten Münchner Softwarefirma embedded ocean GmbH, die mit Xentara eine echtzeitfähige IT/OT-Konvergenz- und Kontrollplattform anbietet. Er beschäftigt sich seit Jahrzehnten mit Automatisierungstechnik und hat in dieser Zeit über 400 Kundenprojekte erfolgreich begleitet.

In seiner Jugend war er begeisterter Biathlet. Heute findet man ihn, wenn er nicht gerade neue Technologien entwickelt oder als Gastdozent an der Technischen Universität Rosenheim lehrt, oft auf Bergwanderungen in den Bayerischen Alpen.

Seite
24

Innovation aus DACH



Visionärer Unternehmer

Benjamin Talin

hat mit 13 Jahren sein erstes Unternehmen gegründet. Als Gründer und CEO von MoreThanDigital treibt er weltweit Innovation, Digitalisierung und Wissensentwicklung voran. Mit mehr als 450 Publikationen, 200 Keynotes und Beratungen für Regierungen und EU-Kommissionen gilt er als führender Experte für Zukunft, Technologie und Unternehmertum. Seine Leidenschaft ist es, den Status quo mit Technologie und Innovation zu verändern.

Seite
28

Geschäftsmodelle



Fairway to Future

Oliver Hoffmann

verwaltet als Geschäftsführer der FORCAM ENISCO GmbH weltweit Vertrieb, Marketing, Partnergeschäft sowie die Digitalisierung ausgewählter Prozesse. Der studierte Wirtschaftsinformatiker verfügt über mehr als 25 Jahre Erfahrung im Vertrieb komplexer Softwarelösungen. Er war u. a. in leitenden Positionen bei SAP, ReadSoft und Concur tätig und bringt umfassende Expertise in der Fertigungsindustrie mit.

Privat verbringt er gern Zeit mit seiner Familie und spielt Golf.

Seite
33

Geschäftsmodelle



Prozesse & Pasta

Tom Körner

ist Doktorand bei TRUMPF im Bereich Autonomous Operation und forscht an autonomen Werkzeugmaschinen sowie datenbasierten Services. Als Teilprojektleiter des Use Cases „Autonomous Operation as a Service“ im Factory-X-Kontext bringt er fundierte Erfahrung aus IoT, Computer Vision und Data Science mit. Der Wirtschaftsingenieur (KIT) interessiert sich vor allem für autonome Produktionssysteme, industrielle KI und datengetriebene Geschäftsmodelle.

In seiner Freizeit sammelt der Ditzinger Laufkilometer, würzt Forschungsarbeit mit Kochexperimenten und rettet so manche lange Nacht mit einem Teller Pasta.

Seite

36

Geschäftsmodelle



Mr. Industrial-grade AI

Boris Scharinger

netzwerkt leidenschaftlich für die Entwicklung industrietauglicher KI-Konzepte. Seit 2004 übt er bei Siemens in diversen Rollen im IT-Management, IT-Vertrieb und in IT-Audits den Spagat zwischen Innovation und Stabilität. Nebenbei ist er Start-up-Scout und Co-Host des AI with Purpose Summit. Im Mai 2026 erscheint sein Buch „Industrial AI: From Pilot to Profit“ im Hanser Fachbuchverlag.

Der Wahlfranke ist verheiratet, hat zwei Kinder und versucht sich am Wakeboarden, ohne nass dabei zu werden.

Seite

44

Geschäftsmodelle



Bits im Blumenbeet

Peer Schumacher

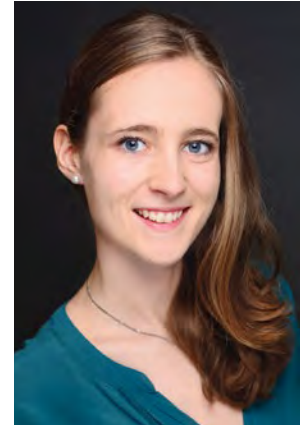
ist Head of Electronics Manufacturing Solutions bei Panasonic Connect Europe und verantwortet die strategische und operative Entwicklung moderner Lösungen für die industrielle Elektronikfertigung und Smart-Factory-Anwendungen in Europa. Zuvor hatte er leitende Positionen bei Panasonic Industry Europe und internationalen Industrieunternehmen inne, unter anderem in den Bereichen Robotik und Schweißtechnik.

Seine Begeisterung für Technik endet nicht im Beruf – auch privat interessiert er sich für Naturwissenschaften, Science-Fiction, Fahrzeuge und Gartenarbeit.

Seite

50

Prozessverbesserung



Content in Ballons

Doris Uçal

ist Content Marketing Specialist bei Panasonic Connect Europe mit Fokus auf Content, Social Media, Marketing-Automation und Eventplanung im B2B-Bereich. Zuvor hat sie vielseitige Erfahrungen in Marketing und Kommunikation gesammelt, die sie geprägt und inspiriert haben.

Ihre Leidenschaft für Geschichten und Ästhetik fließt dabei ebenso in ihre Arbeit wie in ihr Privatleben: Beim Reisen und Wandern sammelt sie neue Eindrücke, die ihre Kreativität beflügeln. Mit liebevoll gestalteten Ballondékorationen schafft sie unvergessliche Highlights.

Seite

50

Prozessverbesserung

Autorinnen und Autoren



ZukunftXpert

Dr. Marc Hüske

promovierte am Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover im Bereich Lasermesstechnik im Rahmen von Forschungsarbeiten zum Plasmaschmelzschneiden. Anschließend war er mehr als 20 Jahre in verschiedenen leitenden Funktionen im Lasermaschinenbau tätig. Seit April 2024 leitet er das Forum Manufacturing-X im VDMA und gehört der Konsortialleitung des BMWK-geförderten Projekts SCALE-MX an.

Als Erfinder mehrerer Patente bleibt er auch privat dem Tüfteln treu: Er entwickelt Audio-Verstärker und trainiert die D-Jugendmannschaft seines Sohnes.

Seite

58

Datenräume



Zwischen Kickboxen und KI

Christian Bennoir

treibt am August-Wilhelm Scheer Institut die nächste Generation des Geschäftsprozessmanagements voran: vollintegrierte Modellierungssoftware, die generative KI nutzt. Nach seinem BWL-Studium und Station im Management eines großen Lebensmittel Einzelhändlers machte er 2023 seine Leidenschaft zum Fokus – Prozessoptimierung war schon immer sein Lieblingsthema.

Kickboxen und Yoga sind mehr als Hobbys: Sie verkörpern seine Balance zwischen kompromissloser Macht und bewusster Entspannung, die ihn privat wie beruflich prägt.

Seite

64

Datenräume



KI trifft Kajak

Volker Loibl-Kähler

studierte Maschinenbau in Nürnberg und vertiefte sich später in Umwelt-, Energie- und CO₂-Management in London. Nach Stationen in der internationalen Geschäftsfeldentwicklung und Business Markterschließung gründete er 2013 apollo consulting. Sein Schwerpunkt liegt auf der CO₂-Bilanzierung und -Reduktion sowie dem datensicheren Einsatz von KI.

Privat ist Volker Loibl Inhaber einer Privatpilotenlizenz sowie aktiver Blauwassersegler, Gerätetaucher und Kajakfahrer mit Expeditionserfahrung in Alaska und Kanada.

Seite

72

Nachhaltigkeit



Sicher unterwegs

Gandhi Gabriel

ist gelernter Wirtschaftswissenschaftler und seit zehn Jahren in der Sicherheitsbranche tätig. Bevor er im Februar 2018 die SSB – Sicherheit, Service, Beratung GmbH gründete, war er zwei Jahre lang als Sicherheitsberater tätig. Sein Schwerpunkt liegt in der Überwachung von Gemeinschaftsunterkünften und Erstaufnahmeeinrichtungen, dem Schutz von Großveranstaltungen, dem Werk- und Objektschutz sowie dem Begleitschutz und der Baustellenbewachung.

Seite

78

Sicherheit

BAREWAYS

Practical AI Workshop – Ihr Event mit Mehrwert

**Teambuilding | Innovations-Training | Strategietag
Führungskräftetagung | Jahresauftakt | Produktentwicklung**

Machen Sie KI erlebbar und entwickeln Sie praxisnahe Ideen für Ihr Unternehmen

Buchen Sie jetzt Ihren individuell zugeschnittenen Practical AI Workshop – flexibel, interaktiv und auf Ihre Ziele abgestimmt.

KI verändert alles, aber kaum jemand zeigt, wie man sie im industriellen Umfeld zuverlässig einsetzt. Dr. Sascha Klement, promovierte über KI lange bevor es Mainstream wurde und ist seitdem CTO von KI-Startups. Er erklärt in seinen Workshops die wichtigsten Grundlagen, Use-Cases und Risiken – verständlich, praxisnah und sofort anwendbar.

Perfekt für Entscheider und Mitarbeiter, die aus KI echten Wert für ihr Unternehmen und ihre Kunden schaffen wollen.

Workshop-Angebot (Beispiel)

- Dauer: 3–6 Stunden, individuell anpassbar
- Format: Präsenz (oder Online)
- Sprache: Deutsch oder Englisch
- Inhalte (Auswahl)
- Was moderne KI wirklich kann – und was nicht
- LLMs verständlich erklärt: „Autocomplete on steroids“
- Prompt Engineering: Zero-Shot, Few-Shot, Rollenprompting, Chain-of-Thought
- RAG & Vector Databases: Wie Unternehmen eigenes Wissen sicher und effizient einbinden
- AI Agents: Wie autonome Assistenzsysteme in der Praxis funktionieren
- Risiken & Governance – was Entscheider wirklich beachten müssen, inkl. AI Act Überblick

Zielgruppe

Manager, Entscheider, Innovationsleiter, Produktentwicklung, KVP- und Softwareteams, die KI im Unternehmen pragmatisch einsetzen wollen.

Die Teilnehmenden verstehen, wie moderne KI-Tools wirklich funktionieren, welche Use Cases sinnvoll sind und wie man eigene Projekte sofort starten kann.

Praxisnah, interaktiv und auf Ihre Unternehmensziele ausgerichtet –
jetzt Termin sichern und Ihr Team fit für AI-Entscheidungen machen.



Kontakt:

BAREWAYS GmbH | Maria-Goeppert-Straße 3 | 23562 Lübeck | Germany
Moritz v. Grotthuss | moritz.vongrotthuss@bareways.com | +49 176 10216788



Hanna Theuer

Wir können Zukunft – die DACH-Region als Weltmeister der Ideen

Ein Blick auf Erfolge, Erfindungen und Menschen, die weltweit Maßstäbe setzen



Smart Factory in der DACH-Region ist mehr als ein Konzept: Produktionslinien steuern sich selbst, Digitale Zwillinge optimieren Lebenszyklen, Roboter arbeiten kollaborativ. Die Treiber dieser Transformation sind Technologieunternehmen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz – ihre Lösungen reichen von KI-gestützter Qualitätssicherung über Digitale Zwillinge und Robotik bis zu energieautarken Werken. Ein Blick auf die Innovatoren der Region und ihre Technologien: substanziell statt spektakulär, präzise statt laut. Entwicklungen, die am Shopfloor beweisen, was sie leisten – unter Realbedingungen, mit messbaren Ergebnissen.

Die DACH-Region beeindruckt weltweit mit Innovationen, auf die sie zu Recht stolz sein kann. Ein Beitrag zum Aufatmen, Staunen und Wohlfühlen – mit akuter Gefahr, dass Sie sich danach besser fühlen.

Bei dem Gedanken an Deutschland fallen vielen zuerst Namen wie Goethe, Schiller oder Beethoven ein – Sinnbilder für schöpferische Kraft, Präzision und Leidenschaft. Doch derselbe Geist prägt auch unzählige Ingenieurinnen und Ingenieure, die mit ihren Ideen und ihrer Tatkraft technische Lösungen geschaffen haben, die bis heute unser tägliches Leben prägen.

Von Johannes Gutenberg, der mit dem Buchdruck Wissen für die lesekundige Bevölkerung zugänglich machte, über Carl Friedrich Benz und Gottlieb Daimler, die das Automobil auf die Straße brachten, hin zu Konrad Zuse, dessen Rechenmaschine den Grundstein für den modernen Computer legte – Erfindungen aus dem deutschsprachigen Raum haben die Welt verändert. Rudolf Diesel entwickelte den nach ihm benannten Motor, Wilhelm Conrad Röntgen ermöglichte mit der Entdeckung der Röntgenstrahlung medizinische Durchbrüche, und Felix Wankel ersann den Kreiskolbenmotor. Auch österreichische Pioniere wie Christian Doppler, dessen Arbeiten bis heute Grundlage moderner Mess- und Medizintechnik sind, oder Viktor Kaplan mit seiner Wasserturbine trugen maßgeblich zu technologischen Fortschritten bei.

Deutschland – das Land der Dichter, Denker und pfiffigen Ingenieure

Auch im digitalen Zeitalter kamen wegweisende Entwicklungen aus der DACH-Region: Das MP3-Format aus dem **Fraunhofer IIS** in Erlangen hat in den 1990er-Jahren die Art verändert, wie weltweit Musik gehört und verteilt wird. Die Chipkarte, wie sie heute in Bank- und Krankenkassenkarten genutzt wird, geht auf Entwicklungen unter anderem bei **Giesecke+Devrient** in München zurück und ist aus unserem Alltag kaum wegzudenken. Der **Cern**-Forschungskomplex in Genf revolutioniert nicht nur die Physik, sondern treibt auch Spitzentechnologie in Detektoren, Datenverarbeitung und Steuerungstechnik voran. Präzise Sensorik und Steuerungen von Unternehmen wie **Siemens** oder **Sick** stellen sicher, dass Fertigungslinien in der Automobil- und Elektronikindustrie rund um den Globus stabil und effizient laufen. Industrieroboter von **KUKA** oder **Stäubli** schweißen, montieren und palettieren in tausenden Fabriken – oft zuverlässig im Hintergrund, aber entscheidend für Produktivität und Qualität. Österreichische Unternehmen wie **AVL List** mit Prüf- und Antriebstechnik oder **Andritz** mit Automatisierungslösungen setzen weltweit Standards in ihren Branchen.

Kurz gesagt: Die Innovationskraft der DACH-Region ist kein Mythos der Vergangenheit – sie prägt unsere Gegenwart und öffnet Wege in die Zukunft. Gemeinsam mit Pioniergeist und Präzision aus Deutschland, Österreich und der Schweiz entsteht eine Innovationsland-

schaft, die im globalen Wettbewerb industrielle Maßstäbe setzt.

Deutsche Technikideen, die die digitale Welt verändert haben

Ob in der Produktion, der Kommunikation oder der Mobilität – digitale Ideen aus Deutschland sind in vielen Bereichen zu einem unsichtbaren Rückgrat geworden. Vom MP3-Audiostandard des Fraunhofer IIS über die Chipkarte im Geldbeutel hin zu industriellen Steuerungen, die weltweit Fertigungslinien antreiben: Die deutsche Ingenieurskunst steckt tief in der digitalen Infrastruktur unseres Alltags.

In modernen Fabriken weltweit läuft das Engineering oft über Softwareplattformen von **Siemens** – Lösungen, die in unzähligen Produktionsstätten zum Einsatz kommen. **Beckhoff Automation** aus Verl liefert PC-basierte Steuerungstechnik in über 75 Länder und erzielte 2024 einen weltweiten Umsatz von 1,17 Milliarden Euro – mit Lösungen, die von der Halbleiterfertigung bis zur Windenergie reichen. **KUKA** aus Augsburg hat weltweit über 750 000 Industrieroboter installiert, die in Autowerken, Elektronikfabriken und Logistikzentren schweißen, montieren und palettieren.

Diese Technologien sind keine Nischenprodukte: Allein 2021 wurden global rund 655.000 Industrieroboter neu installiert, ein erheblicher Teil davon mit deutscher Steuerungs- und Antriebstechnik. Sensoren von **Sick** oder Bildverarbeitungssysteme aus Deutschland liefern die Datengrundlage, auf der Konzepte wie Digitale Zwillinge, Predictive Maintenance oder vernetzte Produktionslinien überhaupt erst funktionieren.

Genau hier zeigt sich die besondere Stärke des deutschen Ingenieursgeists: Digitale Lösungen werden nicht um ihrer selbst willen entwickelt, sondern dort, wo sie in der realen Industrie einen messbaren Unterschied machen – zuverlässig, präzise und weltweit im Einsatz.

Industrie 4.0 – eine deutsche Idee erobert die Welt

„Industrie 4.0“ – dieser Begriff wurde 2011 auf der Hannover Messe geprägt und hat sich seitdem zu einem der weltweit prägendsten Konzepte der modernen Produktion entwickelt. Seit nunmehr fast 15 Jahren treibt diese Vision die Digitalisierung der Fabriken weltweit voran: Maschinen, Anlagen, Produkte und Menschen werden so vernetzt, dass Daten in Echtzeit fließen, Prozesse sich selbst optimieren und ganze Wertschöpfungsketten transparenter, flexibler und effizienter werden.

Doch der Begriff ist nicht zufällig entstanden – er war das Ergebnis einer langfristig gewollten und politisch wie

fachlich getragenen Entwicklung. Bereits Jahre zuvor hatte die Bundesregierung mit Förderprogrammen wie AUTONOMIK den Grundstein gelegt: In zahlreichen Forschungsprojekten arbeiteten Unternehmen und Wissenschaft gemeinsam an vernetzten, selbstoptimierenden Produktionssystemen und intelligenten Technologien. Die Digitalisierung der industriellen Wertschöpfung war und ist kein Nebenprodukt, sondern ausdrücklich gewollte Innovationspolitik.

Deutschland war nicht nur bei der Konzeption federführend, sondern hat über all die Jahre hinweg auch in Forschung und Weiterentwicklung eine zentrale Rolle gespielt. Forschungseinrichtungen wie das **Fraunhofer-Institut** für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz **DFKI** oder die **Plattform Industrie 4.0** haben Referenzarchitekturen entwickelt, Standards vorangetrieben und Konzepte wie den Digitalen Zwilling, vernetzte Produktionssysteme oder intelligente Assistenzsysteme maßgeblich mitgestaltet.

Zahlreiche Pilotfabriken, Demonstrationszentren und Forschungsprojekte in Deutschland haben über Jahre hinweg gezeigt, wie sich klassische Produktionsstandorte Schritt für Schritt in lernende, digitale Fabriken verwandeln lassen. Dabei geht es nicht nur um Hightech, sondern immer auch um Themen wie Arbeitssicherheit, Qualifizierung der Beschäftigten und eine verantwortungsvolle Nutzung von Daten – Punkte, die der deutschen Industrie traditionell wichtig sind.

Während die Vernetzung der Produktion in vielen Unternehmen noch vorangetrieben wird, zeichnet sich bereits die nächste Stufe ab: der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Entwicklung, Produktion und Service. Sie verspricht, aus der vernetzten Fabrik eine wirklich lernende Fabrik zu machen – doch die Skepsis ist groß: Wird Deutschland beim Thema KI nicht abgehängt? Ein Blick in die industrielle Praxis zeigt: Es gibt mehr Grund zum Optimismus, als viele denken.

KI – kann die DACH-Region mithalten?

Fakt ist: In der DACH-Region wird geforscht, entwickelt und angewendet – oft näher an der industriellen Realität als anderswo. Während Start-ups in den USA oder China Schlagzeilen mit Consumer-Apps machen, entstehen hier Lösungen, die Produktionsqualität erhöhen, Energieverbräuche senken oder Prozesse sicherer machen.

Diese KI-Landschaft ist geprägt von einem engen Zusammenspiel zwischen Forschungseinrichtungen, Mittelstand und etablierten Industrieunternehmen. Es geht hier weniger um spektakuläre Durchbrüche in sozialen Medien, sondern um robuste, zuverlässige Anwendungen, die in rauen Produktionsumgebungen

funktionieren müssen – bei Temperaturschwankungen, unter Zeitdruck, mit höchsten Qualitätsanforderungen.

Technologie-Hoffungsträger in Deutschland, Österreich und der Schweiz

KI „Made in Germany“ steht weniger für Lautstärke – und mehr für Substanz. Und tatsächlich kann Deutschland – gemeinsam mit seinen Nachbarn Österreich und der Schweiz – auf eine beachtliche Zahl innovativer Technologie- und Softwareunternehmen blicken, die in den vergangenen Jahren bemerkenswerte Fortschritte erzielt haben.

Unterschätzt genial – Die stille Größe der DACH-Region

Aleph Alpha steht für erklärbare, datensouveräne KI-Modelle speziell für Europas hochregulierte Branchen, **DeepL** für herausragend präzise Übersetzungen auf Weltspitzenniveau, und **Black Forest Labs** für innovative generative Bild-KI mit starkem Fokus auf Transparenz und Zugänglichkeit – drei Beispiele dafür, wie „AI made in Germany“ technologische Exzellenz mit europäischen Werten verbindet.

Diese Unternehmen und zahlreiche weitere sind echte Lichtblicke für die Zukunftsfähigkeit der Region.

Fertigung mit Köpfchen

Eine moderne Fabrik ist nur so intelligent wie die Systeme, die sie steuern. Maschinen müssen miteinander sprechen, Daten müssen in Echtzeit fließen, und Entscheidungen müssen dort getroffen werden, wo sie gebraucht werden – am Shopfloor. Genau hier entstehen in Deutschland und Österreich Lösungen, die weltweit zum Einsatz kommen: Cloudbasierte MES-Lösungen verbinden ERP und Produktion nahtlos – von etablierten Anbietern wie **MPDV** aus Mosbach und **Siemens** über spezialisierte Anbieter wie **PSI**, **FASTEC** und **PROXIA** bis zu **SAP**, während Digitale Zwillinge den gesamten Produktlebenszyklus abbilden. **All for One** aus Filderstadt integriert SAP-Systeme bidirektional mit dem Shopfloor über OPC UA und verdoppelt damit die Produktionsgeschwindigkeit bei Pilotprojekten. Technord aus Frankreich bringt als MESA-zertifizierter Spezialist alle elf Funktionen des ANSI/ISA-95-Standards in die DACH-Region, während **SYS-DAT** mit seiner dmp-Suite Echtzeit-Transparenz über Produktion, Qualität und Wartung schafft. **Symestic** aus Deutschland hilft Unternehmen bei der richtigen MES-Auswahl durch fundierte Marktanalyse.

Doch die eigentliche Transformation findet in den Werkhallen statt. Dort zeigt sich, ob Konzepte funktio-

nieren oder an der Realität scheitern: **Rittal** aus Haiger investierte 250 Millionen Euro in eine hochmoderne Smart Factory, die 9.000 Schaltschränke pro Tag mit 100 Hightech-Maschinen produziert – gesteuert durch eine Virtual Factory mit Analytics-Daten und 20 fahrerlosen Transportsystemen. **TRUMPF** aus Ditzingen hat Rüstzeiten drastisch gesenkt und bietet mit Oseon eine Software, die Materialfluss komplett ohne Großlager automatisiert und Produktivitätsgewinne von bis zu 20 % ermöglicht. **Festo** aus Esslingen reduzierte Rüstzeiten von Stunden auf Sekunden und entwickelt mit seiner Industrial Intelligence KI-Anwendung für Echtzeitdaten in der Produktion. **Bosch** vernetzt über 120.000 Maschinen in seinen Werken und setzt KI-gestützte Anomalieerkennung in 800 Fertigungslinien ein – nicht als Experiment, sondern als Produktionsstandard.

Weltklasse aus Mitteleuropa – ganz ohne großes Getöse

Die Steuerungsebene wird dabei immer intelligenter, weil sie es sein muss. **Beckhoff** Automation aus Verl lässt KI-Modelle direkt auf der SPS laufen und ermöglicht mit TwinCAT Cloud Engineering Fernwartung global verteilter Steuerungssysteme. **Pilz** aus Ostfildern verbindet mit seiner I.A.M.-Lösung Safety, Security und Automation nach IEC 62443 – Maschinensicherheit wird zur Cybersecurity. **Phoenix Contact** aus Blomberg bietet mit PLCnext Technology ein offenes Ökosystem, das IEC 61131-3 mit High-Level-Sprachen kombiniert und TÜV-zertifiziert Edge Computing, Cloud-Connectivity und 5G-Integration ermöglicht. **WAGO** aus Minden verfolgt mit „OPEN. To the Industrial IoT.“ konsequent offene Automatisierung auf Basis von echtzeitfähigem Linux und integriert als Bosch Rexroth-Partner das ctrlX OS. **ifm electronic** aus Essen ist Pionier mit seiner moneo IIoT-Plattform vom Sensor bis ins ERP – mit Edge Gateways, Cloud-Lösungen und dem Y-Weg-Konzept für vollständige Datenverfügbarkeit. Unternehmen wie **FORCAM ENISCO** aus Ravensburg oder **Industrie Informatik** aus Linz schaffen die Datendrehscheibe zwischen heterogenen Maschinenparks und Unternehmenssystemen.

Parallel dazu verändert Robotik die Fertigung grundlegend. **KUKA** aus Augsburg hat weltweit über 750.000 Industrieroboter installiert, betreibt eigene Smart Factory-Referenzprojekte mit Cloud-Connected Manufacturing und nutzt 3d Signals für KI-basierte Maschinenzustandserkennung. B&R aus Eggelsberg entwickelt mechatronische Transportsysteme, die Werkstücke flexibel durch die Fabrik bewegen. **ABB** aus Zürich arbeitet mit über 300.000 installierten Automatisierungssystemen weltweit an der nächsten Evolutionsstufe: Roboter, die per natürlicher Sprache programmiert werden. **SCHUNK** aus Lauffen am Neckar liefert als Weltmarkt-

führer für Spanntechnik und Greifsysteme über 11.000 Standardkomponenten – von Robotergreifern über Schnellwechselsysteme bis zu mechatronischen Antriebskomponenten, die Robotern erst ermöglichen, präzise zu greifen und sicher zu halten. **Stäubli** aus der Schweiz ist ein führender europäischer Roboterhersteller mit Schwerpunkt auf Präzisionsrobotik und Reinraum-Anwendungen. Start-ups bringen frischen Wind: **fruitcore robotics** aus Deutschland bietet Plug&Produce-Industrieroboter mit KI-gestützter Software und ROI unter sechs Monaten, **Robco** aus München entwickelt modulare Robot-as-a-Service-Lösungen für KMU, und **Roundpeg Technologies**, ebenfalls aus München, revolutioniert die Kollaboration mit Robotern, die Menschen erkennen und Schutzzäune überflüssig machen. Auch **Neura Robotics** aus Metzingen, **igus** aus Köln mit kostengünstigen Low-Cost-Automation-Lösungen und **Linde Material Handling** mit Fokus auf Intralogistik-Automatisierung treiben die Robotik voran.

Am Ende jeder Prozesskette steht die Frage nach der Qualität. **ZEISS Industrial Quality Solutions** aus Oberkochen liefert Inline-Messtechnik, die ab dem ersten Bauteil verlässliche Prüfdaten ermöglicht – eine Voraussetzung für die selbstregulierende Fabrik. **elunic** aus Deutschland ergänzt dies mit AI.SEE™, einer KI-basierten automatischen Qualitätssicherung durch Computer Vision und Machine Learning in Echtzeit – eingesetzt in Automotive, Medizintechnik und Metallverarbeitung. **Datenfabrik NRW** entwickelt Smart Quality-Lösungen mit KI-gestützter Bildauswertung an Abcoil-Anlagen, und **neogram** spezialisiert sich auf KI-Qualitätssicherung bei individualisierten Produkten, bei denen neuronale Netze Fehler von Produktvarianten unterscheiden.

Verbindungen schaffen, Prozesse verstehen

Künstliche Intelligenz entfaltet ihre Wirkung dort, wo sie auf echte Geschäftsprozesse trifft. Während große Sprachmodelle aus den USA Schlagzeilen machen, entstehen in Europa KI-Systeme mit einem anderen Fokus: transparent, sicher und für industrielle Anwendungen gedacht. **Aleph Alpha** aus Heidelberg entwickelt mit dem Sprachmodell „Luminous“ eine europäische Alternative zu Open AI – konzipiert für öffentliche Verwaltung und Industrie, mit 500 Millionen Dollar Finanzierung von Unternehmen wie SAP, Bosch und der Schwarz-Gruppe. Baden-Württemberg nutzt bereits das KI-System F13 im Regierungsbetrieb. **valantic** aus Deutschland unterstützt Unternehmen bei KI-Anwendungen in der Praxis – von KI-Qualitätskontrolle über automatisierte Dokumentenverwaltung bis zur Lieferkettenoptimierung. **FactoryPal** aus Berlin revolutioniert Manufacturing durch AI-driven Shop Floor Performance Optimization mit modularen Anwendungen für sichere Datenerfassung, Echtzeit-Monitoring und KI-gesteuerte Maschineneinstellungen.

Sprache ist eine Sache, Verstehen eine andere. **DeepL** aus Köln gilt als präzisester maschineller Übersetzer der Welt – dreimal genauer als direkte Konkurrenten – und übersetzt in 29 Sprachen für über eine Milliarde Nutzer weltweit. Das Unternehmen ist ein Einhorn mit über einer Milliarde Dollar Bewertung und zeigt, dass KI-Exzellenz nicht zwingend aus dem Silicon Valley kommen muss.

Doch KI allein löst keine Probleme – sie muss Prozesse verstehen. Genau hier setzt **Celonis** aus München an: Die Software analysiert und optimiert Geschäftsprozesse datenbasiert mit KI. Das Unternehmen ist Deutschlands erstes Decacorn – mit über 10 Milliarden Dollar Bewertung – und gewann 2019 den Deutschen Zukunftspreis. Kunden wie PepsiCo nutzen die Process-Intelligence-Plattform, um Engpässe zu identifizieren und Abläufe zu beschleunigen.

Digitale Zusammenarbeit benötigt Plattformen, die über Distanz funktionieren. **TeamViewer** aus Göppingen hat sich von einer Fernzugriffssoftware zu einer umfassenden Digitalisierungsplattform entwickelt: AR-gestützter Remote-Support ermöglicht technische Problemlösungen in Echtzeit. **RealWear** bietet mit DACH-Vertretung KI-gesteuerte AR Smart Glasses für industrielle Frontline-Mitarbeiter – freihändig, integriert mit TeamViewer, Microsoft und Zoom. Bei Boeing steigerten sie die Genauigkeit um 33 % und die Produktivität um 25 %, bei DHL optimierten sie Warehouse-Prozesse, bei General Electric ermöglichen sie Fernwartung. IoT-Lösungen verbinden Anlagen weltweit: **Janz Tec** aus Deutschland bietet IoT-Gateways für industrielle Maschinendatenerfassung mit VPN Management und digitalen Zertifikaten – von Smart-Coffee-Automaten-Monitoring bis zu Predictive Maintenance mit verschlüsselter Cloud-Übertragung. **Xentara** aus Unterhaching entwickelt eine Smart Manufacturing Plattform mit Integration gängiger Protokolle, Feldbusse und PLCs, installierbar auf PCs, Raspberry Pis oder Cloud. In der Baubranche deckt **Nemet-schek** aus München mit BIM-Softwarelösungen den kompletten Lebenszyklus von Bau- und Infrastrukturprojekten ab – von der Planung bis zum Betrieb.

Digitale Zwillinge als Schlüsseltechnologie

Der Digitale Zwilling ist mehr als eine virtuelle Kopie – er ist ein lebendes Modell, das Planung, Betrieb und Optimierung über den gesamten Produktlebenszyklus verbindet. **complement** aus Deutschland bietet mit twin-sphere eine AAS-Plattform (Asset Administration Shell) für Digitale Zwillinge, basierend auf IDTA-Standards. Das Think-Check-Make-Vorgehensmodell begleitet Unternehmen vom Entwicklungsplan über die Validierung bis zur Umsetzung mit Echtzeit-Kommunikation und Event-Mechanismen für interoperable Datennutzung. **MaibornWolff** aus Deutschland implementiert umfas-

sende Digital-Twin-Lösungen für präzise virtuelle Darstellung physischer Anlagen mit Planung, Analyse, individueller Anwendungsentwicklung und tiefgehenden Analysen. **Altair Engineering** bietet eine Digital-Twin-Plattform für optimierte Produktleistung – sowohl physik- als auch datengestützt – und ermöglicht Simulation, Optimierung und Validierung über den gesamten Produktlebenszyklus.

Technologien, die keiner sieht – aber alle brauchen

Moderne Produktion steht und fällt mit Technologien, die selten im Rampenlicht stehen – aber ohne die nichts funktioniert. Halbleiter sind das Nervensystem jeder intelligenten Maschine, jedes Elektrofahrzeugs, jeder vernetzten Anlage. **Infineon** aus Neubiberg bei München ist ein bedeutender europäischer Halbleiterhersteller mit Fokus auf Leistungselektronik für Elektromobilität, erneuerbare Energien und Industrie 4.0. In jedem E-Auto stecken Infineon-Halbleiter im Wert von 1300 Dollar, und die neue „Smart Power Fab“ in Dresden wird mit einer Milliarde Euro Förderung gebaut.

Doch die weltweit anspruchsvollsten Chips entstehen nur mit einer Technologie: der EUV-Lithografie. ASML aus den Niederlanden ist der einzige Hersteller dieser extrem komplexen Maschinen – doch ohne deutsche Schlüsselkomponenten würde kein einziger EUV-Scanner funktionieren. **Carl Zeiss SMT** liefert exklusiv die hochpräzisen Spiegel- und Optiksyste-me, ohne die EUV-Lithografie technisch nicht realisierbar wäre, und **TRUMPF** stellt die CO₂-Hochleistungslaser her, die im EUV-Lichtquellensystem Zinntropfen zu Plasma verdampfen und so überhaupt erst EUV-Licht erzeugen. Deutschland hält damit eine quasi-monopolistische Stellung bei diesen Schlüsselkomponenten. **Giesecke+Devrient** aus München unterstützt Industrial IoT mit sicheren Konnektivitätslösungen – die SGP.32-Spezifikation vereinfacht Remote SIM Provisioning für M2M- und IoT-Geräte, Secure Elements und moderne Verschlüsselungstechnologien schützen die Datenintegrität in industriellen IoT-Netzwerken.

Auch bei der Elektromobilität geht es um mehr als Batterien. Elektromotoren der nächsten Generation müssen ohne seltene Erden auskommen, effizienter werden und zugleich kostengünstiger zu fertigen sein. **BMW** produziert im Werk Steyr die Gen6-Elektromotoren als stromerregte Synchronmaschinen, die komplett ohne seltene Erden funktionieren. **Mahle** aus Stuttgart entwickelte den MCT-E-Motor mit induktiver, kontaktloser Leistungsübertragung – komplett magnetfrei, mit über 95 % Wirkungsgrad und skalierbar vom Kleinwagen bis zum Nutzfahrzeug. **ZF Friedrichshafen** bietet mit dem I2SM einen fremderregten Synchronmotor, der die Energie für das Magnetfeld induktiv überträgt und besonders kompakt bei hoher Leistungs- und Drehmomentdichte ist.

Es sind diese oft unsichtbaren Technologien, die den Unterschied machen – zwischen einem Produkt, das funktioniert, und einem, das weltweit Standards setzt.

Sicherheit als Grundpfeiler der vernetzten Fabrik

Je vernetzter die Produktion, desto anfälliger wird sie für Cyber-Angriffe. OT-Security ist keine IT-Security – hier steht nicht Vertraulichkeit im Vordergrund, sondern Verfügbarkeit, Integrität und physische Sicherheit. **Novotek** aus Österreich spezialisiert sich auf OT Security für industrielle Produktionssysteme, basierend auf dem NIST OT Security Framework mit fünf Kernfunktionen: Identify, Protect, Detect, Response, Recover. Die octoplant-Lösung bietet automatisierte Backup-Funktionen, Zugriffskontrolle über Active Directory und BI-Plattformen für Dashboards. **Grant Thornton Deutschland** bietet Industrial Cyber Defense nach IEC 62443 – OT-Security schützt SCADA, ICS und PLCs vor Cyber-Angriffen durch Transparenz kritischer Prozesse, Schutz sensibler OT-Daten und VLAN-basierte Netzwerksegmentierung mit Zero-Trust-Prinzipien. **CyberKom AI** aus Deutschland bietet ganzheitliche OT-Security-Lösungen nach IEC 62443 und NIS-2-Richtlinie für industrielle Anlagen, Maschinensteuerungen und KRITIS-Infrastrukturen.

Nachhaltigkeit als Wettbewerbsvorteil

Die Industrie steht vor einer doppelten Herausforderung: Produktion muss effizienter werden – und gleichzeitig klimaneutral. Was sich nach Widerspruch anhört, wird heute zum Innovationstreiber. Unternehmen entwickeln Kreislaufsysteme, in denen Abfall zur Ressource wird, CO₂ zum Rohstoff und Energie aus der eigenen Anlage kommt. Nachhaltigkeit ist längst kein Kostenfaktor mehr, sondern Wettbewerbsvorteil.

Stark, smart und sympathisch: Die DACH-DNA

Schneider Electric betreibt weltweit fast 80 CO₂-freie Standorte. Die Smart Factory in LeValdreuil reduzierte CO₂-Emissionen um 32 % durch IoT-basierte Digitalisierung mit kommunikationsfähigen Messgeräten. Das Werk bezieht 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen und strebt Netto-Null-Emissionen bis 2025 an. Die **Alois-Müller**-Gruppe aus Deutschland betreibt eine Green Factory, die CO₂-neutral und nahezu energieautark ist – intelligentes Energie- und Lastmanagement erfasst über 100 Messpunkte zur Optimierung, überschüssiger Solarstrom wird als Wärme in 100.000-Liter-Pufferspeicher gespeichert, Teilnahme am Regelleistungsmarkt unterstützt das öffentliche Energiesystem. Die **Klima.Neutral.Digital-Initiative** aus Deutschland unter-

stützt Unternehmen auf dem Weg zur Klimaneutralität mit einer Kombination aus Digitalisierung und Nachhaltigkeit, mit Fokus auf CO₂-Monitoring in Echtzeit (FILPCO₂-Projekt) als Partner der Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg.

Covestro aus Leverkusen macht vor, wie Chemie kreislauffähig werden kann. Mit einem chemischen Recyclingverfahren wird Polycarbonat-Abfall in neue Hochleistungskunststoffe zurückverwandelt – in Originalqualität, ohne Downcycling. Bis 2035 will das Unternehmen vollständig klimaneutral produzieren, indem es auf erneuerbare Rohstoffe, grünen Wasserstoff und CO₂ als Rohstoff setzt. Parallel dazu revolutioniert **Dürr** aus Bietigheim-Bissingen die Lackiererei: Die **EcolnCure-Technologie** senkt den Energieverbrauch beim Trocknen um bis zu 40 % durch intelligente Kombination von Infrarotstrahlung und Konvektion. Noch konsequenter sind die Oxi.X-Systeme, die Lösemitteldämpfe aus Lackieranlagen thermisch oxidieren und die entstehende Wärme direkt zur Energieversorgung des Werks nutzen – ein geschlossener Kreislauf ohne Emissionen.

Bosch geht den Weg zur Klimaneutralität im industriellen Maßstab: Weltweit arbeiten bereits über 400 Standorte CO₂-neutral, während das Unternehmen massiv in Wasserstofftechnologien investiert – von Elektrolyseuren für grünen Wasserstoff über Brennstoffzellen für Nutzfahrzeuge bis zu stationären Energiesystemen. Die **Circular Economy Initiative Deutschland** bringt derweil Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zusammen, um Geschäftsmodelle zu entwickeln, die Kreislaufwirtschaft skalierbar machen. Dass selbst komplexe Elektronik reparierbar, modular und langlebig sein kann, beweist **Fairphone** mit transparenten Lieferketten und fairen Arbeitsbedingungen.

Es geht nicht mehr um „weniger schlecht“, sondern um echte Regeneration: Produktionssysteme, die mehr zurückgeben, als sie verbrauchen. Deutschland hat dabei auf der **Expo 2025 in Japan** eindrucksvoll gezeigt, wie stark Nachhaltigkeit bereits Teil der deutschen Innovations- und Wettbewerbsstrategie ist – und dass das Land in vielen Bereichen eine federführende Rolle bei zukunftsfähigen, nachhaltigen Lösungen einnimmt.

Resiliente Lieferketten für unsichere Zeiten

Globale Krisen haben gezeigt: Lieferketten müssen widerstandsfähiger werden. **SAP** bietet resiliente Lieferketten-Lösungen mit Integrated Business Planning – flexible Notfallplanung, Prognosen und schnelle Reaktion auf Störungen. Supply-Chain-Planung synchronisiert Angebots- und Bedarfsanforderungen. Blockchain, Sensoren und Analytics überwachen komplexe Partnerschaften bis in entfernte Regionen. Unternehmen profitieren von 60 % kürzeren Produktentwicklungszyklen und 25 % höherer

Produktionskapazität. **RM Risk Management** aus der Schweiz bietet Supplier Continuity Management und Lieferantenrisikomanagement mit Risikobewertung, Entwicklung von Supplier-Continuity-Plänen, Notfallstrategien und Lieferkettenüberwachung. KPIs und Monitoring-Tools ermöglichen frühzeitige Risikoerkennung. **KPMG Deutschland** unterstützt bei resilienten Lieferketten und Versorgungssicherheit durch eine doppelte Transformation aus Digitalisierung und Nachhaltigkeit – mit Risikoanalyse, Diversifikation, Transparenz und digitale Supply-Chain-Technologien von Beschaffung bis Distribution.

Transformation begleiten, Wissen weitergeben

Technologie allein transformiert keine Unternehmen – es braucht Beratung, Methodik und Weiterbildung. **MHP – A Porsche Company** erstellt das Industrie 4.0 Barometer mit über 800 Unternehmen in DACH, USA, China und UK und bietet Management- und IT-Beratung für digitale Transformation. Das **Industrie 4.0 Maturity Center** begleitet Unternehmen bei der Optimierung von Produktionsprozessen durch Lean-Tools, digitale Lösungen und Automatisierung. Die **Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg** organisiert STARTUP THE FUTURE-Events für KMU-Digitalisierung mit Best Practices und Use Cases. Herausragende digitale Transformationen werden mit dem **Factory Innovation Award** ausgezeichnet, der innovative Lösungen in Kategorien wie Smart Factory, Forschung und Weiterbildung würdigt, sowie mit dem **Allianz Industrie 4.0 Award Baden-Württemberg**. Das Netzwerk umfasst über 50 Unternehmen mit Fokus auf praktischer Umsetzung.

Wissen muss weitergegeben werden: Die **IHK Akademie Schwaben** bietet Zertifikatslehrgänge für Smart Factory und Industrie 4.0, die **ITA Academy** vermittelt in Workshops Readiness for Smart Manufacturing, und das **VDI Wissensforum** schult in der Digitalisierung von Produktionsprozessen – von Lean-Methoden über digitale Fertigung bis zu Industrial IoT.

Forschung als Fundament für Praxiserfolg

Innovation entsteht nicht im luftleeren Raum – sie benötigt Forschung, die nach vorn denkt, und Bildung, die auf Veränderung vorbereitet. Deutschland verfügt über eine einzigartige Infrastruktur aus Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Transfernetzwerken, die Grundlagenforschung mit industrieller Anwendung verbinden. Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt mit 76 Instituten die weltweit größte Organisation für anwendungsorientierte Forschung – vom Fraunhofer IPK in Berlin für adaptive Produktionssysteme über das IPA in Stuttgart für Robotik bis zum IWU in Chemnitz für Leichtbau.

Hochschulen wie die **RWTH Aachen** oder das **Karlsruher Institut für Technologie (KIT)** verbinden universitäre Lehre mit Großforschung und entwickeln Technologien zu Batterien, Wasserstoff und Industrie 4.0, die direkt in die Wirtschaft transferiert werden. Doch Wissen allein genügt nicht – es muss weitergegeben werden. Das **InTraLab** an der Universität Potsdam kombiniert reale Maschinen mit virtuellen Szenarien für praxisnahe Weiterbildung und wurde 2025 mit dem Factory Innovation Award ausgezeichnet. Die SmartFactoryOWL des Fraunhofer IOSB-INA in Lemgo gewann in der Kategorie Forschung für ihr Projekt, das durch KI den CO₂-Ausstoß in der Produktion reduziert. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren bringen digitales Wissen direkt in KMU, die oft keine eigenen Forschungsressourcen haben.

Die Zukunft gehört denen, die heute in Köpfe investieren – nicht nur in Maschinen

Deutschland, Österreich und die Schweiz gehören im Bereich Smart Factory und Industrie 4.0 zur Weltspitze – nicht nur theoretisch, sondern praktisch: Die hier entwickelten Technologien werden bereits heute in den eigenen Produktionsstätten angewendet und setzen Maßstäbe für die globale Fertigungsindustrie. Von MES-Lösungen über Robotik und Automatisierung hin zu Qualitätssicherung und KI-Integration – die komplette Wertschöpfungskette wird abgedeckt.

DACH kann Zukunft

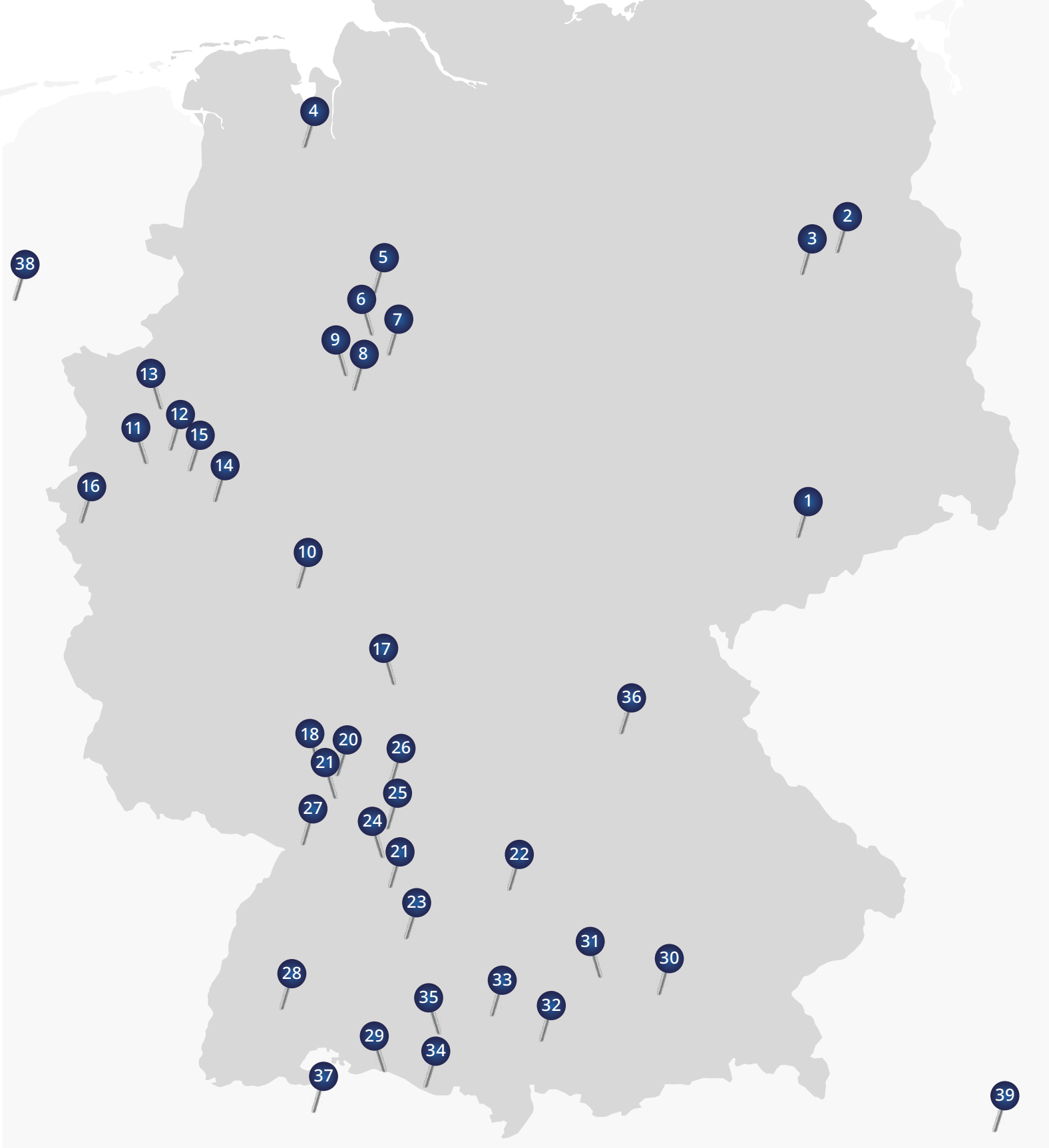
Die Transformation der Industrie ist keine ferne Vision – sie passiert heute in tausenden Unternehmen von Flensburg bis Lugano, von Bregenz bis Wien – in Deutschland, Österreich und der Schweiz, zwischen Start-ups und Weltkonzernen. Deutschland hat die Technologien, das Know-how und die Infrastruktur, um nicht nur mitzuhalten, sondern voranzugehen.

Was fehlt, ist nicht die Fähigkeit – sondern oft nur der Mut zum ersten Schritt. Jede digitale Transformation beginnt klein: mit einem Pilotprojekt, einer Schulung, einer neuen Partnerschaft. Die Unternehmen, die heute investieren – in Technologie, in Menschen, in Kooperationen –, schreiben morgen die Erfolgsgeschichten.

Wir können mit Überzeugung sagen: Wir sind auf einem starken Weg – und Sie sind ein aktiver Teil davon. Gönnen Sie sich den Luxus, kurz innezuhalten und zu lächeln – denn genau so jemand wie Sie macht den Unterschied. Sie dürfen sich ohne jede falsche Bescheidenheit großartig finden.

Die Zukunft der Produktion wird nicht irgendwo gemacht. Sie entsteht hier. ■

Hier steckt Innovation: Unternehmen in der DACH-Region



1

Fraunhofer IWU*Chemnitz, Deutschland*

Werkzeugmaschinen und flexible Fertigung mit KI-gestützter Prozesssteuerung und adaptiver Produktion.

www.iwu.fraunhofer.de

2

Circular Economy Initiative Deutschland*Berlin, Deutschland*

Plattform für Kreislaufwirtschaft mit Projekten zu Ressourceneffizienz, AI und nachhaltige Fertigung.

www.circular-economy-initiative.de

2

FactoryPal / Four Kites*Berlin, Deutschland*

Supply-Chain-Software mit AI für Echtzeit-Tracking, prädiktive Analysen und Digital Twins in Logistik und Fertigung.

www.factorypal.com

2

Fraunhofer IPK*Berlin, Deutschland*

Digital Engineering und AI mit Virtual Commissioning, Digital Twins und kollaborativer Robotik für Industrie 4.0.

www.ipk.fraunhofer.de

2

KPMG Deutschland*Berlin, Deutschland*

Beratung für Industrie 4.0, Supply Chain-Optimierung und Smart Factory-Implementierungen.

www.kpmg.com/de

2

PSI Automotive & Industry*Berlin, Deutschland*

Software für Produktionsplanung, Qualitätssicherung und digitale Zwillinge in der Fertigung.

www.psi.de

3

Universität Potsdam / InTraLab*Potsdam, Deutschland*

Transferlabor für Industrie 4.0 mit Forschung zu Mensch-Maschine-Interaktion und KI.

lswi.de/industrial-transformation-lab

4

5G-SMART Projekt*EU/DACH*

Forschungsprojekt für 5G-Anwendungen in industrieller Fertigung und Logistik.

www.5gsmart.eu

5

WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG*Minden, Deutschland*

Elektrische Verbindungstechnik und Automatisierungskomponenten für IIoT.

www.wago.com

6

Fraunhofer IOSB-INA / SmartFactoryOWL*Lemgo, Deutschland*

Plattform für vernetzte Produktion, Cybersecurity und Mensch-Roboter-Kollaboration.

www.iosb-ina.fraunhofer.de

7

Phoenix Contact GmbH & Co. KG*Blomberg, Deutschland*

Automationslösungen mit IoT-Gateways, Software und Vernetzung für Industrie 4.0.

www.phoenixcontact.com

8

Datenfabrik NRW*Nordrhein-Westfalen, Deutschland*

Datenplattform für Industrie 4.0 mit Big-Data-Analyse, KI-Modellen und Vernetzung für optimierte Fertigungsprozesse im Mittelstand.

www.datenfabrik.nrw

9

FASTEC*Paderborn, Deutschland*

Vision-Systeme für Industrie 4.0 mit Kameras und Software für Qualitätskontrolle, Prozessüberwachung und KI-Inspektion.

www.fastec.de

9

Janz Tec AG*Paderborn, Deutschland*

Echtzeit-Computing und Embedded-Systeme für Automatisierung und Industrie 4.0-Anwendungen.

www.janztec.com

9

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG*Verl, Deutschland*

Steuerungstechnik mit Automatisierungssystemen, Industrie-PCs und Software für flexible Fabriken.

www.beckhoff.com

10

Rittal GmbH & Co. KG*Herborn/Haiger, Deutschland*

Gehäuse- und IT-Infrastruktur für smarte Fertigung mit IoT- und Edge-Computing-Lösungen.

www.rittal.de

11

Grant Thornton Deutschland*Düsseldorf, Deutschland*

Beratung für digitale Prozesse, ERP-Implementierung und Industrie 4.0-Reifegrad-Analysen.

www.grantthornton.de

11

VDI Wissensforum GmbH*Düsseldorf, Deutschland*

Weiterbildung und Tagungen zu Industrie 4.0 und Digitalisierung.

www.vdi-wissensforum.de

12

Schneider Electric*Ratingen, Deutschland*

Energie- und Automatisierungstechnik mit EcoStruxure-Plattform für IIoT-Fabriken.

www.se.com/de

13

ifm electronic gmbh*Essen, Deutschland*

Sensorik und IO-Link für Industrie 4.0 mit Echtzeit-Datenanalyse, Zustandsüberwachung und Vernetzung in Anlagen.

www.ifm.com/de

14

igus GmbH*Köln, Deutschland*

Tribologie und Motion-Plastics mit wartungsfreien Gleitlagern und Kabelmanagement für smarte Fertigung.

www.igus.de

15

Covestro*Leverkusen, Deutschland*

Materialhersteller mit Industrie-4.0-Lösungen wie Digital Twins, Predictive Maintenance und IoT für effiziente Chemieproduktion.

www.covestro.com/de

16

Fraunhofer IPT*Aachen, Deutschland*

Produktionstechnologie mit Additiver Fertigung, Laser und hybriden Prozessen sowie Digital Twins für smarte Produktion.

www.ipt.fraunhofer.de

16

RWTH Aachen*Aachen, Deutschland*

Forschung zu Produktionstechnologie, Werkzeugmaschinen und digitaler Fertigung.

www.rwth-aachen.de

16

ITA Academy*Aachen, Deutschland*

Schulungen und Zertifizierungen zu Industrie-4.0-Technologien, MES und Smart Manufacturing.

www.ita-academy.de

16

Industrie 4.0 Maturity Center*Aachen, Deutschland*

Bewertung von Digitalisierungsreife und Beratung zur Industrie 4.0-Implementierung.

www.i40mc.de

17

Linde Material Handling GmbH*Aschaffenburg, Deutschland*

Intralogistik mit Automatisierung, AGVs und digitalem Flottenmanagement für Fertigungslogistik.

www.linde-mh.de

17

CyberKom AI*Haibach/Köln, Deutschland*

KI-Spezialist für industrielle Anwendungen mit Lösungen für Automatisierung, Predictive Analytics und Mensch-Maschine-Interaktion.

www.cyberkom.ai

18

neogramm GmbH*Mannheim, Deutschland*

Digitale Lösungen für Fertigung mit Prozessvisualisierung, Echtzeit-Datenanalyse und Digitalisierungsprojekten.

www.neogramm.de

19

SAP SE*Walldorf, Deutschland*

ERP- und Cloud-Lösungen für Industrie 4.0 mit Digital Manufacturing und Intelligent Asset Management.

www.sap.com

20

Symestic GmbH*Dossenheim, Deutschland*

Inline-Metrologie und KI für Qualitätssicherung direkt am Produktionsprozess.

www.symestic.com

21

Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg*Stuttgart, Deutschland*

Digitalisierung mittels KI, IoT, Circular Economy und Plattformen für Kooperationen in der Fertigung.

www.i40-bw.de

21

DHBW (Duale Hochschule Baden-Württemberg)*Stuttgart, Deutschland*

Ausbildung für Industrie 4.0-Fachkräfte mit Fokus auf Digital Twins, Robotik und Smart Manufacturing.

www.dhbw.de

21

Fraunhofer IPA*Stuttgart, Deutschland*

Produktionstechnik-Forschung mit RAMI 4.0-Verwaltungsschale, InterOpera-Teilmodellen und Standards für smarte Fabriken.

www.ipa.fraunhofer.de

21

Mahle*Stuttgart, Deutschland*

Automobilzulieferer mit digitaler Entwicklung, Simulationstools und vernetzter Produktion für Industrie 4.0.

www.mahle.com

21

Bosch Connected Industry*Stuttgart-Gerlingen, Deutschland*

IIoT-Software für Automatisierung, Intralogistik und Prozessoptimierung.

www.bosch-connected-industry.com

21

All for One Group*Filderstadt, Deutschland*

SAP-Spezialist für Digitaltransformation im Mittelstand mit Cloud-ERP, IoT-Integration und MES für smarte Fertigungsprozesse.

www.all-for-one.com

21

Altair Engineering GmbH*Böblingen, Deutschland*

Simulations- und AI-gestützte Engineering-Lösungen mit Digital Twins, HPC und IoT für Fertigungsprozesse und Produktentwicklung.

www.altair.de

21

Heronius GmbH*Stuttgart, Deutschland*

Automatisierung von Produktionslinien mit modularer KI-SmartFactory für autonome Industrieprozesse.

www.heronius.de

21

TRUMPF / TRUMPF SE + Co. KG*Ditzingen, Deutschland*

Laser- und Maschinenbau mit TruTops Fabriksoftware für vernetzte Fertigung.

www.trumpf.com

21

MHP – A Porsche Company*Ludwigsburg, Deutschland*

Digitalberatung für Automotive und Fertigung mit SAP-Integration, IoT und Prozessoptimierung.

www.mhp.com

21

Festo SE & Co. KG*Esslingen, Deutschland*

Pneumatik und Automatisierung mit bionischer Robotik, Handling-Modulen und Digital Twins für flexible Fertigungsanlagen.

www.festo.com

21

Pilz GmbH & Co. KG*Ostfildern, Deutschland*

Sicherheitstechnologie für Automatisierung mit Sensorik, Steuerung und Sicherheitssoftware.

www.pilz.de

22

Carl Zeiss SMT*Oberkochen, Deutschland*

Optik und Messtechnik mit KI-gestützter Qualitätssicherung, Digital Twins und Inline-Inspektion für Präzisionsfertigung in Industrie 4.0.

www.zeiss.de/smt

23

Neura Robotics*Metzingen, Deutschland*

Kognitive Roboter mit KI für flexible Automatisierung und Mensch-Roboter-Kollaboration in der Produktion.

www.neura-robotics.com/de

24

Dürr*Bietigheim-Bissingen, Deutschland*

Systemanbieter für Lackier- und Montagelinien mit digitaler Fabrikplanung, Robotik und IIoT für Automotive-Produktion.

www.durr.com

25

SCHUNK*Lauffen/Neckar, Deutschland*

Internationales Technologieunternehmen mit umfassendem Know-how in der Spann-, Greif- und Automatisierungstechnik.

www.schunk.com

26

MPDV*Mosbach, Deutschland*

MES-Lösung HYDRA für Produktionssteuerung, OEE-Optimierung und IIoT-Integration in Fertigungsunternehmen.

www.mpdv.com

27

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*Karlsruhe, Deutschland*

Forschung zu Produktionsinformatik, Mensch-Maschine-Interaktion und KI-Anwendungen in der Fertigung.

www.kit.edu

28

Klima.Neutral. Digital-Initiative*Villingen-Schwenningen, Deutschland*

Nachhaltigkeitsinitiative für CO₂-neutrale IT und Digitalisierung mit Fokus auf Fertigungsprozesse.

www.klima-neutral-digital.de

29

fruitcore robotics GmbH*Konstanz, Deutschland*

Kollaborative Roboter mit KI, Phoenix-Modelle für einfache Programmierung und flexible Automatisierung in KMU.

www.fruitcore-robotics.com

30

complement AG*München, Deutschland*

Digitalberatung mit Engineering 4.0-Fokus, Low-Code-Plattformen, AI und Cloud für smarte Prozesse in Fertigung und Automotive.

www.complement.de

30

elunic AG*München, Deutschland*

IoT- und Cloud-Experte für Maschinenbau mit Plattform für vernetzte Produktion, Predictive Maintenance und Echtzeitdatenanalyse.

www.elunic.com

30

Giesecke+Devrient (G+D)*München, Deutschland*

Sicherheitslösungen für Industrie 4.0 mit IoT-Sicherheit, Blockchain und digitalen Identitäten in vernetzten Fertigungen.

www.gi-de.com/de

30

MaibornWolff GmbH*München, Deutschland*

Softwareentwicklung für Industrie 4.0 mit IoT-Plattformen, Digital Twins und Datenanalyse-Anwendungen.

www.maibornwolff.de

30

Max-Planck-Gesellschaft*München, Deutschland*

Grundlagenforschung zu KI, Robotik und Datenanalyse mit Anwendungen für industrielle Prozesse.

www.mpg.de

30

Robco*München, Deutschland*

Modulare Automatisierungssysteme mit künstlicher Intelligenz für flexible Fertigung.

www.robco.de

30

Roundpeg Technologies*München, Deutschland*

Produktionsplanungssoftware mit KI für dynamische Auftragssteuerung und Kapazitätsmanagement.

www.roundpeg.tech/de

30

Siemens AG*München, Deutschland*

Digital Industries mit MindSphere IIoT, TIA Portal und Digital Twin-Technologie.

www.siemens.com

30

valantic*München, Deutschland*

Digitalberatung mit SAP, IoT und Datenanalyse für industrielle Transformation.

www.valantic.com

30

BMW*München, Deutschland*

Automobilkonzern mit digitaler Fertigung, AI-gestützter Montage und Connected Production.

www.bmwgroup.com

30

Xentara*Unterhaching, Deutschland*

Edge-Computing-Plattform für Echtzeit-Datenverarbeitung in der Fertigung.

www.xentara.io

30

Infineon*Neubiberg, Deutschland*

Halbleiter für Automatisierung und IoT mit Power-Elektronik und Sensorik für vernetzte Produktionssysteme.

www.infineon.de

31

IHK Akademie Schwaben*Augsburg, Deutschland*

Weiterbildung zu Industrie 4.0, u. a. zu Digitalisierung und Automatisierung für KMU.

www.ihk-akademie-schwaben.de

31

KUKA AG*Augsburg, Deutschland*

Robotersysteme und Automatisierungslösungen für flexible Fertigungslinien mit IIoT-Integration.

www.kuka.com

32

PROXIA*Kaufbeuren, Deutschland*

MES- und Shopfloor-Lösungen für Echtzeit-Fertigungstransparenz und Prozessoptimierung.

www.proxia.com

33

Alois-Müller-Gruppe*Ungerhausen, Deutschland*

KMU für Automatisierung und Digitalisierung für effiziente Produktion, Robotikintegration und Prozessoptimierung.

www.alois-mueller.de

34

ZF Friedrichshafen*Friedrichshafen, Deutschland*

Automobiltechnologie mit digitaler Entwicklung und vernetzter Produktion.

www.zf.com

35

FORCAM*Ravensburg, Deutschland*

MES-Anbieter mit Force/Connect-Plattform für IIoT-Fabriken, OEE-Optimierung und KI-Analytics in der Produktion.

www.forcam.com

36

Stäubli Tec-Systems GmbH*Bayreuth, Deutschland*

Roboter- und Verbindungstechnik für flexible Automatisierung und Fluidsysteme.

www.staubli.com

37

ABB*Zürich, Schweiz*

Elektrifizierung und Automation mit Industrie 4.0-Lösungen für Echtzeitdaten und vorausschauende Wartung in vernetzten Fabriken.

www.new.abb.de

38

Fairphone*Amsterdam, Niederlande*

Nachhaltiges Smartphone mit modularer Fertigung für Reparaturfreundlichkeit und Kreislaufwirtschaft.

www.fairphone.com/de

39

Novotek GmbH*Großpetersdorf, Österreich*

IIoT-Plattformen und HMI/SCADA-Lösungen für vernetzte Fertigung und Prozessvisualisierung.

www.novotek.at

Software-Defined Automation made in Germany

Nahtlose Konvergenz von IT und OT formt die Fabrik der Zukunft

Deutschland war lange ein Vorreiter in der Automatisierungstechnik. Nicht umsonst gilt die Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) immer noch als Weltstandard. Aber dieser Standard beginnt zu wackeln: Edge Controller, Computer und IT dringen mehr und mehr in die klassische Automatisierungswelt vor. Während die Platzhirsche sich darauf beschränken, Portale und Dashboards rund um ihre bestehenden Lösungen zu bauen, kommen die wahren Innovationen meist von kleinen, agilen Unternehmen – viele davon aus Übersee. Doch auch in Europa und gerade in Deutschland werden inzwischen moderne Lösungen entwickelt, die die Versprechen von Industrie 4.0 und darüber hinaus endlich wahr werden lassen.

Im Vergleich mit der klassischen Automatisierungstechnik (oder OT) ist die moderne digitale Welt ein Neuankömmling, der noch in den Kinderschuhen steckt. Aber während die Weiterentwicklung von OT seit Jahrzehnten stagniert und sich nur inkrementell verändert, verändert sich IT schneller als jede andere Technologie zuvor und ist geprägt von rasanten Umwälzungen.

Es scheint erst gestern gewesen zu sein, dass ChatGPT die Fachwelt aufgeschreckt hat, und heute ist bereits die Rede von Physical AI, der direkten Verschmelzung von Maschine und Künstlicher Intelligenz. Aber wie soll das funktionieren, wenn IT und OT getrennte Welten mit begrenzten Überschneidungen sind? An dieser Stelle müssen moderne Lösungen ansetzen: Es gilt, die Parallelwelten zusammenzuführen. Das ist die Herausforderung unserer Zeit, wenn es darum geht, (Industrie-)Automatisierung zukunftssicher zu machen. Nur warum scheitern viele an dieser Herausforderung?

Neue Technologien – alte Probleme

Die meisten SPS-Hersteller fremdeln mit der Einführung von modernen IT-Systemen. Teils, um das „Brot-und-Butter“-Geschäft mit der hardwarebasierten Steuerung nicht zu kannibalisieren, teils, weil die in Jahrzehnten erarbeitete Expertise diesen Bereich schlicht nicht umfasst. Stattdessen werden weiterhin geschlossene Datensilos angelegt, die neben der IT

existieren. Werden dann vom Betreiber der Systeme später IoT-Dienstleistungen gewünscht, sind diese oft an herstellereigene Portale gebunden.

Doch auch bei Lösungen von Drittanbietern werden Daten in der Regel nur aus der OT ausgelesen und per MQTT in eine Cloud geschaufelt, wo dann Offline-Analysen und Visualisierungen laufen. Das mag einen Erkenntnisgewinn bringen und dadurch helfen, zukünftige Produktionsläufe zu optimieren, aber damit ist das theoretische Potenzial einer wirklichen IT/OT-Kombination bei Weitem nicht ausgeschöpft.

Selbst im IoT/Cloud-Bereich gibt es mehr und mehr Insellösungen, denen es an Interoperabilität mangelt. Durch diese Fragmentierung sind Systemintegratoren und Softwareentwickler gezwungen, möglichst viele Dienste und Schnittstellen zu unterstützen, statt sich auf eine homogene Infrastruktur konzentrieren zu können. Das führt zu Frustrationen und unnötig langen Entwicklungszyklen, an deren Ende dann wieder keine einheitliche Lösung steht.

Gleichzeitig sinkt das Angebot an Ingenieuren, die sich mit SPS-Code auskennen, und studierte Informatiker erwarten, mit modernen Hochsprachen wie C, C++ oder Rust zu arbeiten. Und moderne Features, die in der IT selbstverständlich sind, wie Remote Device Management oder das einfache Ausrollen von Updates, sind mit klassischer OT-Technik nicht machbar. Auch hier fehlt die gemeinsame Schnittstelle.

Der Schlüssel ist das Timing

Und schließlich gibt es noch das größte Problem: Echtzeit. Während OT-Systeme auf Präzision ausgelegt sind und zyklisch in exakter Echtzeit kommunizieren, ist IT-Kommunikation im Allgemeinen eventbasiert und auf maximalen Datendurchsatz ausgelegt – zwei vollkommen gegensätzliche Vorgehensweisen. Wenn die Vorteile moderner IT-Technologien jedoch nicht nur in nachgeschalteten Analysen, sondern auch zur Laufzeit genutzt werden sollen, ist eine enge Verzahnung von IT und OT unabdingbar. Diese überbrückt die Gegensätze zwischen den beiden Kommunikationstechnologien.

Ein Beispiel aus der Praxis: Ein Hersteller von Sortiermaschinen will Machine Learning und Bilderkennung einsetzen, um seinen Durchsatz zu erhöhen. Die in hoher Geschwindigkeit vorbeifahrenden Werkstücke werden per Kamera erfasst, von der KI nach Güteklassen eingeteilt und ohne Zeitverlust in den entsprechenden Auffangbehälter umgeleitet. Hierzu müssen die Erkenntnisse aus dem ML-Modell nicht nur in Richtung OT zurückgeschrieben werden. Zusätzlich muss die IT in Echtzeit auf die Steuerung zugreifen können, um den Sortierer zu kontrollieren.

Werden nun alle diese Probleme zusammenfassend betrachtet – mangelnde Interaktion von Standards, getrennte Datensilos und Echtzeit-Kommunikation – wird schnell klar, dass die Lösung einen Paradigmenwechsel erfordert. IT und OT dürfen nicht mehr als Inseln betrachtet werden, zwischen denen lediglich Brücken gebaut werden. Stattdessen muss man beide

Echtzeit – mehr als nur schnell

Umgangssprachlich wird der Begriff „Echtzeit“ in den vergangenen Jahren vermehrt damit gleichgesetzt, dass Daten schnell zur Verfügung stehen. Dem ist aber nicht so. Echtzeit ist definiert als ein System, in dem die erwartete Information präzise zum erwarteten Zeitpunkt oder innerhalb einer vordefinierten Zeitspanne verfügbar ist. Diese Präzision ist das Herz von OT-Systemen.

Wenn beispielsweise ein Schweißroboter eine Naht anfährt, müssen alle Bewegungsgrade – sowohl des Roboters als auch der Werkstücke – an ihrer exakten Zielposition sein, wenn der Schweißvorgang beginnt. Hängt auch nur ein Schrittmotor leicht hinterher oder läuft voraus, wird Ausschuss produziert.

Merke: Synchronizität ist in Echtzeit-Systemen relevanter als Geschwindigkeit.

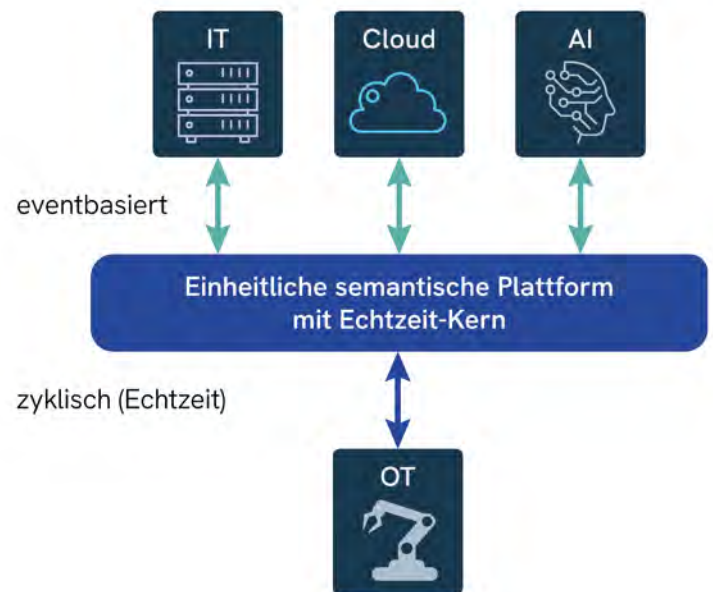


Bild 1: Vereinfachtes Beispiel einer integrierten IT/OT-Architektur mit zentraler Plattform © Robert Schachner

Konzepte zusammendenken. Was der Markt benötigt, um softwarebasierte Automatisierung flexibel, leistungsstark und zukunftsfähig zu machen, sind einheitliche Plattformen. Diese Plattformen müssen imstande sein:

- zahlreiche Feldbusse und Schnittstellen in Richtung IT und OT zusammenzuführen,
- die gesamten Prozessdaten einer Anlage in einer einheitlichen Semantik bereitzustellen,
- die verschiedenen Zeitverhalten zu verbinden und so der IT über konfigurierbare Timingmodelle den Zugriff auf die zyklische OT-Kommunikation zu ermöglichen.

Das Beste beider Welten ermöglicht die Industrie von morgen

Aus Europa und gerade Deutschland kommen im Laufe der letzten Jahre erste Plattformen, die diese Anforderungen erfüllen. Sie gehen weit über die begrenzten Möglichkeiten cloudbasierter IoT-Dienste oder reiner softwarebasierter Steuerungen hinaus und vereinen das Beste beider Welten. Hier bietet sich – gerade auch im Hinblick auf die Spannungsfelder der derzeitigen globalen Politik – eine Chance für deutsche und europäische Maschinenbauer und Systemintegratoren: Indem sie sich aus der Abhängigkeit von US-amerikanischen Softwareanbietern lösen, können sie sich wieder an die Speerspitze des Fortschritts setzen. Nur so können die seit Jahren immer wieder beschworene Industrie 4.0 und ihr Nachfolger, Software-Defined Automation, Wirklichkeit werden. ■

HANNOVER MESSE 2026

THINK TECH FORWARD

The global meeting place for industrial transformation where innovative technology and responsibility converge to shape the future of manufacturing.

20 – 24 April 2026 ■ Hannover, Germany
hannovermesse.com

HIGHLIGHTS der HANNOVER MESSE 2026



22. April um 12:00 Uhr

ERP Anwender Lounge

Lounge Digitalisierung & Automatisierung | Halle 26

Sie sind ERP-Anwender und möchten Ihre Fragen zu aktuellen ERP-Trends und zu Ihrem eigenen System in entspannter Lounge-Atmosphäre mit renommierten Experten im exklusiven Kreis erörtern? Das ERP Lunch Event macht es möglich! Exklusiv für ERP-Anwender.



22. April um 17:00 Uhr

Factory Innovation Award

Solution Lab Digitalisierung & Automatisierung | Halle 26

Kennen Sie die innovativsten Smart-Factory-Lösungen? Ist Ihre Fertigung auf dem neuesten Stand? Seien Sie bei der Preisverleihung der besten Lösungen live dabei! Auf der großen Bühne werden die Besten in verschiedenen Kategorien ausgezeichnet – inklusive Networking-Party vorab.



Center Stage | Halle 25

Internationale Top-Speaker diskutieren Zukunftsfragen der Industrie – von technologischer Innovation bis gesellschaftlicher Verantwortung.



Solution Lab Digitalisierung & Automatisierung | Halle 26

Live-Formate, Masterclasses und Expertentalks bündeln Wissen, Austausch und konkrete Lösungsansätze direkt in den Hallen.



Gemeinschaftsstand Digital Business & Operations | Halle 15

Zentrale Anlaufstelle für ERP-, MES-, PLM- und CRM-Lösungen zur effizienten Vernetzung und Steuerung industrieller Prozesse.



AI Experience Pavilion | Hallen 16 & 27

Praxisnahe KI-Lösungen zeigen, wie künstliche Intelligenz in der Industrie heute konkret eingesetzt wird.



5G & Industrial Wireless Arena | Halle 26

Europas größte Plattform für industrielle Funktechnologien rund um 5G, 6G und NBIoT



Industrial Security Circus | Halle 26

Showcases und Expertenvorträge machen industrielle Cybersecurity, KRITIS und NIS-2 greifbar.



Defence Production Area | Halle 26

Fokus auf digitale und automatisierte Fertigungslösungen für die Verteidigungsindustrie



Application Park – Robotik, Logistik & Automation | Halle 26

Live-Demonstrationen zeigen das Zusammenspiel von Robotik, Logistik und Automation im industriellen Einsatz.





Benjamin Talin

Digitale Geschäftsmodelle in der Fertigung

Plattformen zwischen Flop und Höhenflug

Nach Jahren der Warnungen ist es nun so weit: Die produzierende Industrie steht vor einem fundamentalen Wandel. Die Digitalisierung wurde verschlafen und der Druck ist enorm. Während digitale Plattformen in anderen Branchen bereits etabliert sind, stehen viele Fertigungsunternehmen erst am Anfang dieser Transformation. Dabei bieten gerade Produktionsdaten und digitale Plattformen riesige Potenziale – von verkürzten Time-to-Market-Zyklen über optimierte Ressourcensteuerung bis zu völlig neuen Geschäftsmodellen.



© Adobestock/Arnéll Koegelenberg/peopleimages.com

Der Weg zur erfolgreichen Implementierung digitaler Technologien in die Fertigung ist mit Herausforderungen gepflastert. Viele Initiativen scheitern, weil grundlegende Erfolgsfaktoren missachtet werden. Traditionelle Beschaffungs- und Bestellprozesse sind oft von Reibungsverlusten geprägt: manuelle Anfragen, zeitaufwendige Angebotserstellung, intransparente Produktionsprozesse. Digitale Geschäftsmodelle können diese Friktionen erheblich reduzieren:

- Time-to-Market verkürzen: Durch direkte digitale Anbindung von Kunden werden Anfragen automatisiert verarbeitet, Produktionen geplant und Lieferungen koordiniert – ohne Medienbrüche und Verzögerungen.
- Wettbewerbsfähigkeit durch Effizienz: Intelligente Ressourcensteuerung, energieoptimierte Produktion und vorausschauende Wartung senken Kosten. Eine smarte Fertigungsplanung optimiert Kapazitäten und reagiert flexibel auf Nachfrageschwankungen.
- Prozesskompetenz monetarisieren: Fertigungserkenntnisse können als architektonische Innovation auf neue Felder übertragen werden. Hersteller kön-

nen ihr Know-how über digitale Plattformen auch branchenfremden Kunden zugänglich machen.

- Digitale Vorteile aufbauen: Je stärker Systeme mit Kunden vernetzt sind, desto schwieriger wird ein Wechsel zu Wettbewerbern. Eine Software-Suite, über die Kunden direkt designen, bestellen und Produktionsfortschritte verfolgen, schafft signifikante Wechselkosten und kann zu einem Ökosystem ausgebaut werden.

Die kritischen Fehler bei digitalen Geschäftsmodellen

Doch auch die besten digitalen Strategien scheitern, wenn sie an entscheidenden Stellen falsch aufgesetzt sind. Die folgenden typischen Fehler zeigen, worauf es besonders ankommt – und wie man sie vermeidet.

1. Fehlende Wertschöpfung für alle Beteiligten

Viele Hersteller entwickeln Plattformen mit Fokus auf eigene Bedürfnisse, vergessen aber, allen Beteiligten klaren Mehrwert zu bieten. Eine Plattform, die nur Preisdruck erzeugt, wird keine kritische Masse erreichen und auch niemals über eine erste Phase hinauswachsen.

Was ist zu tun? Entwickeln Sie mit einem Multi-Stakeholder-Ansatz. Analysieren Sie Schmerzpunkte aller Beteiligten und stellen Sie quantifizierbaren Nutzen sicher. Eine erfolgreiche Plattform könnte Kunden 30 % schnellere Lieferzeiten bieten, 80 % der Zeit für die Supplier-Auswahl sparen, aber auch Herstellern 20 % bessere Auslastung und Zulieferern 50 % mehr potenzielle Aufträge bieten. Plattformen leben davon, dass beide Seiten profitieren – sonst funktioniert das Prinzip nicht.

2. Unterschätzung der Netzwerkeffekte

Kunden nutzen Plattformen nur bei einer ausreichenden Anzahl von Herstellern; Hersteller investieren nur bei genügend Nachfrage. Dieses Henne-Ei-Problem führt häufig zu schleppenden Starts.

Was ist zu tun? Beginnen Sie fokussiert. Statt einer universellen Plattform konzentrieren Sie sich auf eine Nische – etwa Präzisionsteile für Medizintechnik. Nutzen Sie bestehende Kundenbeziehungen als Startpunkt und bringen Sie Partner an Bord, mit denen Sie bereits zusammenarbeiten. Bilden Sie einen Cluster!

3. Mangelnde Datenintegration

Produktionsdaten, aber auch andere Betriebsdaten liegen fragmentiert vor (oder oft gar nicht): ERP, MES, CAD, Qualitätssicherung – jedes System spricht seine eigene Sprache. Ohne standardisierte Schnittstellen bleibt die Plattform isoliert; diese Standardisierung sollte über Firmen hinweg funktionieren. So können Echtzeitdaten über Kapazitäten, Produktionsfortschritt und Qualität neue Geschäftsmodelle ermöglichen, aber auch neue Funktionen freischalten – etwa Predictive Maintenance und dynamische Preise abhängig von der Auslastung.

Was ist zu tun? Investieren Sie in solide Datenarchitektur. Nutzen Sie die Industriestandards oder definieren Sie gemeinsame Standards mit Partnern. Wichtig – implementieren Sie Data Governance, die klärt, welche Daten mit wem geteilt werden. Nur auf Basis zuverlässiger Daten realisieren Sie den Mehrwert digitaler Geschäftsmodelle. Doch dies bedeutet auch, Daten zu teilen (was vielen schwerfällt).

4. Unterschätzung der Komplexität

Die Fertigung ist durch eine hohe Komplexität geprägt. Jeder Auftrag hat unterschiedliche Anforderungen. Materialien variieren, Qualitätsstandards differieren. Dies kann problematisch sein, bietet aber auch die große Chance, etwas aufzubauen, das sich klar abgrenzen kann. Oft entstehen sogar digitale Geschäftsmodelle, weil die Plattformintegration etablierte Abläufe fundamental verändert. Anstelle linearer Ketten entstehen vernetzte Ökosysteme. Die Produktionsplanung muss dynamisch werden und die Fertigungssteuerung auf automatisierte Auftragszuteilung reagieren.

Was ist zu tun? Analysieren Sie Ihre Prozesse und identifizieren Sie Bereiche, die sich standardisieren lassen. Entwickeln Sie darauf aufbauend modulare Prozessbausteine, die flexibel kombiniert werden können. Implementieren Sie diese schrittweise: Starten Sie mit einfacheren Produktkategorien und erweitern Sie anschließend sukzessive.

5. Vernachlässigung der Benutzerfreundlichkeit

Viele digitale Geschäftsmodelle scheitern, weil sie technisch brillant, aber für Anwender umständlich sind. Auch B2B-Nutzer erwarten heute Consumer Grade Usability.

Was ist zu tun? Investieren Sie in professionelles UX/UI-Design. Führen Sie Usability-Tests mit echten Anwendern durch. Optimieren Sie für die häufigsten Anwendungsfälle. Bieten Sie verschiedene Zugangswege: eine vereinfachte Oberfläche für Standardaufträge, erwei-

Praktische Schritte zur Implementierung

- **Phase 1 – Fundament entdecken:** Bewerten Sie Ihre (digitale) Reife. Welche Daten stehen zur Verfügung? Welche strategischen Vorteile gibt es? Welche „Ressourcen“ gibt es überhaupt? Aber auch: Wo liegen die größten Schmerzpunkte der Kunden? Mit Hilfe von diesen identifizieren Sie meist konkrete Use Cases mit messbarem Business Value.
- **Phase 2 – Konzeption:** Wenn etwas gefunden wurde – entwickeln Sie ein klares Wertversprechen für ALLE Stakeholder. Definieren Sie (Daten-)Integration und technische oder prozessuale Architektur. Entwerfen Sie ein bis zwei Geschäftsmodelle und denken Sie an eine realistische Monetarisierung.
- **Phase 3 – Pilot:** Starten Sie mit einem MVP – dieser kann auch manuell sein. Testen Sie mit Early Adopters, den Firmen, die offen für Neues sind. Sammeln Sie Feedback und iterieren Sie schnell.
- **Phase 4 – Skalierung:** Erweitern Sie schrittweise – bauen Sie eine Roadmap mit konkreten Bedürfnissen auf. Investieren Sie in Marketing und Community-Building. Öffnen Sie sich für Partner und schaffen Sie ein Ökosystem.
- **Phase 5 – Transformation:** Die Lösung wird langsam zentral für Ihre zukünftige Geschäftsstrategie. Organisationsstrukturen werden angepasst und neue Geschäftsmodelle werden entwickelt und ausgebaut.

terte Optionen für Power-User und APIs für die Systemintegration.

6. Unklare Monetarisierungsstrategie

Wer zahlt wofür? Im Fertigungskontext gibt es verschiedene Ansätze: transaktionsbasierte Provisionen, Abonnements für Premium-Features, Gebühren für Services, eine beschleunigte Produktion oder die Monetarisierung von Daten.

Was ist zu tun? Entwickeln Sie ein hybrides Modell, das verschiedene Wertkomponenten anspricht, aber monetarisieren Sie nicht zu früh. Bieten Sie den Nutzern zunächst einen Mehrwert und monetarisieren Sie erst später. Dies kann dabei helfen, die Einführung zu beschleunigen, denn eine zu frühe Monetarisierung kann digitale Geschäftsmodelle ersticken.

7. Mangelndes Vertrauen

In der Fertigung werden sensible Daten geteilt: Produktdesigns, Fertigungsparameter, Preise. Ohne Vertrauen und robuste Sicherheit werden Unternehmen zögern.

Was ist zu tun? Etablieren Sie klare Governance-Strukturen und Transparenz über Datennutzung. Implementieren Sie Verschlüsselung, Zugriffskontrollen und Audit Trails. Erwägen Sie neutrale Betreibermodelle durch Konsortien. Schaffen Sie vertragliche Absicherungen und holen Sie Zertifizierungen ein (zum Beispiel ISO 27001, TISAX).

8. Fehlende langfristige Vision

Viele digitale Geschäftsmodelle verlieren an Schwung, weil ihnen eine klare Vision für ihre Weiterentwicklung fehlt. Zwar werden Features reaktiv hinzugefügt, eine strategische Richtung fehlt jedoch. Daher sollte immer

größer gedacht werden. Erfolgreiche Plattformen entwickeln sich möglicherweise zu Ökosystemen. Sie integrieren nicht nur Hersteller und Kunden, sondern auch Zulieferer, Logistikpartner und Finanzierungsanbieter. Sie bieten offene Schnittstellen für Drittanbieter und ermöglichen so ein lebendiges Partnernetzwerk. Entsprechend sollte auch eine große Vision entwickelt werden.

Was ist zu tun? Entwickeln Sie eine langfristige Vision. Wo soll das digitale Geschäftsmodell in drei bis fünf Jahren stehen? Erstellen Sie eine technologische, aber auch eine nutzerzentrierte Roadmap.

Digitale Manufacturing-Cluster: Die nächste Evolution

Eine vielversprechende Entwicklung sind digitale Manufacturing-Cluster. Dabei bündeln mehrere Produzenten ihre Kapazitäten und Fähigkeiten, gehen gemeinsam in den Markt und bieten über eine einheitliche Plattform Zugang zu einem breiten Portfolio. Mit solchen digitalen Clustern gibt es besseren Schutz gegen Markteintritte, geteilte Investitionslasten, komplementäre Fähigkeiten (von der Blechbearbeitung bis zur Montage) und mehr Flexibilität bei Kapazitätsengpässen. Solche Cluster erfordern jedoch hohes Vertrauen und eine klare Governance, bieten aber signifikante Wettbewerbsvorteile.

Die Zukunft ist digital und vernetzt

Die Fertigungsindustrie steht vor grundlegender Transformation. Unternehmen, die auf traditionelle, isolierte Geschäftsmodelle setzen, geraten unter Druck. Die Zukunft gehört jenen, die Daten neu denken und intelligent nutzen, digitale Plattformen und Geschäftsmodelle aufbauen und sich eventuell zu vernetzten Ökosystemen entwickeln. ■

Anzeige

Lernfabrik und Lernlabor

Trainieren. Transformieren. Triumphieren.

Modernste Kompetenzen für Industrie 4.0, IoT, KI & Robotik

Modulares, praxisnahes Training: Heute lernen. Morgen führen. Übermorgen prägen.

<https://lswi.de/industrial-transformation-lab>

 **Industrial
Transformation Lab**
intralab-potsdam.de

Rendite statt jahrelanger Rollouts

Chefsache IT: Software in der Fertigung neu denken

Alle reden über Resilienz, Flexibilität und KI – doch auf dem Shopfloor wird oft noch mit Excel gearbeitet. Es gibt vielerorts noch IT-Flickenteppiche mit isolierten Anwendungen, manuellen Workarounds und Medienbrüchen.



© FORCAM

Das ist keine technische, sondern eine strategische Herausforderung: Veraltete IT-Architekturen mit monolithischen Strukturen und jahrelangen Roll-out-Prozessen sind zum Risikofaktor geworden.

Wertschöpfung beginnt an der Maschine

Volatile Märkte, fragile Lieferketten und geopolitische Risiken zwingen zu neuem Denken. Wertschöpfung findet in der Fertigung statt. Fertigung muss robuster und anpassungsfähiger werden. Das beginnt nicht im Management, sondern an der Maschine. Dabei hapert es nicht an der Bereitschaft, neue Software und Apps wie Künstliche Intelligenz einzusetzen. Laut Information Services Group sind die Investitionen in KI-Anwendungen um mehr als 300 % gestiegen. Jedoch erreichen nur 22 % der Unternehmen damit einen Return on Invest, nur 3 % erhöhen ihre Ausgaben für die Weiterbildung im Bereich KI. Zwischen Wollen und Können klafft noch eine große Lücke.

IT-Architektur als lebendiges System komponieren

Die Zukunft gehört offenen und anpassungsfähigen IT-Architekturen, die sich wie ein lebendiges System weiterentwickeln lassen. Analysten von Gartner prägten dafür vor Jahren den Begriff „Composability“. Die Technologien dafür gibt es bereits: Microservices, Containerisierung und Kubernetes ermöglichen flexiblere IT-Architekturen als je zuvor. Apps auf Basis dieser Technologien sind einfach integrierbar und flexibel nutzbar, von der Maschinenanbindung über die Qualitätsprüfung bis zu KI-Anwendungen.

Maschinenanbindung – ein strategischer Erfolgsfaktor

Es stimmt: „Jedes Unternehmen ist ein Softwareunternehmen“, beschreiben Strategen wie Satya Nadella von Microsoft oder Christian Klein von SAP die Herausforderung. Viele Unternehmen haben das erkannt und IT- und Datenmanagement auf Chefebene gehoben. Jetzt gilt es in der Fertigungsindustrie zu verstehen, dass wirklich zukunftssichere Entscheidungen nur auf Basis präziser und aktueller Daten aus der Fertigung möglich sind. Vom Shopfloor zum Topfloor: Eine saubere digitale Maschinenanbindung ist zum erfolgskritischen Faktor geworden. Die Heterogenität von unterschiedlichen Herstellern, Generationen und Protokollen „unten“ muss beherrscht werden, damit „oben“ die richtigen Weichen gestellt werden können.

Survival of the fittest factory IT

Moderne Fabrik-IT sollte komponiert werden als ein anpassungsfähiges System. Die Zukunft gehört offenen Architekturen, die sich durch flexible Bausteine leicht verändern und weiterentwickeln lassen. Survival of the fittest factory IT. Am Ende geht es nicht um IT. Es geht um Verfügbarkeit, Qualität, Lieferfähigkeit, Profitabilität und Rendite. Deshalb ist IT heute Chefsache. ■

Europas digitale Zukunft braucht Vertrauen.

bitmi
Bundesverband
IT-Mittelstand e.V.

Klare Standards für Datenschutz, Sicherheit und Qualität

FÜR EINE STARKE DIGITALE ZUKUNFT EUROPAS!

Der **Bundesverband IT-Mittelstand e. V. (BITMi)** setzt ein starkes Zeichen für Europas **Digitale Souveränität**. Die Gütesiegel **Software Made in Europe** und **Software Hosted in Europe** zeichnen europäische Software-Hersteller aus, die höchste Anforderungen an Datenschutz, Sicherheit und Qualität erfüllen.



Warum diese Gütesiegel entscheidend sind für Sie:

- Schutz sensibler Daten nach EU-Recht
- Beitrag zu einer unabhängigen digitalen Infrastruktur
- Stärkung von Vertrauen und Transparenz
- Förderung europäischer Anbieter und Innovationen



” **Technologische Souveränität ist entscheidend für Europas Wettbewerbsfähigkeit.**

Dr. Oliver Grün | Präsident BITMi



Verantwortlich für den Inhalt:
Bundesverband IT-Mittelstand e.V.



Digitale Souveränität Made in Europe



SOFTWARE MADE IN EUROPE



Gütesiegel für Software, die direkt hier in Europa entworfen und entwickelt wurde.

SOFTWARE HOSTED IN EUROPE



Gütesiegel für Lösungen, bei denen Daten und Dienste innerhalb der europäischen Grenzen bleiben.



**SOUVERÄNE SOFTWARE.
KLAR ERKENNBAR
GEKENNZEICHNET.**

Mehr Vertrauen.
Mehr Transparenz.
Mehr Digitale Souveränität.

Zwei starke Siegel
für Ihr Marketing.

**Jetzt informieren
und beantragen auf:**

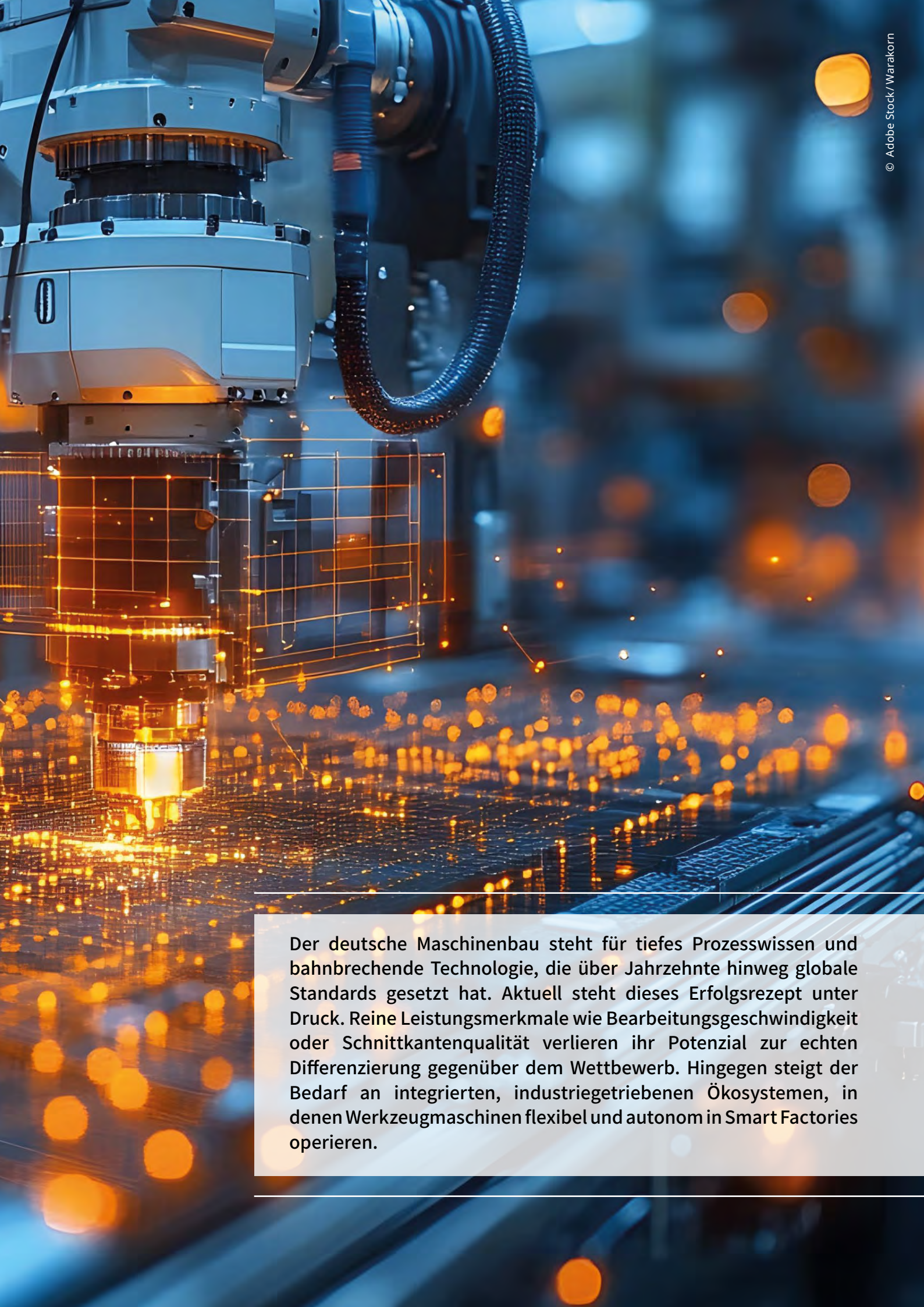
 **bitmi.de**



Tom Körner, Steffen Wagenmann, Holger Röder und Arun Anandasivam

Neue Technologien erfordern neue digitale Geschäftsmodelle

Vom Investitionsgut zum dynamischen Produktions-Asset



Der deutsche Maschinenbau steht für tiefes Prozesswissen und bahnbrechende Technologie, die über Jahrzehnte hinweg globale Standards gesetzt hat. Aktuell steht dieses Erfolgsrezept unter Druck. Reine Leistungsmerkmale wie Bearbeitungsgeschwindigkeit oder Schnittkantenqualität verlieren ihr Potenzial zur echten Differenzierung gegenüber dem Wettbewerb. Hingegen steigt der Bedarf an integrierten, industriegetriebenen Ökosystemen, in denen Werkzeugmaschinen flexibel und autonom in Smart Factories operieren.



Bild 1: Smart Factory © TRUMPF Gruppe

Im Zeitalter von Industrie 4.0 [1] und angesichts der jüngsten Fortschritte in Informations- und Kommunikationstechnologien, Künstlicher Intelligenz und Cyber-Physischen Systemen (CPS) ist die technologische Basis für den Beginn einer nächsten S-Kurve weitgehend etabliert. Die horizontale und vertikale Vernetzung von Werkzeugmaschinen und Softwareprodukten ist Wegbereiter für wandlungsfähige, selbstoptimierende und ressourceneffiziente Produktionssysteme [2].

Die eigentliche Revolution findet dabei nicht mehr nur in der Hardware statt. Es ist die Art und Weise, wie industrielle Leistungen erbracht werden. Klassische, CAPEX-basierte Geschäftsmodelle müssen sich Systemen, die zunehmend autonom agieren, anpassen, um den Wandel vom reinen Hardware-Lieferanten zum Performance-Partner aktiv mitzugestalten [3].

Der Aufbruch: Von der Automatisierung zur Autonomie

Zur Maximierung der Overall Equipment Effectiveness (OEE) werden heutzutage technische Systeme durch Automatisierungslösungen verkettet [4]. Dieses Verständnis der Verkettung erweitert sich zunehmend, und der Fokus verschiebt sich hin zur Autonomieorientierung. Wesentliche Treiber sind der Bedarf nach Flexibilität und die abnehmende Verfügbarkeit gut ausgebildeter Maschinenbediener [5]. (Teil-)Autonome Maschinen führen hierbei nicht mehr nur Befehle aus, sondern überwachen und steuern ihre Abläufe zunehmend eigenständig [6].

Ein zentraler Baustein für diese Selbstoptimierung ist die selbstständige Überwachung und Steuerung von Abläufen auf der Maschine. Durch Echtzeit-Sensordaten

erkennen Systeme proaktiv Abweichungen und ermöglichen eine vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance). Da sich die Maschine meldet, bevor ein Fehler kritisch wird, sinken ungeplante Stillstände um bis zu 50 %, und auch der personelle Überwachungsaufwand wird drastisch reduziert [7]. Predictive Maintenance stellt dabei einen ersten Reifegrad dar. In weiterentwickelten Systemen fließen diese Erkenntnisse direkt in die Prozesssteuerung ein. So reagieren Maschinen selbstständig auf wechselnde Betriebszustände oder Produktvarianten – etwa indem sie Bearbeitungsparameter automatisch anpassen, um Qualitätsabweichungen zu vermeiden. Diese softwarebasierte Anpassungsfähigkeit ermöglicht es, komplexe Fertigungsschritte flexibel und ohne Zeitverlust umzusetzen und schafft damit einen messbaren Wettbewerbsvorteil.

Während diese Formen der Autonomie auf Ebene einzelner Maschinen erhebliche Effizienzgewinne ermöglichen, stoßen sie an ihre Grenzen, sobald verkettete Anlagen, Produktionslinien oder ganze Fabriken betrachtet werden. Die Optimierung isolierter Maschinen genügt nicht mehr, wenn Produktionssysteme als Gesamtheit verstanden, analysiert und gesteuert werden sollen [8]. Autonomie wird damit zu einer systemischen Eigenschaft, die das koordinierte Zusammenwirken mehrerer autonomer Einheiten erfordert.

Das kooperative Ökosystem: Wie autonome Systeme profitieren

Autonome Systeme entfalten ihr Potenzial erst durch den Zugriff auf und die Nutzung von Daten. Diese Daten entstehen jedoch verteilt: in vielen Maschinen, von unterschiedlichen Herstellern und häufig in getrennten IT- und OT-Welten. Damit Autonomie über einzelne Systeme hinaus wirksam werden kann, müssen diese heterogenen Datenquellen zusammengeführt, semantisch verstanden und koordiniert nutzbar gemacht werden [9], [10], [11].

Maschinen können somit nicht mehr nur reagieren, sondern koordiniert planen, priorisieren und optimieren. Für autonome Systeme ist dies jedoch nur der erste Schritt. Entscheidend ist nicht allein die Erfassung von Zuständen, sondern deren Einordnung in einen systemweiten Kontext: Welche Fähigkeiten stehen aktuell zur Verfügung? Welche Restriktionen gelten? Welche Alternativen existieren im Netzwerk? Ohne ein gemeinsames semantisches Verständnis bleiben diese Fragen unbeantwortet. Erst wenn Maschinen ihre Fähigkeiten, Zustände und Services in einer einheitlichen Sprache beschreiben und austauschen können, werden sie zu echten Teilnehmern plattformbasierter Ökosysteme. Die technische Grundlage dafür ist die semantische Interoperabilität – also ein gemeinsames Verständnis von Daten –, kombiniert mit standardisierten Schnitt-

stellen, über die Informationen zuverlässig, sicher und herstellerunabhängig fließen. Genau hier gewinnen Standards wie OPC UA und die Verwaltungsschale zunehmend an Bedeutung [12], [13].

OPC UA lässt sich dabei als „Nervensystem“ moderner Industriekommunikation verstehen: Die Open Platform Communications Unified Architecture ist längst mehr als ein reines Übertragungsprotokoll. Sie bildet eine Kommunikations- und Serviceschicht, die den sicheren Datenaustausch über System- und Herstellergrenzen hinweg ermöglicht – unabhängig vom Betriebssystem. Ihren besonderen Wert entfaltet OPC UA durch Companion Specifications, die Daten nicht nur transportieren, sondern auch in einen fachlichen Kontext setzen, etwa für Werkzeugmaschinen (z. B. OPC 40001). So wird aus Datenaustausch tatsächlich verständliche Kommunikation [14].

Ergänzend dazu schafft die Verwaltungsschale (Asset Administration Shell, AAS) die Basis für die durchgängige digitale Repräsentation industrieller Assets [15]. Als standardisiertes digitales Abbild – häufig als Digitaler Zwilling bezeichnet – bündelt sie Informationen über den gesamten Lebenszyklus einer Komponente und wird als Mechanismus zur Selbstbeschreibung zu einem zentralen Baustein verteilter Autonomie, indem sie autonomen Systemen ermöglicht, eigene und fremde Fähigkeiten in einem gemeinsamen Entscheidungsrahmen zu interpretieren und koordiniert zu handeln [16].

Neuausrichtung der Geschäftsmodelle und Ressourcen

Wenn Daten, Fähigkeiten und Services über Standards wie OPC UA und AAS interoperabel werden, entstehen erstmals durchgängige, herstellerübergreifende Prozessketten. Damit wird Vernetzung vom IT-Projekt zur strategischen Voraussetzung für den Unternehmenserfolg. Diese technische Anschlussfähigkeit ist kein Selbstzweck: Sie verschiebt die Logik der Wertschöpfung. Wer digitale Schnittstellen kontrolliert, bestimmt künftig, wie Märkte funktionieren.

Gerade im Werkzeugmaschinenmarkt verstärkt diese Entwicklung bestehende Spannungen. Die Branche leidet unter struktureller Defizitlage, während zugleich hohe Stückzahlen bei wenigen globalen Anbietern starke Skaleneffekte erzeugen: Fixkosten lassen sich dort deutlich besser verteilen als bei mittelständischen Herstellern. Paradox ist, dass der Markt gleichzeitig konsolidiert und heterogener wird. Zwar ist eine Konzentration auf wenige große Plattformakteure zu erwarten, zugleich entstehen immer mehr spezialisierte Nischenanbieter, Integratoren und Softwareunternehmen, die über digitale Geschäftsmodelle neue Eintrittspunkte finden [17].

Auswirkungen auf die Beziehung zum Kunden

Für Maschinenbauer und ihre Kunden bedeutet das: Es genügt nicht mehr, nur die „großen drei“ Kunden oder OEMs zu bedienen. Digitale Geschäftsmodelle leben von Vielfalt – von vielen kleinen und mittleren Kunden, die über standardisierte Schnittstellen angebunden werden. Gerade diese Heterogenität macht APIs, Datenbereitstellung, Integrationsfähigkeit und modulare Softwarearchitekturen zu kritischen Erfolgsfaktoren. Wer dies heute durch sein Portfolio abdecken kann, ist Teil des digitalen Ökosystems seiner Kunden.

Noch ist offen, wer dieses Rennen gewinnt. Drei Szenarien konkurrieren miteinander:

- Werkzeugmaschinenhersteller, denen es gelingt, sich konsequent zu digitalisieren und ihre Maschinen zu Plattformen auszubauen,
- Digitalkonzerne und Softwarefirmen, die in den Maschinenbau vordringen und die Kundenschnittstelle übernehmen,
- einzelne Großanbieter, die – zumindest derzeit – kaum Ambitionen zeigen, diese neue Rolle einzunehmen.

Traditionell basieren Geschäftsbeziehungen auf persönlichen Kontakten zwischen Anbietern und Kunden. Bei digitalen Geschäftsmodellen mit autonomen Systemen wandelt sich dies grundlegend: Systeme kommunizieren direkt miteinander. Das Ziel ist der Aufbau langfristiger Kundenbindung.

Auswirkungen auf Partnerschaften

Innovationen in der industriellen Automatisierung entstehen zunehmend durch Co-Kreation, bei der Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Maschinennutzer ihre Kompetenzen bündeln. Standards, Schnittstellen und Ökosysteme erlauben die Einbindung von Partnern, wo traditionell nur die Hersteller selbst aktiv werden konnten. Denn wenn die Daten und ihre Semantik offenliegen, können auch Partner damit arbeiten. In klug gewählten Partnerschaften liegt für Hersteller eine große Chance zur Skalierung. Diese branchenübergreifende Zusammenarbeit führt zu Lösungen, die weit über die Möglichkeiten einzelner Akteure hinausgehen und technologische Fortschritte präzise auf die Marktbedürfnisse zuschneiden [3].

Für autonome Systeme bedeutet dies eine neue Stufe der Resilienz: Meldet eine Maschine autonom Wartungsbedarf, werden Lieferanten und Partner automatisch informiert. Ohne manuelles Eingreifen können Ersatzkapazitäten aktiviert oder Auslastungen im gesamten Netzwerk proaktiv angepasst werden, was die Resilienz der gesamten Wertschöpfungskette steigert [5]. Dies

wird auch durch eine Bitkom-Studie aus dem Jahr 2025 bestätigt: 56 % der Unternehmen sehen im digitalen Datenaustausch einen klar positiven Effekt auf die Resilienz der deutschen Industrie [18].

Auswirkungen auf die Kostenstruktur und Monetarisierung

Bei autonomen Maschinen stehen potenziellen Gewinnen aus Mehrproduktivität die initialen Investitionen in Sensorik, Embedded Systems und die digitale Infrastruktur gegenüber. Nach der Implementierung sinken die Grenzkosten für die Datenverarbeitung und Zustandsabfragen jedoch deutlich. Der entscheidende Vorteil liegt in der Skalierbarkeit: Einmal digitalisierte Prozesse benötigen kein zusätzliches Personal für die Überwachung steigender Stückzahlen. Besonders in dynamischen Technologiefeldern wie der Robotik veraltet Hardware heute oft schneller, als ihre mechanische Lebensdauer vermuten ließe. Das stellt die Produktionswerke der Kunden vor neue Herausforderungen. Bisher war ein Produktionsleiter gewohnt, dass Maschinen 10–20 Jahre oder gar länger laufen. Die Lebensdauer für zukünftige industrielle Lösungen wird eher den Zeithorizont in Jahren statt Jahrzehnten umfassen.

Kontinuierliche Leistungssteigerungen erfordern flexible Nachrüstungen durch Software-Updates, neue KI-Module oder Sensor-Upgrades. Software läuft zunehmend in der Cloud und erzeugt kontinuierlich Kosten, die in den Herstellkosten von Maschinen berücksichtigt werden müssen oder durch neue Monetarisierungsmodelle, wie Subscriptions, abgebildet werden können. Diese laufenden Kosten für die Maschinenprodukte müssen vom Hersteller in der Kostenkalkulation detailliert berücksichtigt werden, um Fälle wie die Softwareobsoleszenz bei Smart Devices im Endkonsumentenmarkt zu vermeiden [19].

Dies macht **nutzungsbasierte Abrechnungsmodelle** zwingend notwendig:

- **Investitionshürden senken:** Kunden zahlen für die tatsächlich erbrachte Leistung (Pay-per-Part oder Pay-per-Use), anstatt hohe Anfangsinvestitionen zu tätigen.
- **Technologie-Refresh:** Technologische Fortschritte können ohne langwierige Abschreibungszyklen direkt in die Produktion integriert werden.
- **Risikoallokation:** Das Verfügbarkeitsrisiko wandert teilweise zum Hersteller zurück, was Anreize für eine höhere Systemzuverlässigkeit schafft.
- **Kostenallokation:** Laufende Software- und Cloudkosten werden adäquat verrechnet.

Diese Abrechnungsmodelle machen es aber notwendig, präzise Daten über die tatsächliche Inanspruchnahme der autonomen Systeme zu liefern und eine transparente, bedarfsgerechte Rechnungsstellung zu ermöglichen [20].

Pay-per-Part: Das Beispiel der Ergebnisorientierung

Ein anschauliches Modell für diesen Wandel ist Pay-per-Part [21]. Statt eine Maschine zu kaufen, erwirbt der Kunde ein garantiertes Produktionsergebnis und zahlt nur für jedes erfolgreich gefertigte Bauteil (Outcome-Orientierung). Das wirtschaftliche Risiko verlagert sich vom Kunden zurück zum Anbieter (OEM). Dieser Risikotransfer ist der primäre Treiber dafür, dass OEMs umfassende Betriebsdaten benötigen. Die Datenströme werden so vom Nebenprodukt zum Kern des Geschäftsmodells.

Weiterhin bilden digitale Dienstleistungen wie Remote Operations, Condition Monitoring oder Predictive Maintenance einen konstanten Dialog mit Kunden und Partnern im Ökosystem. Das schafft die notwendige Vertrauens- und Datenbasis für spätere, echte Outcome-Modelle und bildet eine Datengrundlage für autonome Systeme [22].

Strategische Empfehlungen

Für Unternehmen ergeben sich daraus klare strategische Leitlinien, die den Fokus konsequent auf den Kundennutzen verschieben: Technologie fungiert hierbei lediglich als Werkzeug, während der eigentliche Mehrwert in der vollumfänglichen „Sorgenfreiheit“ des Anwenders liegt. Dieser Wandel erfordert ein hohes Maß an Trans-

parenz, da erst die gemeinsame Nutzung von Echtzeitanalysen die notwendige Vertrauensbasis schafft, um Prozesse herstellerübergreifend zu optimieren. Damit einher geht eine radikale Neuausrichtung der Key Performance Indicators. Der Wert einer Werkzeugmaschine wird künftig so nicht mehr an der Anzahl verkaufter Komponenten gemessen, sondern an Kennzahlen wie Betriebszeit, tatsächlichem Output und dem direkten wirtschaftlichen Erfolg des Kunden.

Um in diesem globalen Ökosystem langfristig relevant zu bleiben, müssen Unternehmen zudem ihre Position an den digitalen Schnittstellen sichern, da Interoperabilität zur Grundvoraussetzung für die Marktfähigkeit wird. Nur wenn die Akteure der Branche diese Prinzipien verinnerlichen und gemeinsam agieren, lassen sich intelligenter und widerstandsfähigere Fertigungssysteme entwickeln, die den Anforderungen einer komplexen, sich ständig verändernden Welt gewachsen sind. ■

Literatur

- [1] J. Winter, A. Frey, and J. Biehler, 'Towards the Next Decade of Industrie 4.0 – Current State in Research and Adoption and Promising Development Paths from a German Perspective', *Sci*, vol. 4, no. 3, p. 31, Aug. 2022, doi: 10.3390/sci4030031.
- [2] S. Schumacher and D. Bauer, 'Autonome Produktion: Die Vision der vernetzten und selbstoptimierenden Fabrik', in *Handbuch Industrie 4.0*, T. Bauernhansl, Ed., Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2023, pp. 95–122. doi: 10.1007/978-3-662-58532-0_164.
- [3] M. Steven and L. Grandjean, 'Digitale Geschäftsmodelle für industrielle Produkt-Service-Systeme im Kontext von Industrie 4.0', in *Disruption und Transformation Management*, F. Keuper, M. Schomann, L. I. Sikora, and R. Wassef, Eds, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018, pp. 267–289. doi: 10.1007/978-3-658-19131-3_12.

Das komplette Literaturverzeichnis finden Sie auf www.factory-innovation.de/

Anzeige

ACHEMA2027

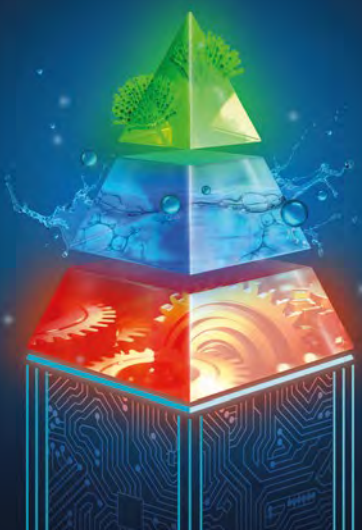
World Forum and Leading Show
for Life Science and Process Industries

14–18 June 2027

Frankfurt am Main, Germany

www.achema.de

**Become
an Exhibitor!**
Register now for
best placement.



Sichere GenAI im Praxiseinsatz beim kommunalen Entsorger

Wie interne KI Wissen, Prozesse und Entscheidungen beschleunigt

© ZAKB



Wie lässt sich generative KI produktiv einsetzen, ohne Datenschutz und Compliance zu riskieren? Der Zweckverband Abfallwirtschaft Kreis Bergstraße zeigt gemeinsam mit adesso, wie internes Wissen per KI-Chatbot sicher nutzbar wird. Die Lösung integriert bestehende Systeme, regelt Zugriffe rollenbasiert und wird zum zentralen Einstiegspunkt für Information und Entscheidungen – ein Praxisbeispiel für den kontrollierten Einsatz von GenAI in kritischen Organisationen.

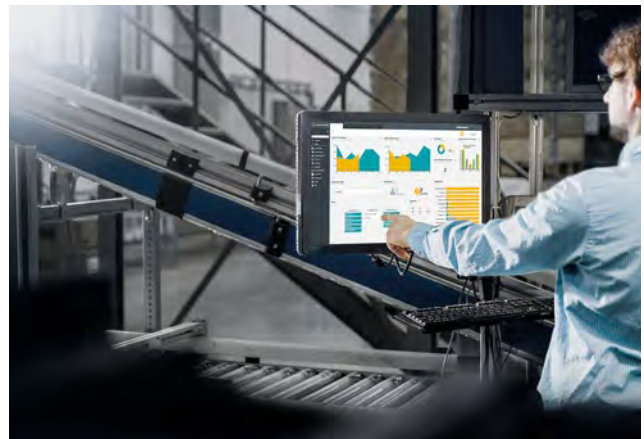
www.adesso.de

Liebherr-Werk Ehingen steigert Effizienz mit Jungheinrich

Erweiterte Automatisierung für Ersatzteillogistik und Kranproduktion

Das Liebherr-Werk Ehingen modernisiert seine automatisierte Logistik mit Jungheinrich: Bestehende Kommissionierplätze werden umgebaut, vier zusätzliche Goods-to-Person-Stationen integriert. Die Komplettlösung erhöht Kapazität, Ergonomie und Prozesssicherheit, optimiert Materialfluss und legt die Basis für zukunfts-sichere Ersatzteilversorgung und Kranproduktion.

www.jungheinrich.de

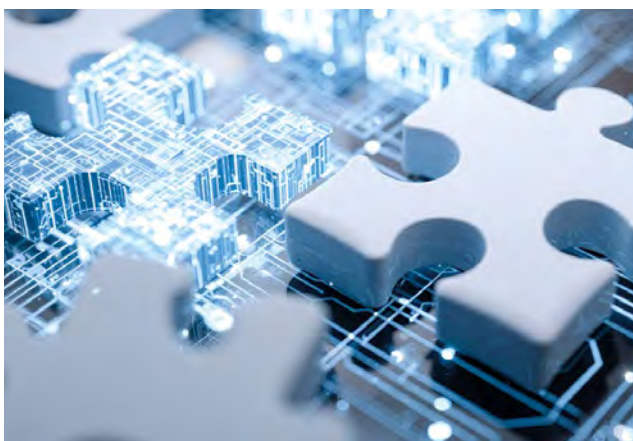


© Jungheinrich AG

BMW M migriert mit Unterstützung von Fujitsu auf S/4HANA

Lift-&-Shift-Ansatz verkürzt Projektlaufzeit deutlich

© Fujitsu



BMW M hat gemeinsam mit Fujitsu und SNP die Migration auf SAP S/4HANA realisiert. Im Mittelpunkt stand ein „Lift & Shift“-Ansatz, bei dem bestehende Systeme weitgehend übernommen und technisch modernisiert wurden. Dadurch konnte das Vorhaben rund vier Jahre früher als geplant umgesetzt und innerhalb von zwölf Monaten abgeschlossen werden. Ziel des Projekts war es, die IT-Landschaft zu vereinfachen und eine zukunfts-fähige digitale Basis zu schaffen.

www.global.fujitsu/de-de

LIVE

mmk

11+12 MÄRZ**MMK26****Bold Moves****@TUM****100+ Entscheider:innen**
auf 5 Bühnen**Industry meets Academia**
mit 1.500 Teilnehmenden**MMK Academy**
mit direktem Praxisbezug

GEA

e-on

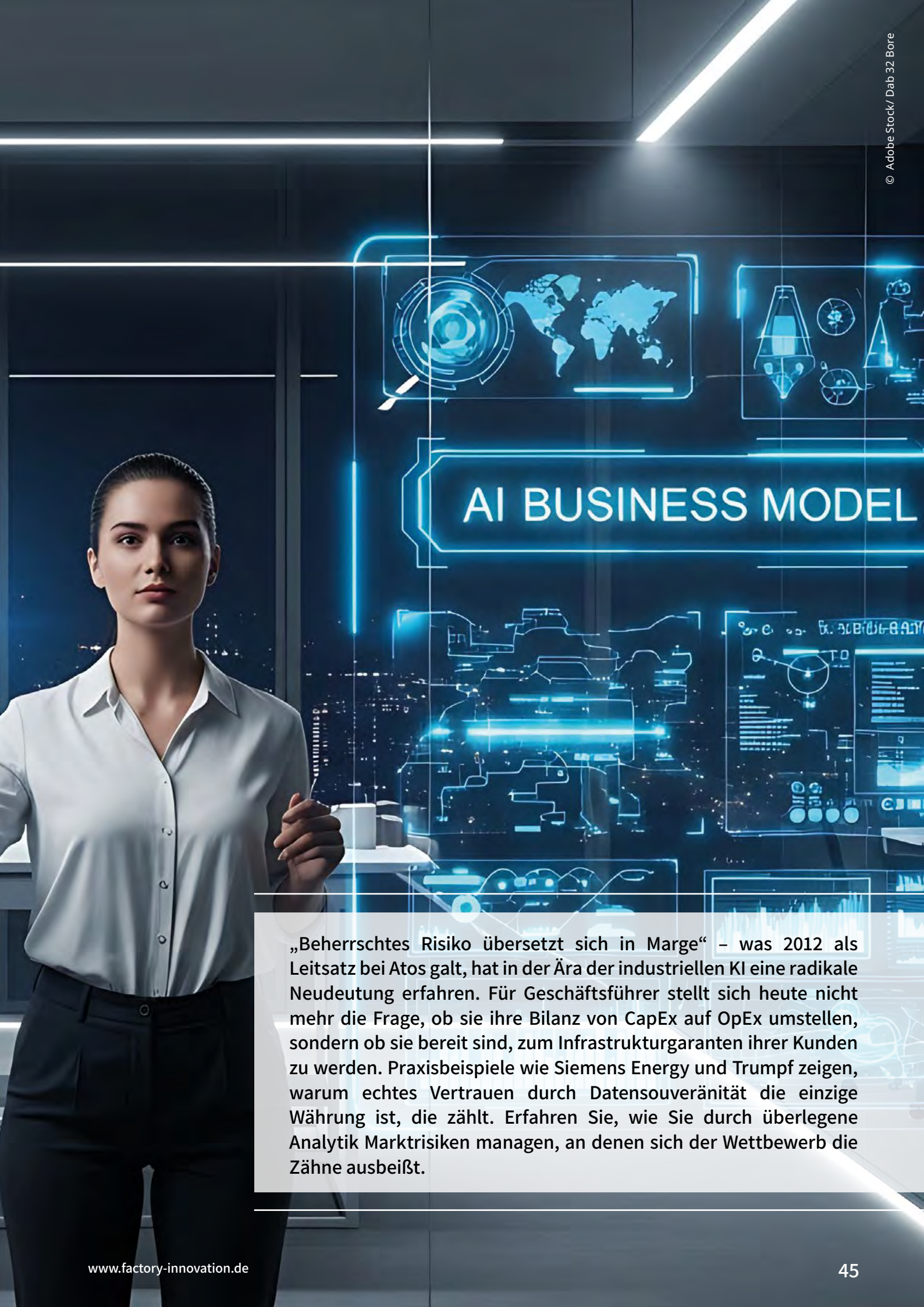
BMW
GROUP**Get
your
Ticket**

A futuristic office environment with a person's hand interacting with a large digital display. The display is overlaid with various blue digital graphics, including bar charts, line graphs, and network diagrams. The background shows a modern office interior with desks and chairs, all bathed in a cool blue light.

Boris Scharinger

KI und outcome-basierte Geschäftsmodelle

Überlegungen zu Erfolgsfaktoren und Fallbeispiele



AI BUSINESS MODEL

„Beherrschtes Risiko übersetzt sich in Marge“ – was 2012 als Leitsatz bei Atos galt, hat in der Ära der industriellen KI eine radikale Neudeutung erfahren. Für Geschäftsführer stellt sich heute nicht mehr die Frage, ob sie ihre Bilanz von CapEx auf OpEx umstellen, sondern ob sie bereit sind, zum Infrastrukturgaranten ihrer Kunden zu werden. Praxisbeispiele wie Siemens Energy und Trumpf zeigen, warum echtes Vertrauen durch Datensouveränität die einzige Währung ist, die zählt. Erfahren Sie, wie Sie durch überlegene Analytik Marktrisiken managen, an denen sich der Wettbewerb die Zähne ausbeißt.



Beherrschtes Risiko übersetzt sich in Marge.

(Thierry Breton, Atos-Vorstand, 2012)



Diese Aussage hängt mir noch nach. 2012 arbeitete ich beim deutsch-französischen IT-Dienstleister Atos, den Thierry Breton damals leitete. Monsieur Breton brachte damit ein wichtiges Prinzip der Serviceerbringung in der IT auf den Punkt. Lassen Sie mich Ihnen ein Beispiel aus der IT geben: Mit dem Hosting eines einfachen Servers war damals bereits kaum Geld zu verdienen – im IT-Commodity-Bereich lag die Spanne bei ca. 5 bis 8 %. Benötigte ein Kunde jedoch ein hochredundantes System, etwa für eine kritische Anwendung im Produktionsumfeld, mit einer hochverfügbaren Datenbank, über zwei auseinanderliegende Rechenzentren verteilt, mit Glasfaserleitungen synchron gehalten, dann war da geschäftlich Musik drin. Weil ein Kunde dadurch das Ausfallrisiko seiner Produktion deutlich reduzieren konnte.

Und jetzt? Heute sind die Rechenzentren und Services der Cloud-Hyperscaler derart ausfallsicher ausgelegt, dass sich für einen normalen IT-Dienstleister kaum noch Geld verdienen lässt – Atos ist dafür ein gutes Beispiel.

Turbinen-Output

Lassen Sie uns deduktiv weiterziehen: Siemens Energy vertreibt seit etlichen Jahren Turbinen outcome-basiert. Der durch eine massive IoT-Architektur unterfütterte Ansatz ermöglicht Siemens Energy, Turbinen auf Basis des aus Daten kondensierten Erfahrungswissens effizient zu betreiben. Effizient kann vieles bedeuten: Ein Kunde aus der Prozessindustrie nutzt die Abwärme seiner Anlage, um Strom zu erzeugen. Die Anlage wird nur einmal alle 24 Monate abgeschaltet, das Wartungsfenster ist vorgegeben.

Siemens Energy errechnet mit Digital-Twin-Technologie die „Remaining Useful Lifetime“ aller Verschleißteile und kann diese kosteneffizient im Wartungsfenster austauschen. Käme es zu einem unerwarteten Ausfall der Turbine, trägt Siemens Energy die Kosten der entgangenen Stromerzeugung.

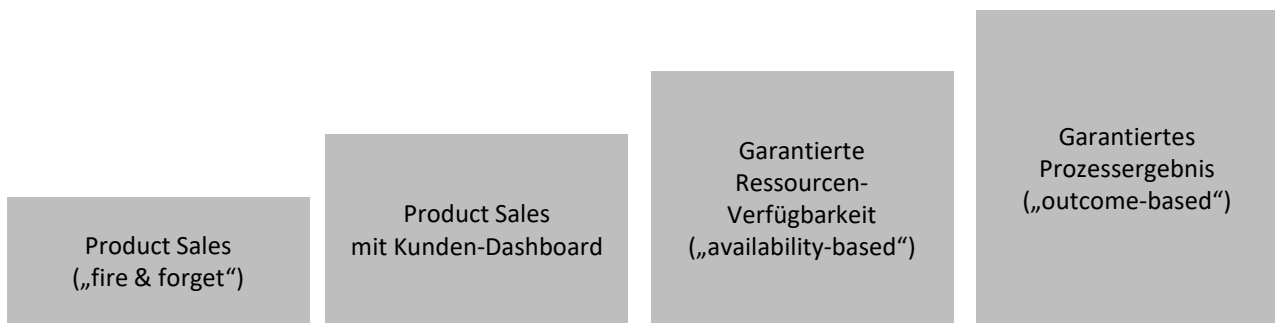
Pay-per-Part in der Metallbearbeitung

Die Firma Trumpf hatte sich im Bereich der Metallbearbeitungsmaschinen an ein outcome-basiertes Geschäftsmodell („Pay per Part“) gewagt. KI spielte hier insbesondere bei der Materialversorgung und -entnahme eine wichtige Rolle, denn ein wesentlicher Bestandteil des Wertversprechens war die Aussicht, die Maschinen im Zwei- oder Drei-Schicht-Betrieb mit minimaler Aufsicht laufen zu lassen. Die zweite Säule des Wertversprechens war die Umwandlung von Investitionsaufwand (CapEx) in variable, laufende Kosten (OpEx). Das Pay-per-Part-Modell konnte sich aus folgenden Gründen nicht am Markt etablieren:

1. Europäische Kunden verstehen, dass ein Geschäftsmodell mit Leasing- und Bankenbeteiligung die Anzahl der Parteien erhöht, die mitverdienen wollen. Mit anderen Worten: Wenn ich über Liquidität verfüge, ist eine Investition günstiger.
2. Der Vertrieb ist sich schnell einig, dass Kunden, die sich aus Liquiditätsgründen nur ein OpEx-Modell leisten können, keine bevorzugte Zielgruppe darstellen.
3. Aber vor allem: Das Hauptrisiko aus Kundensicht ist nicht die Maschinenstillstandszeit, sondern die Unterauslastung der Maschine. Dieses Risiko konnte jedoch im damaligen Setup nicht adressiert werden.

Um einem Kunden das Risiko der Maschinenunterauslastung abzunehmen, müsste Trumpf ein Auftrags-Brokering über Kunden hinweg etablieren – ungleich mehr Aufwand und Disruption. Sofort stoßen wir auf das kulturelle Bollwerk der Datensouveränität: Wer lässt sich schon gerne von seinem Maschinenlieferanten in die Auftragsbücher schauen?

An dieser Stelle trennt sich die Spreu vom Weizen: Nur wer echtes Vertrauen durch Datensicherheit (z. B. durch GAIA-X-Prinzipien, Confidential Computing oder Federated Learning) aufbaut, wird dieses Marktrisiko managen dürfen.



Relevanz von Daten — Margen-Aussicht — Risiko-Übernahme © Boris Scharinger

Die Lernkurve, die Trumpf durchlaufen hat, sowie die unternehmerischen Fähigkeiten, die sich Trumpf durch das Pay-per-Part-Projekt erworben hat, sind bemerkenswert und wertvoll. Für uns als Beobachter an der Seitenlinie ergibt sich daraus eine unmittelbare Handlungsempfehlung: Lassen Sie uns jeden Berater höflich vor die Tür setzen, der uns etwas von „CapEx-zu-OpEx-Umwandlung“ erzählt. Wie es sich schon zwischen den Zeilen andeutet: Das mag im angelsächsischen Kulturraum noch etwas auf andere Weise geschichtet sein, aber „CapEx zu OpEx“ reicht der europäischen Industrie als Wertversprechen nicht aus.

Der Service-Anbieter als Garant für die Infrastruktur

Ein weiteres interessantes Beispiel für Kunden-Risiko-Minimierung ist der Rhein-Ruhr-Express (RRX): Dieses Vorhaben zielt darauf ab, den Regionalverkehr auf der zentralen Strecke des Ruhrgebiets und des südlichen Rheinlands, von Dortmund über Essen, Duisburg und Düsseldorf bis nach Köln, durch höhere Taktfrequenzen und eine gesteigerte Beförderungskapazität zu optimieren. RRX ist tatsächlich outcome-basiert ausgeschrieben und beauftragt worden.

Vereinfacht gesprochen ist die Leistung „garantiertes bewegtes Passagiervolumen zwischen Städten zu bestimmten Zeiten“. Wie viele Zugwaggons dazu notwendig sind, wie viele durch ungeplante Wartung ausfallen und – im Eisenbahnverkehr ein „beliebtes“ Problem – wie viel Verspätung durch nicht sauber schließende Türen entsteht: All das sind Risiken, die der Service-Anbieter Siemens trägt. Siemens hatte seit vielen Jahren in den Aufbau der Datendrehscheibe und Analytics-Plattform RAILIGENT investiert und vereint dort analytisch Sensordaten zur Gleisbeschaffenheit und zum Zustand der Zugkomponenten mit Wetterdaten und Passagiervolumen. Damit übernimmt Siemens ein Risiko, das ein kommunaler Zweckverband niemals beherrschen kann. Ein Zweckverband hat schlicht keine KI-Abteilung, die neuronale Netze für Türyklen trainiert.

Der Service-Anbieter wird zum Infrastruktur-Garanten. Das ist die höchste Stufe der KI: die Übernahme von systemischem Risiko durch überlegene Analytik.

Fleet Learning ist entscheidend für die Geschäftsgrundlage

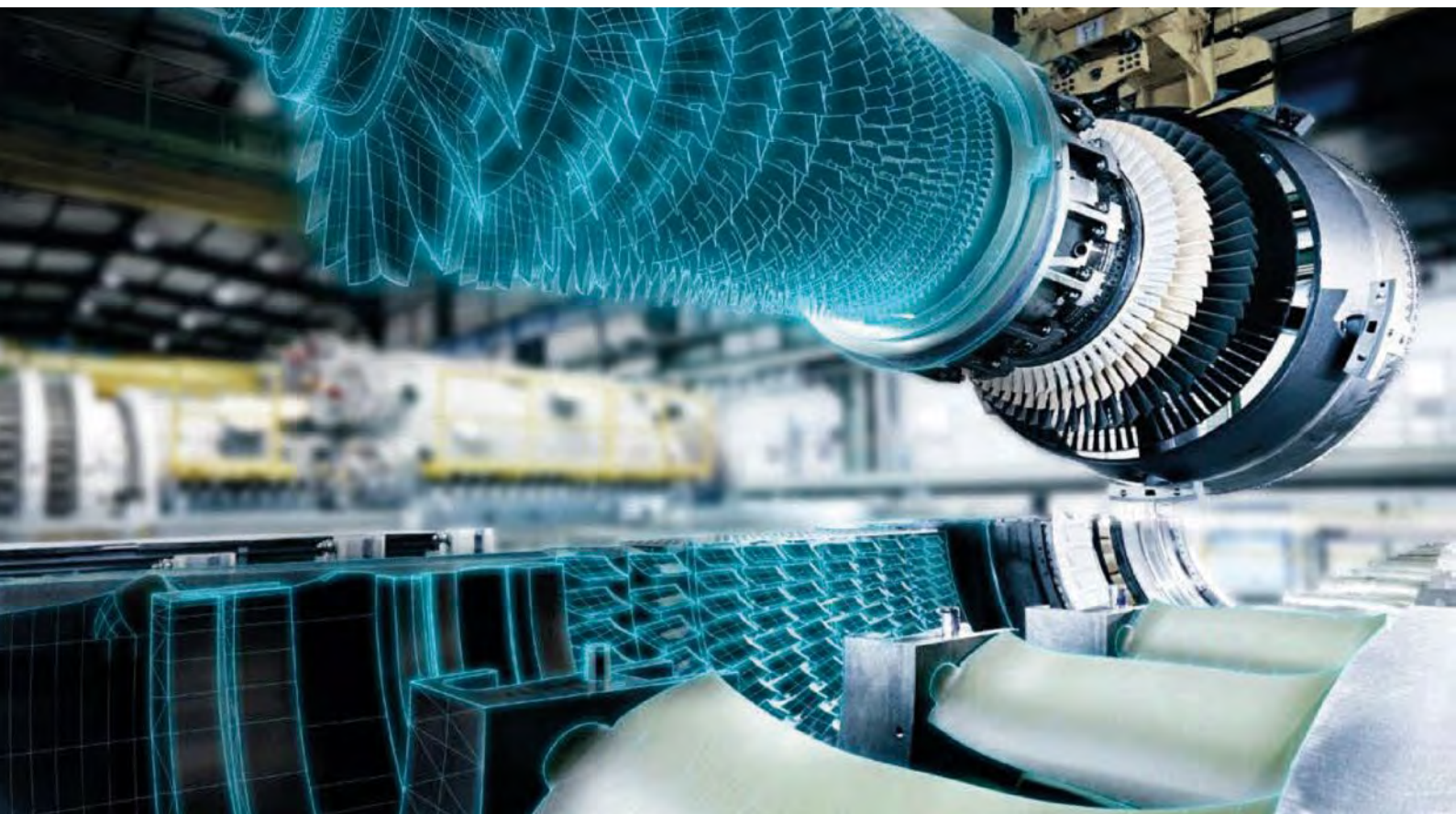
„Ein Risiko besser managen, als ein Kunde es jemals könnte.“ Das ist ein großer Hund, der hier begraben liegt. Stellen wir uns kurz ein junges, dynamisches Start-up vor. Ausgestattet mit dem Neuesten an Algorithmik und gewürzt mit einem, sagen wir, Maschinenbauhintergrund, entwickelt das Start-up im Labor einen Ansatz für das effiziente Monitoring eines Antriebsstrangs. Mangels eigener KI-Teams interessieren sich recht bald erste Kunden im Maschinenbau für das Start-up.

Die Vertragskonditionen, auf die sich das Start-up zähneknirschend einlässt, verhindern, dass Daten oder Aspekte des KI-Modells im Kontext eines anderen Maschinenbaukunden verwendet werden.

Das sogenannte „Fleet Learning“, also die Entwicklung von Modellen kundenübergreifend über einen größeren Maschinenpark hinweg, findet nicht statt. Was der Einkauf und der Informationssicherheitsverantwortliche als Verhandlungserfolg feiern, sorgt effektiv dafür, dass dem Start-up die Geschäftsgrundlage entzogen wird, jemals outcome-basiert zu arbeiten. Eine alternative Strategie als Tool-Anbieter lebt vom Integrationsnutzen einer Plattform und von einer gewissen Universalität. Klappt auch das nicht, fällt das Start-up zurück auf die Rolle eines Software-Entwicklers oder -Integrators mit KI-Skills, und jede Aussicht auf Skalierung über das Projektgeschäft hinweg löst sich in Luft auf.

Auch KI kann versichert werden

Natürlich stellt sich für einen Kunden, der das eigene Risiko auf die Schultern eines Start-ups abwälzt, sofort die Frage der Partner-Fragilität: Tritt das Risiko ein, kann



Digital-Twin-Visualisierung einer Turbine © Siemens AG

man sich ja nur dann schadlos halten, wenn der risikotragende Partner in der Lage ist, die Kompensationsleistung zu erbringen. Bilanziell führen entsprechende Rückstellungen, die schlicht zur Basis des Geschäftsmodells gehören, zu erheblichen Belastungen für ein junges Unternehmen.

In diesem Zusammenhang möchte ich Sie auf MunichRe aufmerksam machen (nein, ich bekomme leider keine Provision), das mit Insure AI ein Rückversicherungsange-

bot aufgelegt hat, um outcome-basierte Geschäftsmodelle, die unter einem Performance-Einbruch der KI leiden, abzusichern. Für junge Unternehmen führt die Nutzung dieser Rückversicherung zu einer Reduktion der Rückstellungen. Auch für etablierte Unternehmen von outcome-basierten Geschäftsmodellen kann die Auseinandersetzung mit Insure AI sinnvoll sein, schon allein, weil die Prüfung des Risikoprofils der eigenen KI-basierten Lösung durch eine Versicherung aufschlussreich für das eigene Risikomanagement ist.

Outcome-basierte Geschäftsmodelle

Outcome-basierte Geschäftsmodelle zielen darauf ab, dass ein Dienstleister seinem Kunden das Ergebnis eines Prozesses schuldet und nicht etwa die Werkzeuge für die Prozessausführung. Sie stellen damit die höchste Stufe der Risikoübernahme durch einen Dienstleister dar. Ein Zwischenschritt auf dem Weg zu outcome-basierten Geschäftsmodellen ist die „garantierte Verfügbarkeit“ einer Ressource, zum Beispiel die garantierte Verfügbarkeit eines Servers oder einer Maschine.

Datengetriebene Stabilität als Wertversprechen

Wer heute noch „CapEx zu OpEx“ als einzige Innovation verkauft, hat die letzten zehn Jahre verschlafen. In der modernen Industrie ist die Umwandlung von Investitionen in Betriebskosten lediglich eine buchhalterische Randnotiz. Wer sich den abgesicherten Zugriff auf die Datenflüsse sichert und diese in validierte Modelle gießt, schafft dagegen Differenzierung, die gegen Wettbewerber ohne Zugang zu Daten immun ist. In einer volatilen Welt ist die Fähigkeit, Garantien abzugeben, ein sehr wertvolles Gut. Und diese Fähigkeit wächst linear mit der Qualität der eigenen KI-Modelle und letztlich mit der Qualität der Daten, die in sie eingehen. ■

Energieeffizienz-Netzwerke fördern Innovation und Wachstum

Jahresveranstaltung diskutiert neue Rahmenbedingungen

© Pixabay - Energiewende



Auf der Jahresveranstaltung 2025 der Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke diskutieren Vertreter aus Wirtschaft, Verbänden und Politik über die Weiterentwicklung energie- und klimapolitischer Instrumente. Im Fokus stehen das Zusammenspiel von Regulierung und Freiwilligkeit sowie Good Practices aus Unternehmensnetzwerken. Ziel ist es, Energieeffizienz und Klimaschutz als Treiber für Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltiges Wachstum in Unternehmen zu stärken.

www.energieeffizienznetzwerke.org

Autonomer Roboter OTTO erhält IERA Award 2025

Innovativer Schwerlast-AMR für große Flotten

OTTO by Rockwell Automation wurde mit dem IERA Award 2025 für eine wegweisende Innovation in der Servicerobotik ausgezeichnet. Der autonome mobile Roboter ist speziell für den Transport schwerer Lasten in großen Roboterflotten konzipiert und ermöglicht den skalierbaren Dauerbetrieb in Fabriken. Die Jury würdigte insbesondere die Kombination aus leistungsfähiger Software, standardisierter Navigation und industrieller Reife, die neue Maßstäbe für die Automatisierung der Materialhandhabung setzt.

www.rockwellautomation.com



© rockwellautomation

ABB integriert generative KI für Vision-Anwendungen

Partnerschaft mit LandingAI beschleunigt autonome Robotik

© ABB

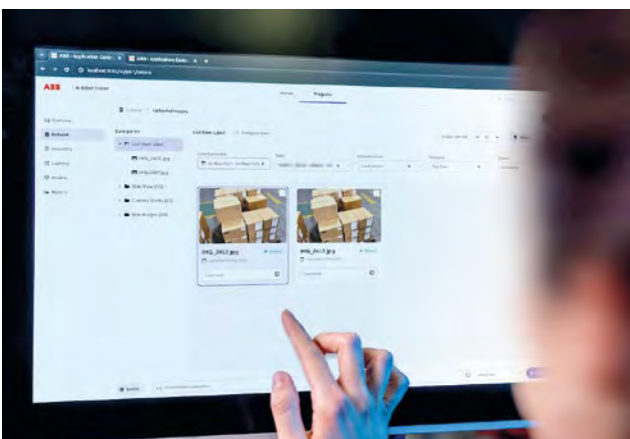


ABB Robotics investiert in LandingAI, um generative Vision-KI in seine Robotik-Software zu integrieren. Vor-trainierte Modelle und NoCode-Tools verkürzen die Trainings- und Bereitstellungszeit um bis zu 80 %. Dadurch wird der Einsatz autonomer Roboter vereinfacht und auf neue Anwendungsfelder wie Logistik, Gesundheitswesen und Lebensmittelindustrie ausgeweitet. Die Kooperation gilt als wichtiger Innovationsschritt für vielseitig einsetzbare Robotersysteme.

www.abb.com

Peer Schumacher und Doris Uçal

Schlüssel zu mehr Leistung – smart, prädiktiv, vernetzt

Autonomous Factory Concept: Der Weg zur selbstoptimierenden Fertigung





Steigende Vielfalt, hohe Qualitätsanforderungen und volatile Lieferketten erhöhen den Bedarf an stabilen, datengetriebenen SMT-Fertigungsprozessen. Zentrale Einflussfaktoren sind eine zuverlässige Materialbereitstellung und zustandsorientierte Wartung, da beide unmittelbar die Effizienz und Verfügbarkeit von Produktionslinien bestimmen. Moderne Druck-, Bestück- und Inspektionssysteme nutzen zunehmend automatisierte Parameterregelung und KI-gestützte Analyse, um Prozessabweichungen frühzeitig zu erkennen und Wartungsmaßnahmen präzise zu planen. Das Autonomous Factory Concept adressiert diese Herausforderungen und eröffnet neue Perspektiven für eine wandlungsfähige, effiziente Elektronikproduktion der Zukunft.



© Panasonic

Die europäische Elektronikfertigung befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel. Globaler Wettbewerbsdruck, hohe Variantenvielfalt, kürzere Produktlebenszyklen und steigende Qualitätsanforderungen zwingen Hersteller dazu, ihre Produktionsprozesse neu zu denken. Dem stehen knappe Ressourcen gegenüber. Effizienz bedeutet heute nicht mehr nur, Maschinen am Laufen zu halten – entscheidend sind Echtzeit-Fähigkeit, Flexibilität, vorausschauende Planung und eine nahtlos vernetzte Fertigungsumgebung.

Das Autonomous Factory Concept bietet einen Rahmen, in dem diese Anforderungen adressiert werden. Durch die Kombination aus intelligenter Automatisierung, zustandsorientierter Wartung, vernetzten Maschinen und offenen Softwarearchitekturen entsteht eine Fertigung, die widerstandsfähiger, flexibler und effizienter ist.

Smarte Wege zu stabilen Prozessen

Materialverfügbarkeit, optimale Auslastung der Linien, reduzierte Stillstandszeiten und maximale Overall Equipment Efficiency (OEE) sind zentrale Stellgrößen. Gleichzeitig wächst der Bedarf an Lösungen, die Komplexität reduzieren, Fachpersonal entlasten und Produktionsfehler minimieren.

Panasonic stellt sich diesen Herausforderungen mit einem klaren Leitbild: dem Autonomous Factory Concept – einem technologischen und organisatorischen Ansatz, der Fertigungslinien Schritt für Schritt zu selbst-optimierenden, lernfähigen und autonom agierenden Systemen entwickelt. Moderne KI-Funktionen, smarte Maschinen und ganzheitliche Datenplattformen bilden dabei den Kern.

Zwei zentrale Herausforderungen: Materialfluss und Wartung

In Gesprächen mit europäischen Fertigungsbetrieben werden zwei Themen besonders häufig genannt:

Herausforderung 1: Rechtzeitige Materialbereitstellung

Die SMT- und PCB-Bestückung ist hochgradig materialabhängig. Fehlende Komponenten oder verspätete Bereitstellung führen sofort zu Produktionsunterbrechungen, Terminverzug und unnötigen Kosten. Gerade in Multivariantenfertigungen werden die Materiallogistik und die Abstimmung zwischen Lager, Linie und MES zunehmend komplexer.

Herausforderung 2: Wartung als Schlüssel zur OEE

Traditionelle Wartungsstrategien basieren oft auf festen Intervallen oder reaktiven Eingriffen. Das führt entweder zu unnötigem Aufwand oder – im schlimmsten Fall – zu ungeplanten Stillständen. Moderne Fabriken benötigen zustandsbasierte, prädiktive Wartungssysteme, die Probleme erkennen, bevor sie auftreten, und Eingriffe optimal terminieren.

Fünf greifbare Potenziale in der Elektroproduktion

Das Autonomous Factory Concept adressiert beide Herausforderungen konsequent: Durch intelligente Materialflüsse, vorausschauende Maschinenüberwachung und KI-gestützte Prozessoptimierung wird eine durchgängige Prozessoptimierung erzielt. Wie die Umsetzung in der Praxis gelingt, zeigen fünf ausgewählte Beispiele.

Beispiel 1: Schnelle Umrüstungen

Hohe Variantenvielfalt erfordert kurze Rüstzeiten. Moderne Pastendrucker unterstützen dies durch automatisierte Anpassung relevanter Prozessparameter wie Druckkraft, Geschwindigkeit oder Snap-off-Verhalten. Sensorik erweitert diese Funktion, indem sie u. a. Lotpastenviskosität oder Stencilspannung erfassen kann. KI-gestützte Analysen helfen dabei, stabile Druckprozesse sicherzustellen und Schwankungen frühzeitig zu erkennen.

Beispiel 2: Platzierungssysteme mit integrierter Prozessüberwachung

Auch Bestückautomaten entwickeln sich zu datengetriebenen Systemen. Sie erfassen Bewegungsprofile, Achsbelastungen oder Feeder Geschwindigkeiten und ermöglichen damit die Erkennung von Abweichungen in Echtzeit.

Surface Mount Technology (SMT)

Die Surface Mount Technology ist ein hocheffizientes Fertigungsverfahren, bei dem elektronische Bauelemente (SMDs) direkt auf die Oberfläche von Leiterplatten gelötet werden. Im Gegensatz zur klassischen Durchsteckmontage entfallen Bohrungen, wodurch eine beidseitige Bestückung und deutlich kompaktere Designs möglich werden.

Mit der hohen Bestückungsdichte wachsen jedoch auch die Anforderungen an die Prozesskontrolle und Datenvernetzung: Maschinen-, Qualitäts- und Traceability-Daten müssen in Echtzeit zusammengeführt, analysiert und für schnelle Entscheidungen nutzbar gemacht werden. Nur mit durchgängigen Schnittstellen und integrierten Lösungen lassen sich SMT-Linien transparent überwachen, Engpässe frühzeitig erkennen und stabile, reproduzierbare Prozesse sicherstellen.

Solche Informationen unterstützen sowohl die Prozessstabilisierung als auch die zustandsbasierte Wartung.

Beispiel 3: Automatisierte Zuführungssysteme für stabile Linien

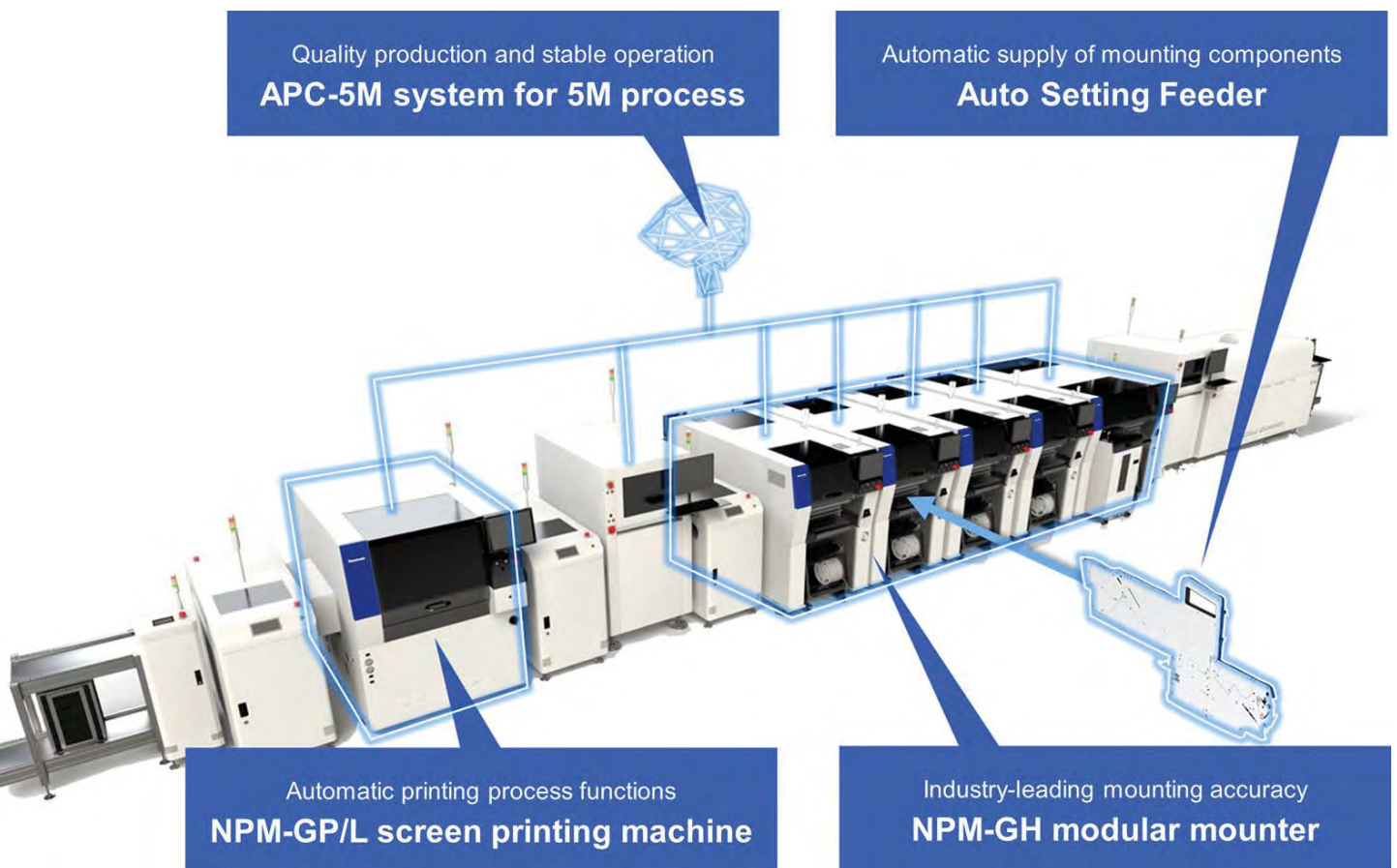
Rüstvorgänge an Feederstationen gehören zu den zeitintensivsten Tätigkeiten der SMT-Produktion. Automatisierte Zuführsysteme – etwa durch Auto-Setting-Mechanismen – reduzieren den manuellen Aufwand, minimieren Fehlerpotenziale und sorgen für reproduzierbare Ladevorgänge. Durch höhere Wiederholgenauigkeit und geringere Abhängigkeit von Personalqualifikation tragen sie dazu bei, Prozessschwankungen und Stillstandszeiten zu reduzieren.

Beispiel 4: KI als Assistenzsystem in der Elektronikfertigung

Künstliche Intelligenz wirkt zunehmend als „Begleiter“ der Bediener. Sie übernimmt keine Entscheidungen im Sinne vollständiger Autonomie, sondern ergänzt den Menschen durch:

- kontinuierliche Zustandsüberwachung,
- Interpretation großer Datenmengen,
- Prognosen über Verschleiß- oder Abweichungstendenzen,
- Unterstützung bei Prozessanpassungen.

KI-Modelle können so etwa Bewegungen von Transportsystemen oder Bestückköpfen analysieren und die tatsächliche Belastung einzelner Komponenten ermitteln. Das ermöglicht eine belastungsabhängige Pla-



© Panasonic

Overall Equipment Efficiency

Die Gesamtanlageneffektivität (englisch Overall Equipment Effectiveness, OEE) ist eine Kennzahl, die in der Industrie häufig verwendet wird, um die Verfügbarkeit von Anlagen zu messen. Die Kennzahl unterstützt vor allem Führungskräfte im Produktionsbereich bei ihrer täglichen Arbeit und soll für mehr Transparenz sorgen. Der Kennwert wird in der Regel innerhalb des Manufacturing Execution Systems (MES) als Summe aus Qualitätsfaktor, Leistungsfaktor und Nutzungs-/Verfügbarkeitsfaktor errechnet.

Beim Verfügbarkeitsfaktor werden Störungen und Rüstvorgänge als Zeitverlust berücksichtigt. Der Leistungsverlust beim Leistungsfaktor bezieht eine reduzierte Geschwindigkeit oder einen ungeplanten Stillstand von Anlagen mit ein. Ein geplanter Stillstand an einer Anlage kann dabei für einen ungeplanten Stillstand an einer anderen Anlage verantwortlich sein. Der Qualitätsfaktor berücksichtigt nicht brauchbare Ausschussteile.

nung von Wartungsintervallen und reduziert unnötige Eingriffe.

Beispiel 5: APC-Systeme: Transparenz und Steuerung auf Linienebene

Moderne Steuerungsplattformen ermöglichen eine durchgängige Erfassung und Auswertung von Linienzuständen. Systeme wie APC-5M stellen Betriebsdaten, Leistungskennzahlen und Wartungshinweise in Echtzeit bereit. Dies unterstützt eine sachlich fundierte Entscheidungsfindung und ermöglicht eine frühzeitige Reaktion auf Prozessveränderungen.

Durch den kontinuierlichen Datenabgleich zwischen Maschinen entsteht zudem eine geschlossene Regelkette: Abweichungen im Druckprozess können sofort an Bestück- oder Inspektionssysteme weitergegeben werden, um Korrekturmaßnahmen einzuleiten.

Offene Systeme und Kooperationen als Voraussetzung

In modernen Fertigungsbetrieben kommen Maschinen unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz. Deshalb spielt

Interoperabilität eine wesentliche Rolle. Offene Schnittstellen, gemeinsame Datenmodelle und standardisierte Kommunikationsprotokolle ermöglichen es, dass Drucker, Bestücker, SPI, AOI und Drittsysteme Informationen austauschen und prozessrelevante Daten in einem gemeinsamen Kontext interpretieren.

Durch die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und Industriepartnern entstehen zudem Lösungen, die technische Entwicklungen und praktische Anforderungen der Fertigung miteinander verbinden. ■

Autonomous Factory Concept

Das Konzept beruht auf einer integrierten Systemarchitektur, die durchgängige Datenflüsse, offene Schnittstellen und selbststabilisierende Prozessketten ermöglicht.

So entsteht eine Fertigungsumgebung mit höherer Robustheit, besserer Transparenz und reduzierter Anfälligkeit für Störungen – eine Voraussetzung für effiziente, flexible Elektronikproduktion. So werden datenintensive Routineaufgaben automatisiert und stabile und lernfähige Prozesse geschaffen, in denen Eingriffe zunehmend datenbasiert erfolgen.

Zentrale Elemente auf dem Weg zur selbstoptimierenden Fertigung sind:

- Durchgängige Datenintegration zwischen Druck-, Bestückungs- und Inspektionssystemen
- Automatisierte Anpassung von Prozessparametern auf Basis von Messwerten
- Fehlererkennung und -korrektur in Echtzeit
- Prädiktive Wartung durch Zustandsüberwachung
- Offene Schnittstellen zur Einbindung externer Systeme und MES-Plattformen
- Automatisierte Materiallogistik
- Lückenlose Rückverfolgbarkeit sämtlicher Prozessschritte.

Anzeige



Lernfabrik and Lernlabor

Erleben. Verstehen. Verändern.

Modernste Kompetenzen für Industrie 4.0, IoT, KI & Robotik

- ◆ Praxisnah & flexibel
- ◆ Perfekt für Schulungen & Teamentwicklung
- ◆ Maßgeschneidert für Fertigung & Technologieunternehmen

Modulares, praxisnahes Training: Heute lernen.
Morgen führen. Übermorgen prägen.

<https://lswi.de/industrial-transformation-lab>

Alexander Heizler wird CEO bei KNF

Nahtloser Führungswechsel sichert Kontinuität

© knf



Ab Januar 2026 übernimmt Alexander Heizler die Rolle des CEO bei dem Membranpumpenhersteller KNF, nachdem er seit 2009 im Unternehmen tätig und zuletzt COO war. Martin Becker zieht sich aus der operativen Führung zurück und wird Präsident des Verwaltungsrats. Der Übergang garantiert Kontinuität, stärkt langfristige Stabilität und setzt den Fokus auf Innovation, globale Präsenz und nachhaltige Membranpumpenlösung.

www.knf.com

Neue Führungskraft bei REMIRA

Birger Klinke übernimmt Vice President Sales Supply Chain

Seit 1. Dezember 2025 verstärkt Birger Klinke das Führungsteam von REMIRA. Als Vice President Sales Supply Chain wird er die Vertriebsstrategie weiterentwickeln und den Ausbau des Kundenportfolios vorantreiben. Mit seiner Erfahrung im SaaS- und Logistikbereich treibt er die Zukunft der Supply-Chain-Softwarelösungen bei REMIRA aktiv voran.

www.remira.com/de



© rockwellautomation

Neues Führungsduo bei KIRCHHOFF Ecotec und FAUN Gruppe

Patrick Hermanspann und Malte Sonnenburg übernehmen Führungsverantwortung

© FAUN Gruppe



Mit Beginn des Jahres 2026 startet bei der KIRCHHOFF Ecotec SE, in der Entsorgungslogistik und Straßenreinigungstechnologiesparte der weltweit agierenden KIRCHHOFF Gruppe, eine neue Führungsphase: Patrick Hermanspann übernimmt den Vorstandsvorsitz, Dr. Johannes F. Kirchhoff wechselt in den Aufsichtsrat. Gleichzeitig tritt Malte Sonnenburg die Rolle des CEO der FAUN Gruppe an. Die Nachfolgeregelung stärkt Kontinuität, Innovation und internationales Wachstum.

www.kirchhoff-ecotec.de
www.faun.com

MANUFACTURING
EXCELLENCE
DIALOGUE
Stärken erkennen –
Maßstäbe setzen



SIEMENS

Gesamtsieger

Tobias Morlock
Siemens Hagenau

MX Award Preisverleihung 2024: Siemens als Gesamtgewinner des MX Awards. © Marcus Krueger

Manufacturing Excellence (MX) steht seit über 20 Jahren für praxisnahe Best Practices in der industriellen Wertschöpfung.

Mit dem MX Award werden Unternehmen ausgezeichnet, die durch exzellente Prozesse, wirksame Führung und eine nachhaltige Organisationskultur überzeugen – und schaffen gleichzeitig Raum für offenen Austausch zwischen Industrie, Wissenschaft und Beratung.

Die MX Award-Preisverleihung 2025/26 findet am 19. und 20. Februar 2026 in Lüdenscheid bei ERCO GmbH statt.

Neben der feierlichen Auszeichnung der Preisträger erwarten die Teilnehmenden Werksbesichtigungen, praxisnahe Fachimpulse sowie der direkte Dialog mit ausgezeichneten Unternehmen und erfahrenen Praktikern.

Eine ideale Gelegenheit, Best Practices live zu erleben, wertvolle Kontakte zu knüpfen und neue Impulse für die eigene Organisation mitzunehmen.

Preisträger 2024:

- Volkswagen Navarra erhielt den Preis für Prozessinnovation sowie Logistik- und Netzwerkmanagement.
- Siemens SAS, Hagenau wurde in den Kategorien Kundenorientierung sowie Führungskultur und Mitarbeiterintegration ausgezeichnet.
- Die ZIEHL-ABEGG SE, Werk Elektronik Künzelsau, wurde für ihr herausragendes Qualitätsmanagement geehrt.
- Gesamtsieger des MX Awards 2024 wurde Siemens SAS, Hagenau.

Weitere Informationen und Anmeldung zur Veranstaltung unter:

<https://manufacturing-excellence.de>

Marc Hüske

Skalierbare Geschäftsmodelle in Manufacturing-X

Vom physischen Produkt zum wachstumsfähigen Serviceangebot





Serviceorientierte Wertschöpfung im Maschinenbau ergänzt physische Produkte durch digitale Services, um Produktivität, Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit entlang der Wertschöpfungskette zu steigern. Manufacturing-X stellt als Datenökosystem die Infrastruktur für einen sicheren, standardisierten und automatisierten Datenaustausch bereit. So können Fabrikaurüster skalierbare digitale Geschäftsmodelle entwickeln, After-Sales-Services optimieren, die Maschinenverfügbarkeit erhöhen und neue datenbasierte Services anbieten. Davon profitieren gleichermaßen Maschinenhersteller, Dienstleister und Produktionsunternehmen. Dieser Beitrag basiert auf Arbeiten und Anwendungsfällen aus dem vom BMW in Rahmen von Manufacturing-X geförderten Transferprojekt SCALE-MX.

Im industriellen Kontext bezeichnet serviceorientierte Wertschöpfung die Weiterentwicklung klassischer, produktzentrierter Geschäftsmodelle hin zu digitalen Zusatzangeboten und kontinuierlichen, datenbasierten Services. Der Verkauf physischer Produkte, etwa eines Laserschneidsystems, wird dabei durch digitale Lösungen ergänzt, die sich auf Nutzung, Verfügbarkeit und erzielte Ergebnisse der Maschine beziehen. Dafür braucht es verlässliche Daten direkt aus dem Betrieb. Manufacturing-X stellt die Infrastruktur bereit, um diese Daten sicher, standardisiert und herstellerübergreifend auszutauschen.

Skalierbare Lösungen und Geschäftsmodelle dank Datenökosystemen

Getrieben durch fortschreitende Digitalisierung, steigende Kundenerwartungen, den Bedarf an individualisierten Lösungen und durch intensiven internationalen Wettbewerb stehen Maschinen- und Anlagenbauer sowie Komponentenhersteller zunehmend unter Druck, sich vom reinen Produktlieferanten zu Anbietern integrierter, nutzenorientierter Gesamtlösungen zu entwickeln. Neben der Sicherung von Innovationsfähigkeit und Alleinstellungsmerkmalen beim physischen Produkt ist daher insbesondere eine gezielte Weiterentwicklung und Differenzierung des Produktportfolios hin zu digitalen Zusatzangeboten entscheidend.

Für Unternehmen der verarbeitenden Industrie – den Kunden der Ausrüsterindustrie – ist die Produktivität der

Fertigung ein zentraler Erfolgsfaktor und entscheidend für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit. Eine höhere Produktivität senkt Stückkosten, erhöht Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit, stärkt die Widerstandsfähigkeit gegenüber Preis- und Konjunkturdruck und schafft Spielräume für Reinvestitionen in Innovation und technologische Modernisierung.

Auf makroökonomischer Ebene ist die Produktivität ein zentraler Wachstumstreiber und entscheidend für den materiellen Wohlstand eines Landes. Produktivitätssteigerungen in der Industrie erhöhen unter anderem das Bruttoinlandsprodukt, erlauben höhere Löhne ohne Preissteigerungen, dämpfen inflatorische Effekte und steigern die Standortattraktivität.

Seit etwa 2011 verharrt die Produktivität in Deutschland auf einem Plateau und ist in den vergangenen Jahren sogar leicht rückläufig (Bild 1).

Trotz des erwarteten Produktivitätspotenzials digitaler Technologien wie Industrie 4.0 blieben entsprechende Effekte bislang oft aus („Produktivitätsparadox“). Im Datenökosystem Manufacturing-X entstehen Produktivitätsgewinne aus mehreren Faktoren, wobei digitale Services der Fabrikaurüster auf der Produktionsebene der zentrale Treiber sind. Zugleich stärken diese Unternehmen ihre eigene Wettbewerbsposition.

Die aktive Nutzung industrieller Datenökosysteme ermöglicht es Unternehmen, sich zu Anbietern skalierbarer Lösungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln –

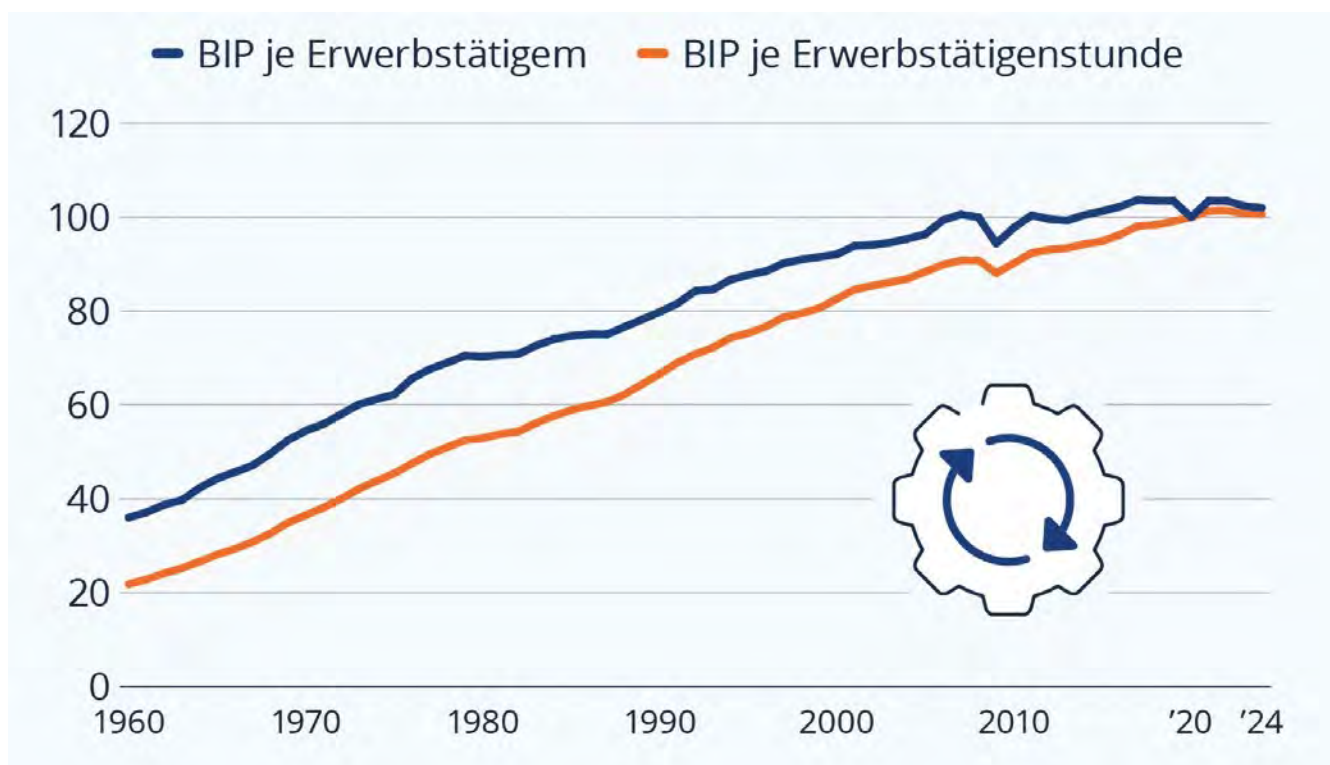


Bild 1: Produktivitätsentwicklung in Deutschland seit 1960, (Index, 2020 = 100) © Deutsche Bundesbank

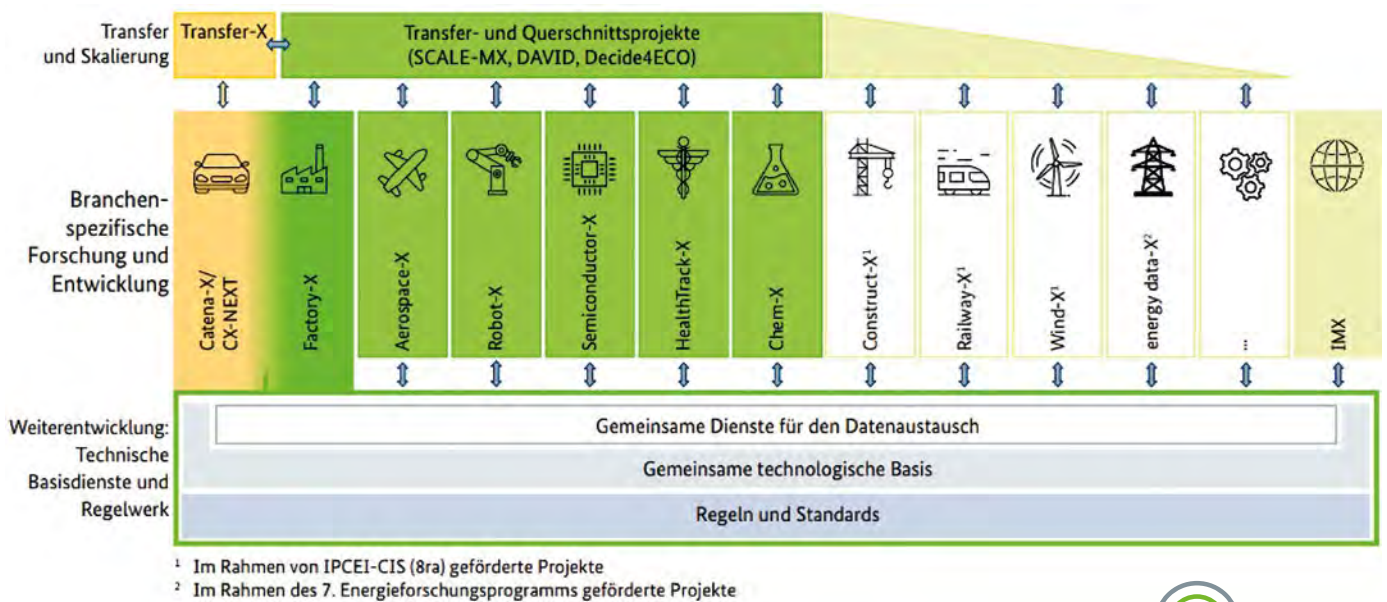


Bild 2: Die Förderinitiative Manufacturing-X im Überblick © BMWE



ein zentraler Hebel für nachhaltiges Wachstum in einem stagnierenden Produktivitätsumfeld. Dabei bleiben physische Produkte ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor und Kern der technologischen Weiterentwicklung; insbesondere die Beherrschung komplexer Fertigungsprozesse schafft nachhaltige Alleinstellungsmerkmale.

Manufacturing-X fördert Produktivität und Wertschöpfung

Die im Folgenden dargestellten Anwendungsfälle und Erkenntnisse basieren auf Arbeiten aus verschiedenen branchenspezifischen X-Projekten, hauptsächlich aus dem Transferprojekt SCALE-MX, das den Transfer und die Skalierung von Manufacturing-X-Ergebnissen in den industriellen Mittelstand adressiert.

Manufacturing-X bündelt branchenübergreifend Aktivitäten zur Weiterentwicklung der industriellen Wertschöpfung durch Digitalisierung auf Basis des Datenraums. Ausgangspunkt ist der Aufbau eines interoperablen, sicheren und souveränen Datenökosystems, das eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit auf Basis des Datenraumansatzes ermöglicht. Damit verfolgt Manufacturing-X das Ziel, die digitale Transformation der Industrie auf nationaler, europäischer und globaler Ebene wirksam zu unterstützen.

Im Ergebnis soll eine vernetzte, robuste und nachhaltige Produktionsumgebung entstehen, in der der sichere, souveräne und vertrauenswürdige Austausch von Informationen eine zentrale Rolle spielt. Wesentlicher Bestandteil dieses Ansatzes ist die Etablierung eines souveränen Datenökosystems, das innerhalb von

Manufacturing-X eine durchgängige Interoperabilität sicherstellt. Die praktische Umsetzung erfolgt aktuell in mehreren öffentlich geförderten, branchenspezifischen Projekten. Dort werden Anforderungen an Datenräume sowie vorhandene Datenstandards anhand realer Anwendungsszenarien weiterentwickelt und aufeinander abgestimmt, um Redundanzen zu vermeiden und bestehende Lösungen anschlussfähig zu machen.

In den einzelnen branchenspezifischen sogenannten X-Projekten werden für verschiedene Anwendungsfälle Lösungen prototypisch entwickelt, die unter den folgenden Themenfeldern zusammengefasst werden können:

- Qualitätsmanagement
- Nachhaltigkeit
- Lieferkettenmanagement
- Digitaler Zwilling
- Serviceorientierte Wertschöpfung
- Kollaboratives Engineering

Serviceorientierte Wertschöpfung in Manufacturing-X-Anwendungsfällen

Im Folgenden werden beispielhaft einige der Anwendungsfälle aus den X-Projekten mit Bezug auf die serviceorientierte Wertschöpfung dargestellt [1].

Optimierung des After-Sales-Service

Ein zentraler Anwendungsfall der serviceorientierten Wertschöpfung basiert auf der Optimierung des After-Sales-Service eines Maschinenbauunternehmens, um die Verfügbarkeit (Uptime) seiner ausgelieferten und vom After-Sales-Service betreuten Maschinen in den



Bild 3: Themenfelder der X-Projekte, für die Lösungen prototypisch entwickelt werden © SCALE-MX

Werken seiner Kunden zu verbessern. Das Maschinenbauunternehmen selbst kann beispielsweise auf Basis der spezifischen Lösungen aus Factory-X seine Service-Ressourcen besser aussteuern, diese schneller und gezielter einsetzen sowie das Ersatz- und Verschleißteillager optimieren. Dieser Anwendungsfall wird in Factory-X als „Condition Monitoring led Services“ bezeichnet. Service-Dienstleister wie Handelsunternehmen mit eigenen Serviceeinheiten oder unabhängige Wartungspartner können als Teil eines datenraumbasierten Wertschöpfungsnetzwerks ebenfalls von der Einbindung in ein Datenökosystem profitieren.

Verfügbarkeit steigern durch Vernetzung

Im Projekt Process-X liegt der Schwerpunkt auf der Steigerung der Anlagenverfügbarkeit. Zu diesem Zweck werden relevante Maschinendaten automatisiert an den Hersteller der Maschine übermittelt, sodass ungeplante Störungen frühzeitig erkannt, analysiert und behoben werden können. Der fortlaufende Austausch von Betriebsdaten ermöglicht eine realitätsnahe Zustands-

bewertung der Maschinen und bildet die Grundlage für eine gezieltere und vorausschauende Instandhaltungsplanung. Dadurch werden die Serviceabläufe zwischen Fertigungsunternehmen und Hersteller enger miteinander verzahnt und deutlich beschleunigt, was insgesamt zur Reduzierung von Stillstandzeiten beiträgt.

Autonomer Betrieb als Dienstleistung

Im Rahmen von Factory-X werden Lösungen entwickelt, die es Maschinenherstellern ermöglichen, ihre Services effizient, skalierbar und digital zu gestalten. Dabei geht es u. a. um die Fernsteuerung von Maschinen durch externe Bediener, ohne dass Personal vor Ort benötigt wird. Maschinenstillstände können so schneller behoben und Serviceeinsätze gezielter geplant werden.

Manufacturing-as-a-Service (MaaS)

Das Ziel von MaaS ist es, das Geschäftsmodell von kleinen und mittleren Fertigungsdienstleistern in seiner Effizienz zu optimieren, indem die Prozesse von der Auftragsprüfung bis zur Angebotserstellung auf gängigen Fertigungsplattformen effizienter gestaltet werden. Kern des Anwendungsfalls ist die Entwicklung von Lösungen zur Digitalisierung und Automatisierung von Ausschreibungs- und Auftragsabwicklungsprozessen. Die Teilnahme an digitalen Marktplätzen für Fertigungsdienstleistungen eröffnet insbesondere KMU neue Geschäftspotenziale.

Automatisierte Updates für Transparenz, Sicherheit und Effizienz

Information Update and Change Service aus Factory-X hat das Ziel, eine automatisierte Benachrichtigung und Bereitstellung von Informationen zu Produkt- und Softwareänderungen zu ermöglichen. Hersteller von Komponenten und Maschinen können so z. B. Product

Manufacturing-X

Manufacturing-X ist eine gemeinsame Initiative von Wirtschaft, Politik und Wissenschaft zum Aufbau eines Datenraums Industrie 4.0. Ziel ist der souveräne Datenaustausch über Liefer- und Wertschöpfungsketten hinweg, um eine digital vernetzte Industrie, mehr Innovation und Nachhaltigkeit zu ermöglichen.

Fabrikausrüster	• Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit bei Kunden • bedarfsgerechte und termingenaue Bereitstellung von Ersatzteilen beim Kunden • direkte Einbindung von Lieferanten kritischer Komponenten in die Wartungs- und Austauschprozesse beim Endkunden • Reduktion der Rüst- und Inbetriebnahmezeiten • Kosteneinsparung durch Optimierung des Ersatzteillagers, Senkung von Lager- und Kapitalbindungskosten • Optimierung des Ressourcen- und Personaleinsatzes im After-Sales-Service • Erweiterung des Produktportfolios um digitale Services • Stärkung von Kundenbindung und Erhöhung der Wettbewerbsstärke
Fertigungsunternehmen (insbesondere KMU)	• Effizienzsteigerung durch Digitalisierung von Prozessen der Angebots- und Auftragsabwicklung • Nutzung digitaler Plattformen zur Auslastung freier Kapazitäten und Erschließung neuer Aufträge und Geschäftspotenziale
Service-Dienstleister	• Optimierung von Wartung und Reparatur durch datengetriebene Serviceangebote und -steuerung ohne Service-Personal des Herstellers vor Ort
Softwareanbieter	• Entwicklung datenraumfähiger Softwarelösungen für digitale Services und Produktionssteuerung, Erweiterung des Produktportfolios, Erhöhung der Wettbewerbsstärke
Fabrikbetreiber in der verarbeitenden Industrie	• bedarfsgerechte und zeitnahe Wartung sowie vorbeugender Austausch von Komponenten für maximale Anlagenverfügbarkeit bei reduzierten Betriebskosten • effizienter Maschinenbetrieb durch einen Remote Operator ohne Fachpersonal vor Ort • Senkung der Herstellkosten der Produkte, Erhöhung der Marge

Bild 4: Wie profitieren die Anwender und Anbieter von diesen Lösungen? © SCALE-MX

Change Notifications (PCN) automatisch an ihre Endkunden – Fabrikbetreiber in der verarbeitenden Industrie sowie Anwender im Datenraum – weitergeben. Dies sorgt für Transparenz über die Vielfalt der Betriebsmittel. Zudem werden Updates zu Funktionalität und Sicherheit effizient und regulierungskonform erfüllt.

Schnellere Inbetriebnahme von Robotern

Im Projekt RoX werden KI-basierte Serviceansätze entwickelt, die darauf abzielen, den Aufwand für die Inbetriebnahme von Robotersystemen deutlich zu reduzieren. Grundlage hierfür sind reale Betriebs- und Nutzungsdaten, aus denen digitale Modelle des Systemverhaltens abgeleitet werden. Diese Modelle ermöglichen es, Roboter bereits vor ihrem Einsatz in der realen Produktionsumgebung auf wiederkehrende Aufgaben vorzubereiten. Ergänzend sorgen Dashboard-basierte Visualisierungen für Transparenz hinsichtlich des Zustands und der Leistungsfähigkeit der Systeme. Auf diese Weise lassen sich Einricht- und Rüstzeiten verkürzen und Roboter schneller in den produktiven Betrieb überführen.

Mit Manufacturing-X zu service-orientierter Wertschöpfung

Der Datenraum wirkt skalierend auf bestehende, bislang punktuell ausgeprägte serviceorientierte Wertschöpfung und digitale Geschäftsmodelle, da er mittels Datenraumkonnektor eine einheitliche Schnittstelle für einen sicheren, souveränen, standardisierten und damit automatisierten Datenaustausch im gesamten Wertschöpfungsnetzwerk bereitstellt. Erst das Datenökosystem schafft die Voraussetzung, digitale Services effizient zu vervielfältigen und über Organisationsgrenzen hinweg zu skalieren, um Produktivität, Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit entlang der Wertschöpfungskette zu steigern. ■

Literatur

- [1] Projekt SCALE-MX (Hrsg.): Anwendungsfelder in Manufacturing-X. Whitepaper. 2025. URL: www.scale-mx.org/wp-content/uploads/sites/3/2025/10/Whitepaper-Anwendungsfelder-in-Manufacturing-X.pdf, Abrufdatum 15.01.2026.



Christian Bennoit

Hyperautomatisierte Fabriken sind mehr als Technologie

Systematisch denken, intelligent verknüpfen – Automatisierung mit Wirkung



Hyperautomation wird häufig als technologische Vision beschrieben. Ein genauer Blick in die industrielle Praxis zeigt jedoch: Der entscheidende Hebel liegt nicht in einzelnen Tools, sondern in deren Kombination sowie im strukturierten Verständnis von Prozessen, Daten und wertschöpfungskettenübergreifender Zusammenarbeit. Dabei haben sich vier zentrale Erfolgsfaktoren als entscheidende Voraussetzungen für die Schaffung hyperautomatisierter Fabriken herausgebildet.

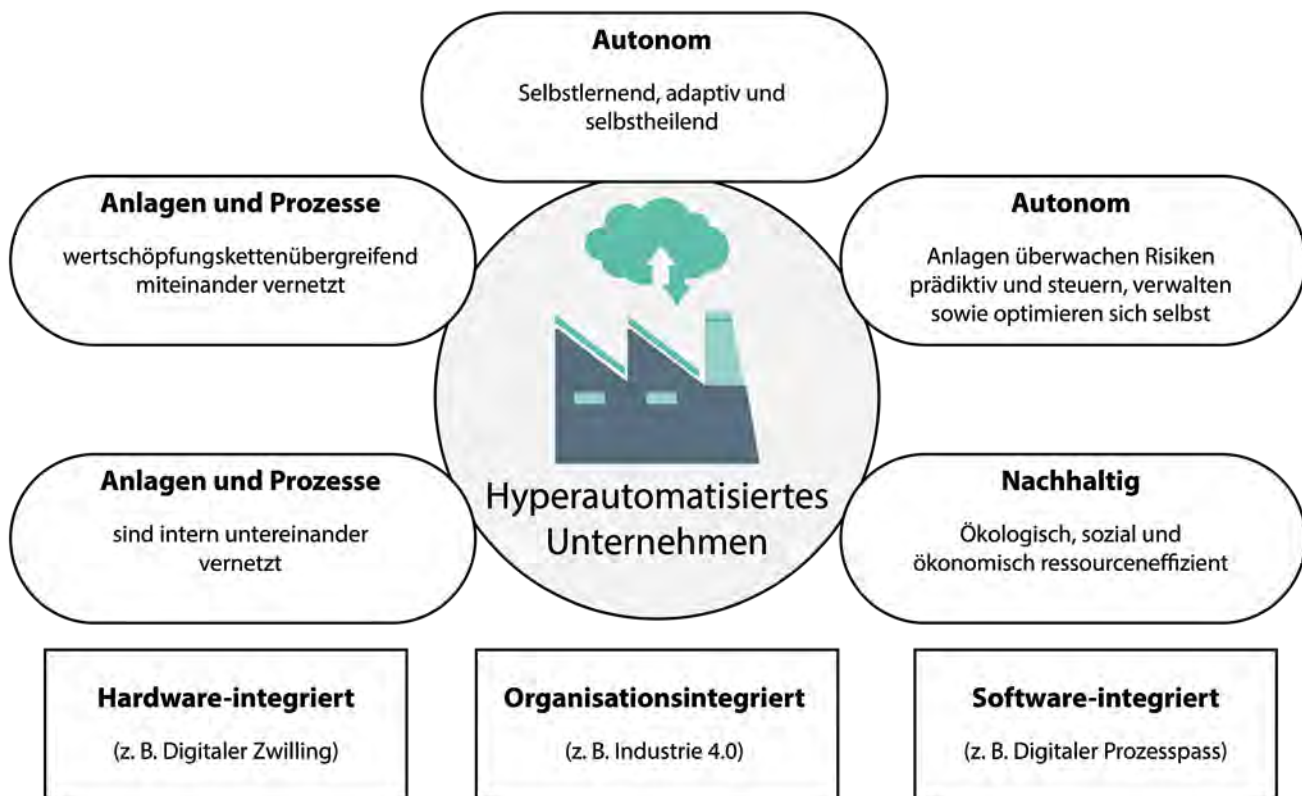


Bild 1: Zentrale Elemente hyperautomatisierter Fabriken © in Anlehnung an [3]

Die industrielle Automatisierung steht an einem Wendepunkt. Während klassische Automatisierung darauf abzielte, klar abgegrenzte Aufgaben effizienter zu erledigen, verfolgt Hyperautomatisierung einen deutlich ambitionierteren Anspruch: die durchgängige, intelligente Vernetzung von Prozessen, Systemen, Daten und Entscheidungen – innerhalb von Unternehmen und über Unternehmensgrenzen hinweg. In diesem Kontext wird Automatisierung nicht länger als isoliertes IT-Projekt verstanden, sondern als strategische Fähigkeit zur kontinuierlichen Selbstoptimierung von Organisationen [1, 2].

Prozesse als Brücke zwischen Strategie, Technologie und Umsetzung

Ein zentrales Missverständnis besteht darin, Hyperautomation primär mit dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz, Robotic Process Automation oder LowCode-Plattformen gleichzusetzen. Zwar stellen diese Technologien notwendige Bausteine dar, doch ohne ein gemeinsames Verständnis darüber, wie echte Wertschöpfung tatsächlich geschaffen werden kann, bleiben sie wirkungslos. Genau hier setzt eine zentrale Erkenntnis an, welche im Rahmen eines Forschungsprojektes im industriellen Umfeld bestätigt werden konnte: Prozesse bilden das verbindende Element zwischen Strategie, Technologie und operativer Realität [4, 5].

Wie dieser Zusammenhang in der Praxis ausgestaltet werden kann, zeigt die deutsche Initiative Manufacturing-X, deren Ziele als Voraussetzung für die Schaffung hyperautomatisierter Unternehmen gesehen werden können: Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und der Europäischen Union geförderten Programms ist es, förderierte Datenökosysteme entlang industrieller Wertschöpfungsketten aufzubauen. Unter-

Hyperautomatisierung

Hyperautomatisierung bezeichnet die durchgängige End-to-End-Automatisierung eines Unternehmens. In hyperautomatisierten Organisationen sind Anlagen, Softwaresysteme und Prozesse vollständig vernetzt und agieren autonom entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Im Gegensatz zur klassischen Automatisierung werden auch Überwachung, Steuerung und Optimierung einbezogen. Alle Komponenten nutzen vorausschauende Selbstüberwachung zur Risikobewertung, Wartungsplanung und Laststeuerung.

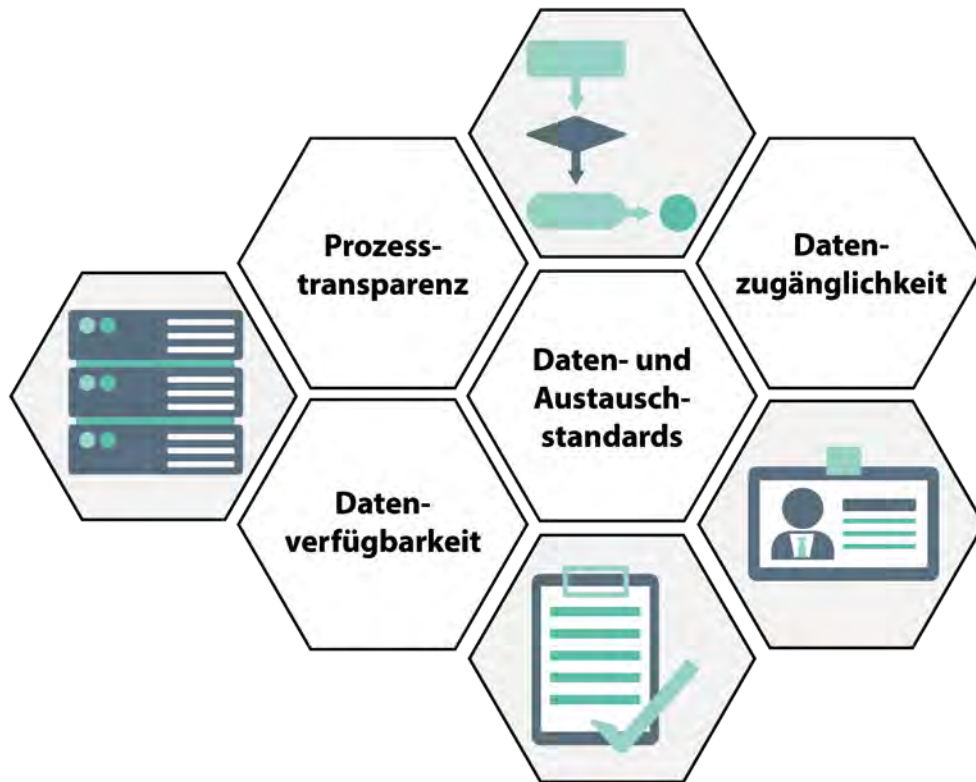


Bild 2: Vier zentrale Erfolgsfaktoren hyperautomatisierter Fabriken © in Anlehnung an [3]

nehmen sollen in die Lage versetzt werden, Daten sicher, souverän und standardisiert zu teilen, um neue Formen der Zusammenarbeit, der Transparenz und letztlich der Automatisierung zu ermöglichen [6].

Vier Erfolgsfaktoren auf dem Weg zur hyperautomatisierten Fabrik

Exemplarisch lässt sich dies am Projekt Factory-X zeigen, das zentrale Fragen aus dem Maschinen- und Anlagenbau fokussiert. Das Teilprojekt Traceability befasst sich mit der Schaffung grundlegender Voraussetzungen für die lebenslange Nachverfolgbarkeit von Produkt- und Prozessdaten. Im Projektverlauf kristallisierten sich vier zentrale Erfolgsfaktoren heraus, welche als Voraussetzungen für die Schaffung hyperautomatisierter Fabriken angesehen werden können: Datenverfügbarkeit, Datenzugänglichkeit, Daten- und Austauschstandards sowie Prozesstransparenz.

Erfolgsfaktor 1: Daten als Fundament intelligenter Entscheidungen

Eine hohe Datenverfügbarkeit bildet das Fundament für intelligente Entscheidungen. Moderne Produktionsumgebungen erzeugen enorme Mengen an Daten, bspw. aus ERP- und MES-Lösungen, aus Maschinensteuerungen oder

aus Sensorik auf dem Shopfloor. Ihr Mehrwert entfaltet sich jedoch erst dann, wenn diese Daten, auch über Unternehmensgrenzen hinweg, nutzbar gemacht werden. Anhand des Traceability-Anwendungsfalls in Factory-X wird deutlich, wie durchgängige Sichtbarkeit entlang der Lieferkette schnellere Ursachenanalysen, vorausschauende Wartung und präventive Eingriffe ermöglicht [7, 8].

Erfolgsfaktor 2: Klare Datenzugriffe als Basis für Vertrauen

Ebenso entscheidend ist die Frage der Zugänglichkeit, sowohl für Menschen als auch für (KI-)Systeme. Unternehmen sind nur dann bereit, Daten zu teilen und für

Prozessmodelle

Das Erstellen von Prozessmodellen ist die strukturierte, formale Abbildung von Geschäfts- oder Produktionsabläufen mit dem Ziel, Prozesse eindeutig zu dokumentieren, zu analysieren und zu standardisieren sowie deren Steuerung, Optimierung und Automatisierung systematisch zu unterstützen.

Factory-X

Factory-X ist ein branchenübergreifendes Forschungs- und Umsetzungsprojekt der Initiative Manufacturing-X, das ein offenes, sicheres und interoperables Datenökosystem für die Fertigungsindustrie entwickelt. Ziel ist es, Produktions- und Lieferkettendaten souverän über Unternehmensgrenzen hinweg nutzbar zu machen und so digitale Wertschöpfung, Effizienz und neue Geschäftsmodelle zu ermöglichen.

bestimmte Zwecke bereitzustellen, wenn klare Regeln gelten: Wer darf welche Daten sehen? Zu welchem Zweck? Unter welchen Bedingungen? Factory-X adressiert diese Herausforderung durch klare Governance-Mechanismen, Identitätsmanagement und Nutzungskontrollen. Vertrauen wird so zur systematischen Eigenschaft der Architektur – nicht zur individuellen Vereinbarung [7, 9].

Erfolgsfaktor 3: Mit Standards zu einem gemeinsamen Datenverständnis

Standards bilden die dritte Säule. Ohne gemeinsame semantische und technische Grundlagen bleiben Daten trotz Verfügbarkeit und Zugänglichkeit unverständlich, nicht vergleichbar oder nicht interpretierbar. In Factory-X kommen etablierte Industriestandards wie die Asset Administration Shell und OPC UA zum Einsatz, die als gemeinsame Sprache zwischen Maschinen, Systemen und Organisationen fungieren. Für Entscheider bedeutet dies vor allem eines: geringere Integrationskosten, weniger Abhängigkeiten und eine nachhaltige Skalierbarkeit digitaler Lösungen [10, 11].

Erfolgsfaktor 4: Gemeinsames Prozessverständnis für klare Verständigung

Der vierte und vielleicht entscheidende Faktor, da er die Grundlage aller unternehmerischer Handlung widerspiegelt, ist Prozesstransparenz. Bevor Datenmodelle oder IT-Architekturen entstehen, müssen Unternehmen klären, wie Prozesse tatsächlich ablaufen – und wie sie zukünftig ablaufen sollen. In Factory-X wurden hierfür mit allen beteiligten Projektpartnern Prozessdesign-Workshops durchgeführt. Gemeinsam mit den Kunden wurde der aus seiner Sicht ideale Prozessablauf definiert, der das ausgewählte Szenario erfüllt. Die Ergebnisse wurden in BPMN-Modellen dokumentiert.

Die entstandenen Modelle fungieren als gemeinsame Verständigungsgrundlage zwischen Management, Fach-

bereichen und IT. Gerade im Zusammenspiel mit Künstlicher Intelligenz entfalten solche Prozessmodelle ihre strategische Bedeutung. Sie definieren, wie die Abläufe stattfinden sollen, wo Entscheidungen automatisiert werden können, welche Daten benötigt werden und welche Regeln gelten. Damit werden Prozesse zu Blaupausen für Hyperautomation: nachvollziehbar, steuerbar und erweiterbar. Unternehmen, die heute in Prozesstransparenz investieren, schaffen damit die Voraussetzung für den verantwortungsvollen und wirkamen Einsatz von KI morgen [4, 12].

Zukunft Hyperautomation – verstehen, vernetzen, gestalten

Hyperautomation erweist sich damit weniger als technologische Revolution, sondern als konsequente Weiterentwicklung bestehender Management- und Prozesskompetenzen. Initiativen wie Manufacturing-X zeigen, dass der Weg dorthin kein Sprung ins Ungewisse ist, sondern ein strukturierter Transformationsprozess. Wer Prozesse versteht, Daten sicher teilt und nutzt und Standards implementiert, kann Automatisierung nicht nur beschleunigen, sondern gezielt für eine gesamte Branche gestalten.

Danksagung

Dieser Beitrag entstand in Zusammenarbeit mit allen Partnern des Factory-X-Anwendungsfalls Traceability: August-Wilhelm Scheer Institut gGmbH, Berger Holding GmbH und Co. KG, DMG Mori GmbH, Fraunhofer IML, German Edge Cloud GmbH, Labs Network Industrie 4.0 e. V., Siemens AG, Smarte Demonstrationsfabrik Siegen GmbH, Trumpf SE und Co. KG, VDE e. V. sowie VDMA e. V.

Die diesem Beitrag zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes Factory-X durchgeführt. Das Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) sowie von der Europäischen Union gefördert (Förderkennzeichen: 13MX001ZY). ■

Verwendete Literatur

- [1] Haleem, A. et al.: Hyperautomation for the enhancement of automation in industries. *Sensors International* 2, p. 100124, 2021.
- [2] Jangam, S. K.; Karri, N.: Hyper Automation, a Combination of AI, ML, and Robotic Process Automation (RPA), to Achieve End-to-End Automation in Enterprise Workflows. *International Journal of Artificial Intelligence, Data Science, and Machine Learning* 5 (1), pp. 92–103, 2024.
- [3] Bennoit, C.; Greff, T.: Hyperautomatisierung ist...: wenn die Dunkelfabrik sich selbst organisiert. *IM+ io* (4), 2024.

Das komplette Literaturverzeichnis finden Sie auf www.factory-innovation.de/

Discover a unique B2B event experience!

Book your
Ticket with
30 %
Discount:
MKT20!



sams-dach-2026

15 – 17 March 2026
Hotel Titanic Chaussee
Berlin



it-procurement-sourcing-summit-dach-2026

15 – 17 March 2026
Hotel Titanic Chaussee
Berlin



intelligent-automation-summit-europe-2026

21 – 23 June 2026
Radisson Blu Hotel
Frankfurt am Main



bpm-summit-europe-2026

21 – 23 June 2026
Radisson Blu Hotel
Frankfurt am Main



opex-reloaded-europe-2026

21 – 23 June 2026
Radisson Blu Hotel
Frankfurt am Main



sams-europe-2026

27 – 29 September 2026
Hotel Okura
Amsterdam



it-procurement-sourcing-summit-europe-2026

27 – 29 September 2026
Hotel Okura
Amsterdam



intelligent-automation-summit-2026

25 – 27 November 2026
Maritim proArte Hotel
Berlin



bpm-summit-dach-2026

25 – 27 November 2026
Maritim proArte Hotel
Berlin



opex-transformation-summit-2026

25 – 27 November 2026
Maritim proArte Hotel
Berlin



sams-uk-2026

29 Nov – 1 Dez 2026
Radisson London
Heathrow



it-procurement-summit-uk-2026

30 Nov – 1 Dez 2026
Radisson London
Heathrow

About the organizer (we.CONECT)

We.CONECT Global Leaders GmbH is an internationally active media company based in Berlin. The company develops and organizes virtual and live B2B conferences, digital decision-maker networks, and event technologies, focusing on IT, engineering, and digital transformation.

In the field of smart manufacturing and Industry 4.0, We.CONECT offers events, webinars, and the latest news and trends on digital transformation in the industry. The focus is on topics such as digitalization in production, supply chain and maintenance, service optimization and networking with product development.

<https://we-connect.com/de/smart-manufacturing-industry-4-0-de>

m3connect integriert e-dynamics für datengetriebene Entscheidungen

Einheitliche Datenbasis für Industrie, Handel und Services

© m3connect



Die m3connect Gruppe integriert den Data-Analytics-Spezialisten e-dynamics. Ziel ist eine einheitliche Datenbasis, die Daten aus digitalen Kanälen, CRM- und Produktdaten systemübergreifend zusammenführt. Unternehmen gewinnen Transparenz über Prozesse, Touchpoints und Ressourcen, können Optimierungspotenziale erkennen und KI-gestützte Entscheidungen effizient umsetzen.

www.m3connect.de
www.e-dynamics.de

CONVOTIS fokussiert auf digitale Transformation, KI und sichere Cloud

Verkauf der SAP Business Unit schafft Raum für Wachstum in Kerntechnologien

CONVOTIS richtet ihr Portfolio konsequent auf zukunftsrelevante Technologien aus: Digitale Transformation, KI-basierte Lösungen, souveräne Cloud-Plattformen und Security stehen im Fokus. Die Veräußerung der SAP Business Unit ermöglicht gezielte Investitionen in innovative Plattformen, KI-Services und Cloud-Infrastrukturen, um Kunden langfristig Mehrwert und Sicherheit zu bieten.

www.convotis.com



© Convotis

Rockwell Automation startet neue ROKStudios-Staffel

Digitalisierung und Nachhaltigkeit als Treiber der industriellen Transformation

© Rockwell Automation



Rockwell Automation präsentiert die neue Staffel von ROKStudios mit Experteninterviews zu Digitalisierung, zirkulärer Fertigung und nachhaltiger Automatisierung. Führungskräfte zeigen, wie MES, KI und Echtzeitdaten Abläufe effizienter gestalten. Highlights: digitale Life-Sciences-Fertigung, zirkuläre Industrieprojekte und CO₂-optimierte Produktionsprozesse weltweit.

www.rockwellautomation.com

ACHEMA2027

World Forum and Leading Show for Life Science and Process Industries

**Become
an Exhibitor!**

Register now for
best placement.



14–18 June 2027

Frankfurt am Main, Germany

www.achema.de





Volker Loibl-Kähler

Dekarbonisierung als betrieblicher Steuerungsfaktor

So übersetzen Kunststoffherzeuger Klimastrategien in Wettbewerbsvorteile



Energiepreise, Investitionsunsicherheit und steigende Anforderungen entlang industrieller Lieferketten verändern die Rahmenbedingungen der Kunststoffverarbeitung nachhaltig. Für mittelständische Kunststoffhersteller wird Dekarbonisierung damit zu einer Frage der Produktions- und Wettbewerbsfähigkeit. Der Beitrag zeigt, wie Unternehmen Klimastrategien so aufsetzen, dass sie Kosten senken, Risiken beherrschbar machen und Investitionsentscheidungen absichern. Im Fokus stehen betriebsnahe Hebel, belastbare CO₂-Daten und ein strukturierter Fahrplan, mit dem Klimamanagement als Bestandteil industrieller Steuerung etabliert wird.



Bild 1: CO₂-Verringerung Stück für Stück umgesetzt © Volker Loibl-Kähler

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Kunststoffindustrie haben sich strukturell verändert. Energie ist kein stabil kalkulierbarer Kostenblock mehr, sondern ein dominanter Einflussfaktor auf Wettbewerbsfähigkeit und Standortentscheidungen. Parallel steigen die Anforderungen von Kunden, Finanzierern und Regulierung an Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Steuerbarkeit industrieller Emissionen.

Verschobene Spielregeln in der Kunststoffverarbeitung

Für mittelständische Kunststoffherzeuger verschiebt sich damit der Fokus. Produktionsentscheidungen lassen sich nicht mehr isoliert von Energie-, Emissions- und Risikofragen treffen. Dekarbonisierung rückt aus der Nachhaltigkeitskommunikation in den Kern betrieblicher Steuerung, etwa bei Investitionsfreigaben, Energiebezugsentscheidungen und der Auslegung energieintensiver Prozesse. Sie beeinflusst, ob Investitionen tragfähig bleiben, Prozesse skalierbar sind und Lieferfähigkeit unter volatilen Bedingungen gesichert werden kann.

Dekarbonisierung als Produktions- und Investitionsproblem

In der industriellen Praxis zeigt sich Dekarbonisierung nicht als Zieldefinition, sondern als Entscheidungsproblem. Produktionsverantwortliche bewegen sich in Zielkonflikten, die sich nicht auflösen lassen, sondern aktiv gemanagt werden müssen.

Ein typisches Szenario: Bestehende Maschinenparks laufen technisch stabil, weisen jedoch hohe spezifische Energieverbräuche auf. Ein Retrofit reduziert den Verbrauch, bindet Kapital und erfordert Stillstandszeiten. Eine Neuinvestition verspricht Effizienzgewinne, erhöht jedoch das Investitionsrisiko in einem volatilen Marktumfeld. Vergleichbare Abwägungen entstehen beim Strombezug, bei Eigenerzeugung oder beim Einsatz von Rezyklaten, deren Qualität schwankt und Prozessfenster beeinflusst.

Die Dekarbonisierung zwingt Unternehmen, diese Entscheidungen systematischer zu treffen. Wer Energie- und Emissionsdaten strukturiert erfasst, kann Investi-

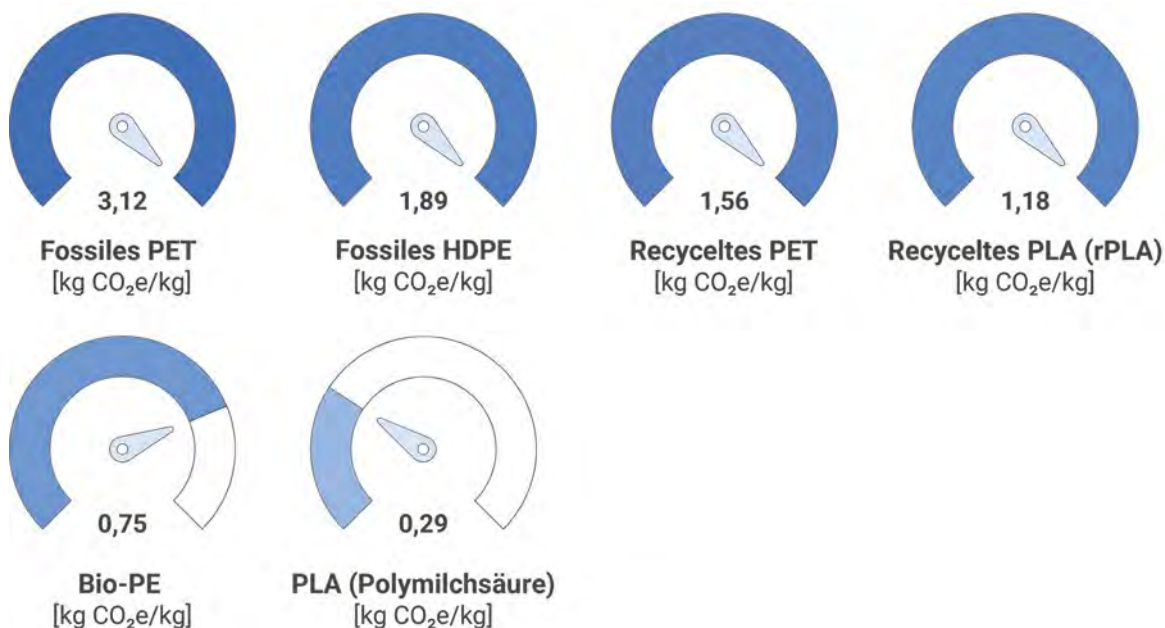


Bild 2: CO₂-Emissionen pro Kilogramm © Volker Loibl-Kähler

tionsoptionen vergleichen, Risiken quantifizieren und Alternativen bewerten. Ohne diese Transparenz bleiben Entscheidungen reaktiv und bedeuten ein erhöhtes Risiko für Fehlinvestitionen, ineffiziente Retrofit-Maßnahmen oder dauerhaft hohe Energiekosten.

Branchenführerschaft entsteht durch operative Steuerung

Wettbewerbsfähigkeit in der Kunststoffverarbeitung entscheidet sich dort, wo Prozesse gesteuert und Investitionen wirksam werden. Nicht Zielsysteme oder Programme bestimmen die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens, sondern die Qualität operativer Entscheidungen entlang energie- und emissionsintensiver Prozessschritte.

Unternehmen, die ihre Anlagenfahrweisen, Energieverbräuche und Materialeinsätze im Detail kennen, handeln schneller und gezielter. Sie investieren dort, wo der größte wirtschaftliche Hebel liegt, und vermeiden Maßnahmen mit geringer Wirkungstiefe. Der Fokus liegt auf wenigen, klar identifizierten Kertreibern wie Lastspitzen im Strombezug, ineffizienten Temperaturfenstern oder hohen Ausschussquoten.

Branchenführerschaft entsteht damit nicht durch die Formulierung ambitionierter Ziele, sondern durch deren Übersetzung in belastbare Steuerungsgrößen. Klimaziele wirken erst dann, wenn sie Investitionsentscheidungen, Produktionskennzahlen und Instandhaltungsstrategien konkret beeinflussen. Operative Souveränität wird so zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil.

ESG als operatives Frühwarnsystem

Im industriellen Kontext entfaltet ESG seine Wirkung weniger als Kommunikationsrahmen, sondern als Risikoinstrument für Geschäftsführung, Controlling und Produktionsverantwortliche. Die systematische Erfassung von Energie-, Emissions- und Lieferkettendaten macht Abhängigkeiten sichtbar, die im laufenden Betrieb oft unterschätzt werden.

Energiepreisvolatilität, regulatorische Eingriffe oder instabile Rohstoffverfügbarkeiten wirken direkt auf Produktionskosten und Planungssicherheit. Unternehmen

Energetische Pfadabhängigkeit

Energetische Pfadabhängigkeit beschreibt den Effekt, dass heutige Investitionsentscheidungen den zukünftigen Energiebedarf und die Emissionsstruktur eines Produktionsstandorts langfristig festlegen. Maschinenparks, Prozesswärmenetze, Medienversorgung und Layouts bestimmen über Jahre, welche Energieformen technisch sinnvoll einsetzbar sind. In der Kunststoffverarbeitung entstehen solche Pfadabhängigkeiten insbesondere durch Spritzguss- und Extrusionsanlagen sowie durch zentrale Kühl- und Trocknungssysteme. Dekarbonisierung wirkt hier nicht kurzfristig, sondern entlang von Investitions- und Abschreibungszyklen.



Bild 3: Der Fahrplan – Transformation in zwölf Monaten © Volker Loibl-Kähler

mit belastbaren ESG-Daten erkennen diese Risiken früher. Sie rechnen Szenarien, priorisieren Investitionen neu und steuern Lieferantenbeziehungen gezielter.

Damit verschiebt sich die Rolle von ESG. Aus einem Berichtsthema wird ein Frühwarnsystem, das Managemententscheidungen absichert und Resilienz im operativen Geschäft erhöht.

Wirtschaftlichkeit entsteht durch Effizienz

Dekarbonisierung greift dort, wo Effizienzreserven liegen, also insbesondere im Zusammenspiel von Ener-

gieeinsatz, Prozessstabilität und Anlagenverfügbarkeit. Hohe Emissionen korrelieren in der Regel mit hohem Energie- oder Materialeinsatz. Jede Reduktion wirkt doppelt: Sie senkt Kosten und verringert Abhängigkeiten.

In der Kunststoffverarbeitung betrifft das Maschinenlaufzeiten, Temperaturführungen, Taktzeiten oder die Nutzung von Abwärme. Auch der Einsatz von Rezyklaten kann wirtschaftlich sinnvoll sein, sofern Qualität und Verfügbarkeit stabil bleiben. Entscheidend bleibt die betriebswirtschaftliche Bewertung jeder Maßnahme. Nur wirtschaftlich tragfähige Lösungen finden Akzeptanz im Betrieb.

Ein strukturierter Fahrplan für Klimamanagement

Ein praxistaugliches Klimamanagement folgt einem klaren Stufenmodell.

- **Phase 1:** Transparenz herstellen (0–12 Monate). Unternehmen erfassen Energie- und Emissionsdaten entlang der wesentlichen Produktionsprozesse. Ziel ist keine Vollständigkeit, sondern eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die energie- und kostenrelevantesten Prozesse. In dieser Phase werden die größten Kosten- und Emissionstreiber identifiziert und erste Zielgrößen definiert.
- **Phase 2:** Maßnahmen priorisieren (12–36 Monate). Auf Basis der Daten folgen konkrete Effizienzmaßnahmen. Klimaziele fließen in Investitionsfreigaben, Instandhaltungsstrategien und Energiebezugsentscheidungen ein.

Emissionsintensität pro Wertschöpfungsschritt

Die Emissionsintensität pro Wertschöpfungsschritt beschreibt den spezifischen CO₂-Ausstoß einzelner Prozesse, etwa pro Kilogramm Output, pro Maschinenstunde oder pro Losgröße. In der Kunststoffverarbeitung unterscheiden sich Prozesse wie Trocknung, Plastifizierung, Formgebung oder Nachbearbeitung teils erheblich in ihrem Energiebedarf. Die Betrachtung auf Prozessebene ermöglicht es, Maßnahmen gezielt dort anzusetzen, wo Emissionen und Kosten tatsächlich entstehen, statt pauschale Reduktionsziele über den gesamten Betrieb zu verteilen.

- **Phase 3:** Skalieren und stabilisieren (ab 36 Monate). Erfolgreiche Maßnahmen gehen in den Regelbetrieb über. Kennzahlen werden verstetigt, Prozesse angepasst und kontinuierlich überwacht. Klimamanagement wird Teil der Produktionssteuerung.

Dieser Ansatz ermöglicht Fortschritte ohne operative Überlastung und erhöht die Planungssicherheit.

Dekarbonisierung als Bestandteil des Geschäftsmodells

Dekarbonisierung erzeugt wirtschaftlichen Nutzen nur dann, wenn sie in das Geschäftsmodell integriert ist. Für mittelständische Kunststoffherzeuger heißt das: Klimaziele wirken nicht neben dem operativen Geschäft, sondern innerhalb der bestehenden Steuerungslogik von Kosten, Investitionen und Produktionssicherheit.

Unternehmen, die Energie- und Emissionsdaten systematisch in Investitionsentscheidungen einbeziehen, erweitern ihre betriebswirtschaftliche Bewertungsbasis. Maschinen, Prozesse und Energieversorgung lassen sich nicht mehr allein nach CAPEX, Durchsatz oder Verfügbarkeit beurteilen, sondern auch nach ihrer Wirkung auf Kostenvolatilität, regulatorische Risiken und langfristige Wettbewerbsfähigkeit. Dekarbonisierung fungiert damit als Filter für Investitionsqualität, indem sie hilft, zukunftsfähige von risikobehafteten Investitionen zu unterscheiden.

Gleichzeitig beeinflusst sie die Marktposition. Kunden fordern zunehmend belastbare Aussagen zur Emissions-

Klimabezogene Investitionsrisiken (Transition Risk)

Transition Risks entstehen aus dem Übergang zu einer emissionsärmeren Industrie. Sie umfassen steigende Energiepreise, regulatorische Eingriffe, veränderte Kundenanforderungen sowie sinkende Restwerte energieintensiver Anlagen. In der Kunststoffindustrie betreffen diese Risiken vor allem langfristige Investitionen in Maschinen, Energieversorgung und Materialeinsatz. Klimamanagement dient hier als Instrument, um Investitionsentscheidungen abzusichern und Fehlinvestitionen in nicht zukunftsfähige Technologien zu vermeiden.

struktur von Produkten. Wer diese liefern kann, stärkt seine Verhandlungsposition, reduziert Abhängigkeiten und sichert Marktzugang. Klimamanagement wirkt damit direkt auf Erlösstabilität und Geschäftsbeziehungen.

Betriebswirtschaftlich entscheidend bleibt die Verankerung: In Controlling, Investitionsfreigaben und Produktionskennzahlen entfaltet Dekarbonisierung Steuerungswirkung. Als eigenständiges Nachhaltigkeitsprojekt bleibt sie begrenzt. Als Bestandteil des Geschäftsmodells wird sie zu einem messbaren Faktor für Kosten, Risiko und Ertrag. ■

Anzeige



Learning Factory and Training Lab

Trainieren. Transformieren. Triumphieren.

Modernste Kompetenzen für Industrie 4.0, IoT, KI & Robotik

Modulares, praxisnahes Training: Heute lernen. Morgen führen. Übermorgen prägen.

<https://lswi.de/industrial-transformation-lab>



© Pixabay/Jan Alexander

Gandhi Gabriel

Ganzheitliche Sicherheit unter NIS2

Schutz für kritische Infrastrukturen und darüber hinaus

Digitale Angriffe, Sabotage oder der Ausfall kritischer Anlagen entstehen längst nicht mehr isoliert in der IT, sondern sind durch die zunehmende Vernetzung auch in der Produktion und Infrastruktur spürbar. Mit der NIS2-Richtlinie verschärft die EU ab 2026 die Anforderungen an den Schutz kritischer Infrastrukturen und rückt ein ganzheitliches Sicherheitsverständnis in den Fokus. Unternehmen müssen Risiken systematisch bewerten, Melde- und Reaktionsprozesse etablieren und digitale sowie physische Schutzmaßnahmen aufeinander abstimmen. Wer diese Anforderungen frühzeitig umsetzt, erhöht die Widerstandsfähigkeit des Betriebs und verankert Sicherheitsmanagement als festen Bestandteil unternehmerischer Verantwortung.

Die Umsetzung der NIS2-Richtlinie betrifft Unternehmen, die essenzielle Dienste bereitstellen, unter anderem Energie, Gesundheit und Telekommunikation. Verbindliche Aufgaben umfassen Risiko- und Krisenmanagement, Zutrittskontrollen, Schlüssel- und Zugriffssysteme und Lieferkettenvereinbarungen. Schulungen für Mitarbeitende zur Sensibilisierung für Risiken und zum richtigen Verhalten im Krisenfall und die Registrierung beim Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) sind ebenfalls zentrale Vorgaben. Kritische Vorfälle müssen zeitnah gemeldet und analysiert werden. Bei Nichteinhaltung drohen Bußgelder von bis zu 10 Millionen Euro oder 2 % des weltweiten Jahresumsatzes, Anordnungen zur nachträglichen Umsetzung von Sicherheitsvorkehrungen und weitere aufsichtsrechtliche Maßnahmen. Die Richtlinie schafft damit einen verbindlichen Rahmen, der Orientierung bietet und die schrittweise Weiterentwicklung bestehender Sicherheitsstrukturen unterstützt.

Infrastruktur resilient gestalten

Physische Sicherheitsmaßnahmen müssen Teil eines ganzheitlichen, risikobasierten Schutzkonzepts sein, das Größe, Rolle und Gefährdungslage des jeweiligen Unternehmens berücksichtigt. Dazu zählen Schutzvorrichtungen, definierte Handlungsmaßnahmen im Notfall und Zuständigkeiten, die dokumentiert, regelmäßig überprüft und geübt werden. Bauliche und technische Vorkehrungen wie Zutrittskontrollen, Videoüberwachung, gesicherte Technikräume und Sicherheitszonen werden ergänzt durch Sensibilisierung der Mitarbeitenden, klare Kommunikationswege und die Integration von Notfallabläufen. NIS2 fordert eine enge Verzahnung von physischer und digitaler Sicherheit, da Lücken im Objektschutz digitale Angriffspunkte eröffnen können. Risikoanalysen und Richtlinien müssen beide Dimensionen gemeinsam adressieren. Durch ein individuelles Konzept von Sicherheitsexperten können blinde Flecke identifiziert und effektive Maßnahmen integriert werden.

Handlungsfähig im Notfall

Neben präventiven Schutzvorkehrungen rückt NIS2 die Reaktionsfähigkeit im Krisenfall in den Fokus. Unternehmen müssen Prozesse definieren, die bei physischen Vorfällen den Betrieb stabilisieren. Ein effektives Notfallmanagement umfasst Maßnahmen wie ein kontrolliertes Herunterfahren sensibler Anlagen, Evakuierungen, die Absicherung gefährdeter Bereiche sowie eine schnelle Wiederinbetriebnahme kritischer Produktionseinrichtungen. Grundlage bildet eine Risikoanalyse, die technische Störungen, Naturereignisse oder Sabotage und Cyber-Angriffe berücksichtigt. Analoge Back-ups sichern die Handlungsfähigkeit beim Ausfall digitaler Systeme.



© Pixabay/Gerd Altmann

Ein effektives Krisenmanagement geht über akute Reaktion hinaus, sichert langfristig geschäftskritische Abläufe und gewährleistet Resilienz unter extremen Bedingungen.

Die Anforderungen der NIS2-Richtlinie machen deutlich, dass Sicherheit nicht als Einzelmaßnahme, sondern als fortlaufender Prozess verstanden werden muss. Unternehmen, die physische und digitale Schutzmaßnahmen integriert planen, Zuständigkeiten klar definieren und ihre Organisation regelmäßig auf Krisensituationen vorbereiten, schaffen verlässliche Strukturen für den Ernstfall. So wird NIS2 weniger zur reinen Compliance-Aufgabe, sondern zu einem Instrument, mit dem sich Stabilität, Vertrauen und langfristige Betriebsfähigkeit sichern lassen ■

NIS2-Richtlinie

Die zweite EU-Richtlinie zur Netzwerk- und Informationssicherheit für Unternehmen und Organisationen in kritischen Sektoren. Sie ersetzt die NIS-Direktive von 2016. Sie verpflichtet zu Sicherheitsmaßnahmen und Meldepflichten und zielt somit auf eine Verbesserung des Cybersicherheitsniveaus in der EU ab.

Souveränität durch Sicherheit: adesso und Omada vertiefen Kooperation

Gemeinsam stärken die Partner Unternehmen bei modernem Identity & Access Management

© adesso



adesso und Omada bauen ihre strategische Partnerschaft aus, um Unternehmen in DACH beim Identity & Access Management zu unterstützen. Mit Omadas führenden IAM- und IGA-Lösungen sowie adesso's Erfahrung in Beratung, Compliance und Transformationsprojekten profitieren Kunden von mehr Sicherheit, effizientem Zugriff und Compliance. Die Kooperation ermöglicht schnellere Cloud- und KI-Initiativen, minimiert Risiken durch überprivilegierte Konten und steigert die Produktivität von Mitarbeitenden durch souveränes Identitätsmanagement.

www.adesso.de, www.omadaidentity.com

CONTACT wird Mehrheitsaktionär bei team neusta

Zwei Bremer Digitalunternehmen bündeln Kräfte für KI und Digitalisierung

Die CONTACT Software Group steigt als Hauptaktionär bei team neusta SE ein. Beide Unternehmen bleiben eigenständig, profitieren aber von Synergien: CONTACTs Software- und KI-Expertise trifft auf die Digitalisierungs- und Beratungsstärke von team neusta. Kunden erhalten erweiterte Services, neue Technologien und nahtlose End-to-End-Lösungen für die digitale Transformation.

www.contact-software.com
www.team-neusta.de



© CONTACT

Tangible Growth und cbs starten Partnerschaft

Strategieumsetzung trifft Unternehmenstransformation

© cbs



Tangible Growth und cbs Corporate Business Solutions bündeln ihre Kräfte, um Unternehmen in großangelegten IT-Transformationsprojekten messbaren Mehrwert zu liefern. Tangible Growth liefert die Plattform für Strategieumsetzung, cbs bringt Expertise in Transformation und SAP-Prozessen ein. Gemeinsam unterstützen sie Kunden beim Tracking von OKRs, der Umsetzung von Governance und schnelleren Ergebnissen.

www.cbs-consulting.com

WiriTec® C

ENERGIEMANAGEMENT WEITERGEDACHT

Kennzahlen standort-
übergreifend vergleichen

ISO 50.001-konforme
Nachweisführung

Verbrauchsanalysen auf
Anlagen- und Prozessebene

Datenbasierte
Entscheidungen treffen

Belastbare
Verbrauchsprognosen

Auffälligkeiten und
Leckagen sichtbar machen

Schaffen Sie Transparenz



über Ihre Energieverbräuche!

www.wiritec.com/kontakt

...weil Daten allein noch keine Kosten senken.

WiriTec® C verknüpft Energiedaten mit Anlagen, Prozessen und Standorten und macht Energieflüsse im industriellen Umfeld nachvollziehbar. Verbräuche werden in ihren Zusammenhängen sichtbar, sodass Abweichungen, Grundlasten und Verluste frühzeitig erkannt und bewertet werden können.

So entsteht eine Transparenz, die fundierte Entscheidungen ermöglicht und sich im Betrieb rechnet.

WiriTec
Wireless Resource Information Technology

Hanna Theuer und Norbert Gronau

Marktstudie Energiemanagementsysteme

28 Systeme im Vergleich

AKTIF Technology GmbH

84 www.aktif.energy

AKTIF

BS-Systeme GmbH

84 www.bs-systeme.de

 **bs-systeme**

Correct Power Institute GmbH

85 www.cp-institute.de



EBSnet eEnergy Software GmbH

85 www.ebsnet.de

 **myX Business**

Energieversorgung Mittelrhein AG

86 www.evm.de



EUDT GmbH

86 www.EUDT.at



FENECON GmbH

87 www.fenecon.de



FlowChief GmbH

87 www.flowchief.de



Fränz & Jaeger GmbH

87 www.fraenz-jaeger.de



GFT Integrated Systems GmbH

88 www.in-gmbh.de

GFT

**GPI – Gesellschaft für Prüfstand-
untersuchungen und Ingenieur-
dienstleistungen bmbH**

88 www.gpi-stenn.de



INCLUDIS Automation Systems Inc.

89 www.includis.com



IngSoft GmbH

89 www.ingsoft.de



Janitza electronics GmbH

89 www.janitza.de

Janitza®

KBR GmbH

90 www.kbr.de



KISTERS AG

90 www.kisters.de



KÖHL AG91 www.koehl-mb.eu**Mirasoft GmbH & Co. KG**91 www.mirasoft.de**MST System Solutions GmbH**91 www.mst-solutions.de**NORDWESTDEUTSCHE ZÄHLER-REVISION Ing. Aug. Knemeyer GmbH & Co. KG**92 www.nzr.de**RSW Technik GmbH**92 www.rsw-technik.de**SCH.E.I.D.L GmbH**93 www.scheidl.de**T&G Automation**93 www.tug.at**VEIL Energy Srl**94 www.veil-energy.eu**Weidmüller GTI Software GmbH**94 www.GTI.de**Wendeware AG**95 www.wendeware.com**WiriTec GmbH**95 www.wiritec.com**WÖHWA GmbH**95 www.woehwa.com

**Vollständige Daten
zum Download**



Im Jahr 2024 verbrauchte die deutsche Industrie rund 3.343 Petajoule Energie – etwas weniger als noch vor fünf Jahren. Etwa 89,5 % davon wurden energetisch genutzt, also beispielsweise zur Erzeugung von Strom, Wärme oder Dampf. Der rückläufige Energieeinsatz zeigt, dass ein Umdenken in vielen Unternehmen bereits Einzug gehalten hat. Dennoch bleibt die Steigerung der Energieeffizienz eine der größten Herausforderungen – nicht nur im Hinblick auf Kosten, sondern auch zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045. Unternehmen setzen daher zunehmend auf digitale Energiemanagementsysteme, um Verbräuche transparent zu erfassen, gezielt zu analysieren und wirksame Maßnahmen zur Einsparung umzusetzen.

Factory Innovation stellt 28 Lösungen mit ihrem jeweiligen Funktionsumfang vor. PRO-Abonnenten von Factory Innovation erhalten die vollständigen Antworten als Excel-Datei.

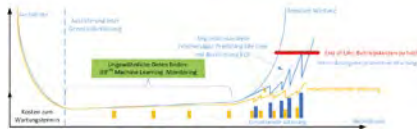
Unternehmen	AKTIF Technology GmbH	BS-Systeme GmbH
	EMS der AKTIF Technology GmbH 	EMS der BS-Systeme GmbH 
Unterstützt Ihre Lösung ...		
... die Datenerfassung aus Sensorik und Steuerungen?	✗	✓
... die systemübergreifende Datenerfassung?	✓	✓
... die Visualisierung von Auswertungen?	✓	✓
... die Analyse und Auswertung?	✗	✓
... die Ermittlung von Energiekennzahlen?	✓	✓
... das Berichtswesen?	✓	✓
... das Energiemonitoring?	✗	✓
... das Energiecontrolling?	✓	✓
... Alarme?	✗	✓
Wie hat sich das Energiemanagement durch Industrie 4.0 verändert?	-	-
Welche Trends sehen Sie in den kommenden Jahren im Bereich „Energiemanagement“?	-	-
Welche Systemerweiterungen planen Sie in den nächsten drei Jahren?	-	-
Ist Ihre Lösung DIN EN 50001-konform?	✗	✓
Besteht in Ihrer Lösung die Möglichkeit zur Datenübertragung mittels Automation ML LON Profibus IB KNX	✗ ✗ ✗ ✗	✓ ✓ ✓ ✓
Erlaubt Ihre Lösung ...		
... den Export von Energieberichten als docx?	✗	✗
... die Berechnung und Ausgabe der Kennzahl „Nettoenergieeffektivität“?	✓	✗
... die Berechnung und Ausgabe der Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten?	✓	✓
... im Bereich des Energiecontrollings die Berücksichtigung von EVU-Verträgen?	✓	✓
... den Vergleich verschiedener Energieanbieter?	✓	✓
... das energieeffiziente Einschalten von Maschinen?	✗	✓

Correct Power Institute GmbH

EBSnet eEnergy Software GmbH

EMS der Correct Power Institute GmbH

IEP® Monitoring & Maintenance mit Machine Learning:
CPI Active Asset Management für Industrie 4.0



EMS der EBSnet eEnergy Software GmbH



✓

✓

✗

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

-

-

-

-

-

-

✓

✓

✓ | ✗ | ✓ | ✗

✗ | ✗ | ✗ | ✗

✓

✗

✓

✓

✓

✓

✓

✗

✓

✗

✓

✗

Unternehmen	Energieversorgung Mittelrhein AG	EUdT GmbH
	EMS der Energieversorgung Mittelrhein AG 	EMS der EUdT GmbH 
Unterstützt Ihre Lösung ...		
... die Datenerfassung aus Sensorik und Steuerungen?	✓	✓
... die systemübergreifende Datenerfassung?	✓	✓
... die Visualisierung von Auswertungen?	✓	✓
... die Analyse und Auswertung?	✓	✓
... die Ermittlung von Energiekennzahlen?	✓	✓
... das Berichtswesen?	✓	✓
... das Energiemonitoring?	✓	✓
... das Energiecontrolling?	✗	✓
... Alarme?	✓	✓
Wie hat sich das Energiemanagement durch Industrie 4.0 verändert?	-	-
Welche Trends sehen Sie in den kommenden Jahren im Bereich „Energiemanagement“?	-	-
Welche Systemerweiterungen planen Sie in den nächsten drei Jahren?	-	-
Ist Ihre Lösung DIN EN 50001-konform?	✓	✓
Besteht in Ihrer Lösung die Möglichkeit zur Datenübertragung mittels Automation ML LON Profibus IB KNX	✗ ✗ ✗ ✗	✓ ✓ ✓ ✓
Erlaubt Ihre Lösung ...		
... den Export von Energieberichten als docx?	✗	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Kennzahl „Nettoenergieeffektivität“?	✗	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten?	✓	✓
... im Bereich des Energiecontrollings die Berücksichtigung von EVU-Verträgen?	✗	✓
... den Vergleich verschiedener Energieanbieter?	✗	✓
... das energieeffiziente Einschalten von Maschinen?	✗	✗

Energiemanagementsysteme

FENECON GmbH

FlowChief GmbH

Fränz & Jaeger GmbH

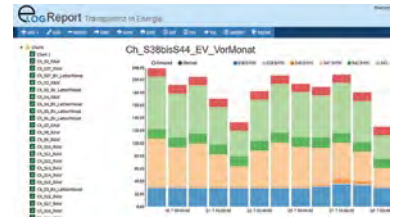
EMS der FENECON GmbH



EMS der FlowChief GmbH



EMS der Fränz & Jaeger GmbH



✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✗

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✗

✓

✓

–

–

–

–

–

–

–

–

–

✗

✓

✓

✗ | ✗ | ✗ | ✗

✓ | ✓ | ✓ | ✗

✗ | ✓ | ✓ | ✓

✗

✗

✗

✗

✗

✓

✗

✗

✓

✓

✗

✓

✗

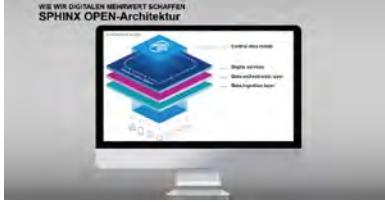
✗

✗

✗

✓

✓

Unternehmen	GFT Integrated Systems GmbH	GPI Gesellschaft für Prüfstand- untersuchungen und Ingenieur- dienstleistungen bmH
	EMS der GFT Integrated Systems GmbH 	EMS der GPI Gesellschaft für Prüfstanduntersuchungen und Ingenieurdienstleistungen bmH 
Unterstützt Ihre Lösung ...		
... die Datenerfassung aus Sensorik und Steuerungen?	✓	✓
... die systemübergreifende Datenerfassung?	✓	✓
... die Visualisierung von Auswertungen?	✓	✓
... die Analyse und Auswertung?	✓	✓
... die Ermittlung von Energiekennzahlen?	✓	✓
... das Berichtswesen?	✓	✓
... das Energiemonitoring?	✓	✓
... das Energiecontrolling?	✓	✓
... Alarme?	✓	✓
Wie hat sich das Energiemanagement durch Industrie 4.0 verändert?	–	–
Welche Trends sehen Sie in den kommenden Jahren im Bereich „Energiemanagement“?	–	–
Welche Systemerweiterungen planen Sie in den nächsten drei Jahren?	–	–
Ist Ihre Lösung DIN EN 50001-konform?	✓	✓
Besteht in Ihrer Lösung die Möglichkeit zur Datenübertragung mittels Automation ML LON Profibus IB KNX	✗ ✗ ✗ ✗	✗ ✗ ✓ ✓
Erlaubt Ihre Lösung ...		
... den Export von Energieberichten als docx?	✗	✗
... die Berechnung und Ausgabe der Kennzahl „Nettoenergieeffektivität“?	✓	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten?	✓	✓
... im Bereich des Energiecontrollings die Berücksichtigung von EVU-Verträgen?	✓	✓
... den Vergleich verschiedener Energieanbieter?	✗	✗
... das energieeffiziente Einschalten von Maschinen?	✓	✓

Energiemanagementsysteme

INCLUDIS Automation Systems Inc.

IngSoft GmbH

Janitza electronics GmbH

EMS der INCLUDIS Automation Systems Inc.



EMS der IngSoft GmbH



EMS der Janitza electronics GmbH



✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

-

-

-

-

-

-

-

-

-

✓

✓

✓

✓ | ✗ | ✓ | ✗

✗ | ✗ | ✓ | ✓

✗ | ✗ | ✗ | ✗

✓

✓

✗

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✗

✓

✓

✗

✓

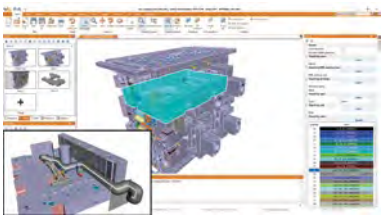
✗

✗

✓

✗

✗

Unternehmen	KBR GmbH	KISTERS AG
	EMS der KBR GmbH 	EMS der KISTERS AG 
Unterstützt Ihre Lösung ...		
... die Datenerfassung aus Sensorik und Steuerungen?	✓	✓
... die systemübergreifende Datenerfassung?	✓	✓
... die Visualisierung von Auswertungen?	✓	✓
... die Analyse und Auswertung?	✓	✓
... die Ermittlung von Energiekennzahlen?	✓	✓
... das Berichtswesen?	✓	✓
... das Energiemonitoring?	✓	✓
... das Energiecontrolling?	✓	✓
... Alarme?	✓	✓
Wie hat sich das Energiemanagement durch Industrie 4.0 verändert?	-	-
Welche Trends sehen Sie in den kommenden Jahren im Bereich „Energiemanagement“?	-	-
Welche Systemerweiterungen planen Sie in den nächsten drei Jahren?	-	-
Ist Ihre Lösung DIN EN 50001-konform?	✓	✓
Besteht in Ihrer Lösung die Möglichkeit zur Datenübertragung mittels Automation ML LON Profibus IB KNX	✗ ✗ ✓ ✗	✗ ✗ ✗ ✗
Erlaubt Ihre Lösung ...		
... den Export von Energieberichten als docx?	✗	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Kennzahl „Nettoenergieeffektivität“?	✓	✗
... die Berechnung und Ausgabe der Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten?	✓	✗
... im Bereich des Energiecontrollings die Berücksichtigung von EVU-Verträgen?	✓	✗
... den Vergleich verschiedener Energieanbieter?	✗	✗
... das energieeffiziente Einschalten von Maschinen?	✓	✓

Energiemanagementsysteme

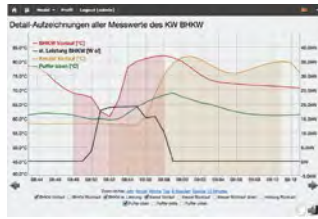
KÖHL AG	Mirasoft GmbH & Co. KG	MST System Solutions GmbH
EMS der KÖHL Maschinenbau AG	EMS der Mirasoft GmbH & Co. KG	EMS der MST System Solutions GmbH
		
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✗	✓
✓	✓	✓
-	-	Von der Statik zur Echtzeit (Transparenz), Verschmelzung von Energie- und Produktionsdaten, Digitaler Zwilling und Simulation, Dezentrale Intelligenz
-	-	KI-basierte Intelligenz: von der Diagnose zur Prognose, Regulatorik & Gesetze als Markttreiber, Sektorenkopplung und Dezentralisierung
-	Energiebericht (ESG Reporting) mit hierarchischer Auswertung	Umstellung auf komplett API-basierendes System, neue Version der Portal-Lösung
✓	✓	✓
✗ ✗ ✓ ✗	✗ ✗ ✗ ✗	✗ ✓ ✓ ✓
✓	✗	✗
✗	✗	✓
✓	✗	✓
✓	✗	✓
✗	✗	✗
✗	✗	✓

Unternehmen	NORDWESTDEUTSCHE ZÄHLER- REVISION Ing. Aug. Knemeyer GmbH & Co. KG	RSW Technik GmbH
	EMS der NORDWESTDEUTSCHE ZÄHLERREVISION Ing. Aug. Knemeyer GmbH & Co. KG	EMS der RSW Technik GmbH
		
Unterstützt Ihre Lösung ...		
... die Datenerfassung aus Sensorik und Steuerungen?	✓	✓
... die systemübergreifende Datenerfassung?	✓	✓
... die Visualisierung von Auswertungen?	✓	✓
... die Analyse und Auswertung?	✓	✓
... die Ermittlung von Energiekennzahlen?	✓	✓
... das Berichtswesen?	✓	✓
... das Energiemonitoring?	✓	✓
... das Energiecontrolling?	✓	✓
... Alarme?	✓	✓
Wie hat sich das Energiemanagement durch Industrie 4.0 verändert?	-	-
Welche Trends sehen Sie in den kommenden Jahren im Bereich „Energiemanagement“?	-	-
Welche Systemerweiterungen planen Sie in den nächsten drei Jahren?	-	-
Ist Ihre Lösung DIN EN 50001-konform?	✓	✓
Besteht in Ihrer Lösung die Möglichkeit zur Datenübertragung mittels Automation ML LON Profibus IB KNX	x ✓ x ✓	x x x x
Erlaubt Ihre Lösung ...		
... den Export von Energieberichten als docx?	x	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Kennzahl „Nettoenergieeffektivität“?	✓	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten?	✓	✓
... im Bereich des Energiecontrollings die Berücksichtigung von EVU-Verträgen?	✓	✓
... den Vergleich verschiedener Energieanbieter?	x	x
... das energieeffiziente Einschalten von Maschinen?	✓	x

SCH.E.I.D.L GmbH

T&G Automation

EMS der SCH.E.I.D.L GmbH



EMS der T&G Automation



✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✗

✓

✓

✓

✗

✓

✓

✓

—

—

—

—

—

—

✓

✓

✗ | ✗ | ✗ | ✗

✓ | ✓ | ✓ | ✓

✗

✓

✗

✓

✓

✓

✗

✓

✗

✓

✗

✓

Unternehmen	VEIL Energy Srl	Weidmüller GTI Software GmbH
-------------	-----------------	------------------------------

EMS der VEIL Energy Srl

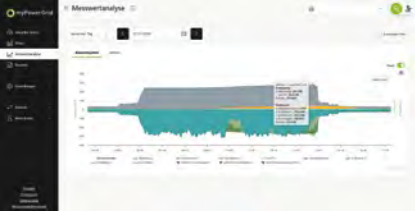


ResMa® Energiemanagement-Software



Unterstützt Ihre Lösung ...		
... die Datenerfassung aus Sensorik und Steuerungen?	✓	✓
... die systemübergreifende Datenerfassung?	✓	✓
... die Visualisierung von Auswertungen?	✓	✓
... die Analyse und Auswertung?	✓	✓
... die Ermittlung von Energiekennzahlen?	✓	✓
... das Berichtswesen?	✓	✓
... das Energiemonitoring?	✓	✓
... das Energiecontrolling?	✓	✗
... Alarme?	✓	✓
Wie hat sich das Energiemanagement durch Industrie 4.0 verändert?		-
Welche Trends sehen Sie in den kommenden Jahren im Bereich „Energiemanagement“?	Die Energiespeicherung und sinnvolle Steuerung von Einkauf, Eigenproduktion, Speicherung und Verbrauch	-
Welche Systemerweiterungen planen Sie in den nächsten drei Jahren?	-	-
Ist Ihre Lösung DIN EN 50001-konform?	✓	✓
Besteht in Ihrer Lösung die Möglichkeit zur Datenübertragung mittels Automation ML LON Profibus IB KNX	✓ ✓ ✓ ✓	✗ ✗ ✗ ✗
Erlaubt Ihre Lösung ...		
... den Export von Energieberichten als docx?	✓	✗
... die Berechnung und Ausgabe der Kennzahl „Nettoenergieeffektivität“?	✓	✓
... die Berechnung und Ausgabe der Energiekosten in Relation zu den Herstellungskosten?	✓	✗
... im Bereich des Energiecontrollings die Berücksichtigung von EVU-Verträgen?	✓	✗
... den Vergleich verschiedener Energieanbieter?	✓	✗
... das energieeffiziente Einschalten von Maschinen?	✓	✗

Energiemanagementsysteme

Wendeware AG			WiriTec GmbH			WÖHWA GmbH		
EMS der Wendeware AG			EMS der WiriTec GmbH			EMS der WÖHWA GmbH		
								
✓			✓			✓		
✓			✓			✓		
✓			✓			✓		
✓			✓			✓		
✗			✓			✓		
✓			✓			✓		
✓			✓			✓		
✓			✓			✓		
✓			✓			✓		
-			Zunahme an verfügbaren energierelevanten Daten			-		
- Einbindung weiterer Energiearten wird wichtiger - Steigende Anforderungen durch sich verändernde regulatorische Vorgaben - Prädiktive, risikoorientierte Optimierung rückt in den Fokus			Nutzung von KI zur tiegreifenden Auswertung von Energie- und Prozessdaten			-		
Erweiterung um prädiktive Energieeffizienz-Optimierungen, um Maßnahmen robuster zu bewerten und Energieeinsatz sowie Kosten nachhaltig zu reduzieren.			-			-		
✓			✓			✓		
Anpassung ✗ ✗ Anpassung			✓ ✓ ✓ ✓			✗ ✗ ✗ ✗		
✗			✓			✗		
✗			✓			✗		
✗			✓			✗		
✓			✓			✗		
✗			✓			✗		
✗			✓			✓		

Erwähnte Unternehmen

0-9

5G-SMART Projekt..... 19

A

ABB..... 14, 23, 49
 Achema..... 71
 Adesso..... 42, 80
 AIMTEC a. s..... 98
 AKTIF Technology GmbH..... 82, 84
 Aleph Alpha..... 13, 14
 All for One..... 13, 21
 Allianz Industrie 4.0
 Baden-Württemberg..... 17, 21
 Alois-Müller-Gruppe..... 16, 23
 Altair Engineering..... 15, 21
 Andritz..... 12
 apollo consulting..... 8, 72
 August-Wilhelm Scheer Institut..... 8, 64, 68
 AVL List..... 12

B

B&R..... 14
 BAREWAYS GmbH..... 9, 98
 Beckhoff Automation..... 12, 14, 19
 Berger Holding GmbH und Co. KG..... 68
 Black Forest Labs..... 13
 BMW..... 15, 23, 42, 43
 BMWE..... 59, 61, 68
 Boeing..... 15
 Bosch..... 14, 16, 21, 98
 BS-Systeme GmbH..... 82, 84
 Bundesverband IT-Mittelstand e.V. 34, 35

C

Carl Zeiss SMT..... 15, 21
 cbs..... 80
 Celonis..... 15
 Cern..... 12
 Circular Economy
 Initiative Deutschland..... 16, 19
 COMAN Software GmbH..... 98
 Concur..... 6
 complement..... 15, 22
 CONTACT..... 80
 CONVOTIS..... 70
 Correct Power Institute GmbH..... 82, 85
 Covestro..... 16, 20
 CyberKom AI..... 16, 20

D

Datenfabrik NRW..... 14
 Datenfabrik NRW..... 14, 19
 DeepL..... 13, 15
 Deutsche Bundesbank..... 60
 DFKI..... 13
 Duale Hochschule
 Baden-Württemberg..... 21
 DMG Mori GmbH..... 68
 Dürr..... 16, 22

E

e-dynamics..... 70
 E.ON..... 43
 EBSnet eEnergy Software GmbH..... 82, 85
 EcolnCure-Technologie..... 16
 Effizienz-Netzwerke..... 49
 elunic..... 14, 21
 embedded ocean GmbH..... 6, 24
 Energieversorgung Mittelrhein AG..... 82, 86
 engomo GmbH..... 98
 EUDET GmbH..... 82, 86
 evon GmbH..... 99
 Expo 2025 in Japan..... 16

F

Factory Innovation Award..... 2
 Factory-X..... 62, 67, 68
 FactoryPal..... 14, 19
 Fairphone..... 16, 23
 FASTEC..... 13, 19
 FAUN Gruppe..... 56
 FENECON GmbH..... 82, 87
 Festo..... 14, 21
 FlowChief GmbH..... 82, 87

FORCAM ENISCO GmbH..... 6, 14, 23, 33
 Framence GmbH..... 99
 Fränz & Jaeger GmbH..... 82, 87
 Fraunhofer IIS..... 12
 Fraunhofer IML..... 68
 Fraunhofer IOSB-INA..... 17, 19
 Fraunhofer IPK..... 17, 19
 Fraunhofer IPT..... 20
 Fraunhofer IWU..... 17, 19
 Fraunhofer IPA..... 13, 17, 21
 fruitcore robotics..... 14, 22
 Fujitsu..... 42

G

General Electric..... 15
 German Edge Cloud GmbH..... 68
 GFT Integrated Systems GmbH..... 82, 88
 Giesecke+Devrient..... 12, 15, 22
 GPI bmH..... 82, 88
 Grant Thornton Deutschland..... 16, 20
 GTT Gesellschaft für Technologie
 Transfer mbH..... 99

H

Hannover Messe..... 12, 26, 104
 Hanser Fachbuchverlag..... 7

I

I-Care Deutschland GmbH..... 99
 IERA Award..... 49
 ifm electronic..... 14, 20
 igus..... 14, 20
 IHK Akademie Schwaben..... 17, 23
 INCLUDIS Automation Systems Inc. 82, 89
 Industrie 4.0 Maturity Center..... 17, 20
 Industrie Informatik..... 14
 Infineon..... 15, 23
 Ingssoft GmbH..... 82, 89
 Innovationsgesellschaft für
 fortgeschrittene Produktionssysteme
 in der Fahrzeugindustrie mbH..... 100
 IIM, Technische Universität Graz..... 99
 ISG Industrielle Steuerungstechnik
 GmbH..... 100
 ITA Academy..... 17, 20

J

Janitza electronics GmbH..... 82, 89
 Janz Tec AG..... 15, 19
 Jungheinrich AG..... 42

K

Karlsruher Institut für Technologie 17, 22
 KBR GmbH..... 82, 90
 KIRCHHOFF Ecotec..... 56
 KISTERS AG..... 82, 90
 Klima.Neutral.Digital-Initiative..... 16, 22
 KNF..... 56
 KÖHL AG..... 83, 91
 KPMG Deutschland..... 17, 19
 KUKA..... 12, 14, 23

L

Labs Network Industrie 4.0 e. V. .. 6, 10, 68
 Liebherr..... 42
 Linde Material Handling GmbH..... 14, 20

M

m3connect..... 70
 Mahle..... 15, 21
 MaibornWolff GmbH..... 15, 22
 Max-Planck-Gesellschaft..... 22
 MHP – A Porsche Company..... 17, 21
 Microsoft..... 15, 33
 Mirasoft GmbH & Co. KG..... 83, 91
 MoreThanDigital..... 6, 28
 MPDV..... 13, 22
 MST System Sol..... 83, 91

N

Naldera Advisory Services..... 100
 Nemetschek..... 15
 neogramm..... 14, 20
 Neura Robotics..... 14, 21

NORDWESTDEUTSCHE ZÄHLER-

REVISION Ing. Aug. Knemeyer
 GmbH & Co. KG..... 83, 92
 Novotek..... 16, 23
 NTT DATA Deutschland SE..... 100

O

Omada..... 80
 OpenAI..... 14
 Panasonic Connect
 Europe..... 7, 50

P

PepsiCo..... 15
 Phoenix Contact..... 14, 19
 Pilz..... 14, 21
 Plattform Industrie 4.0..... 13
 Potsdam Consulting Advisory GmbH. 101
 PROXIA..... 13, 23
 PSI..... 13, 19, 101

R

Read-Soft..... 6
 RealWear..... 15
 REMIRA..... 56
 Rittal..... 14, 20
 RM Risk Management..... 17
 Robco..... 14, 22
 Rockwell Automation..... 49, 70
 ROKStudios..... 70
 Roundpeg Technologies..... 14, 22
 RSW Technik GmbH..... 83, 92
 RWTH Aachen..... 17, 20

S

SAP..... 6, 13, 16, 20, 33, 42
 SCALE-MX..... 8, 59
 SCH.E.I.D.L GmbH..... 83, 93
 Schneider Electric..... 16, 20
 SCHUNK..... 14, 22
 Schwarz-Gruppe..... 14
 Sick..... 12
 Siemens..... 7, 12, 13, 22, 44, 48, 57, 68
 Smarte Demonstrationsfabrik
 Siegen GmbH..... 68
 software4production GmbH..... 101
 SSB – Sicherheit, Service,
 Beratung GmbH..... 8, 78
 Stäubli..... 12, 14, 23
 STIWA Software..... 101
 Symestic..... 13, 21
 SYS-DAT..... 13

T

T&G Automation..... 83, 93
 Tangible Growth..... 80
 team neusta..... 80
 TeamViewer..... 15
 TRUMPF..... 7, 14, 15, 21, 38, 45, 46, 68
 TÜV Süd..... 43, 55

U

Universität Hannover..... 8
 InTraLab, Universität
 Potsdam..... 6, 17, 19, 77, 100

V

valantic..... 14, 22
 VDI Wissensforum GmbH..... 17, 20
 VDMA..... 8, 58, 68
 VEIL Energy Srl..... 83, 94

W

WAGO..... 14, 19
 we.CONNECT..... 69
 Weidmüller GTI Software GmbH..... 83, 94
 Wendeware AG..... 83, 95
 WiriTec..... 81, 83, 95
 WÖHWA GmbH..... 83, 95

X

Xentara..... 6, 15, 23

Z

ZEISS Industrial Quality Solutions..... 14
 ZF Friedrichshafen..... 15, 23
 Zoom..... 15

FACTORY INNOVATION

Anbieterportal

Das große Suchportal online: Orientierung und Durchblick für Entscheider. Mühelos Firmen nach Lösungen und Branchen finden.



**aimtec****AIMTEC a. s.**

U Prazdroje 2807/8
301 00 Pilsen
Tschechische Republik

www.aimtecglob.com

Wer wir sind:

Seit mehr als 25 Jahren begleitet Aimtec Unternehmen der Automobilindustrie bei der digitalen Transformation. Aimtec hilft Ihnen dabei, die Produktion, Logistik und Lieferkette zu digitalisieren.

Unsere Leistungen:

Das Portfolio umfasst IT-Lösungen für die Produktion, deckt Fertigungs- und Logistikprozesse sowie die Integration mit Abnehmern und Lieferanten ab. Aimtec entwickelt Lösungen und ist ein Partner von SAP und Asprova.

**Bareways GmbH**

Maria-Goeppert-Str. 3
23562 Lübeck

www.bareways.ai

Wer wir sind:

Bareways entwickelt KI-Lösungen für kleine und große Kunden wie Porsche, Airbus, Valeo, Mazda, Togg und Royal Enfield. Das Team spricht fließend Deutsch und Englisch und unterstützt Sie als Know-how-Partner oder Subunternehmer.

Unsere Leistungen:

Von der Idee bis zum Produkt: Wir entwickeln für Sie individuelle AI-native Software, die komplexe Systeme beherrschbar macht: AI-native Entwicklung: Machine Learning, Deep Learning, LLMs, Generative AI, Vision Processing, Big Data.



A Bosch Company

Bosch Rexroth AG

Unterdürrbacher Straße 10
97080 Würzburg

www.boschrexroth.com

Wer wir sind:

Die Bosch Rexroth Academy ist Ihr Weiterbildungspartner im Bereich Automatisierung industrieller und mobiler Applikationen. Training mit Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Spitzentechnologie im Fokus.

Unsere Leistungen:

Anwendungs- und zielorientiert gestaltetes Training auf Basis von im Arbeitsalltag bekannten Herausforderungen. Die Academy bietet individualisierte Trainingssysteme mit originaler Industrietechnik.

**COMAN Software GmbH**

Luederitzer Str. 3-5
39576 Stendal

www.coman-software.com

Wer wir sind:

COMAN Software ist Marktführer für innovative Projektmanagement-Software. Die Lösung hilft Industriegiganten wie VW, BMW oder Mercedes-Benz, Projekte effizienter und erfolgreicher abzuschließen.

Unsere Leistungen:

Innovative Software mit Features zur effizienten Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten. Der Fokus liegt auf Prozessoptimierung, um die Produktivität und den Erfolg der Kunden zu maximieren.

**engomo GmbH**

Marktstraße 52
72458 Albstadt

www.engomo.com

Wer wir sind:

Die engomo GmbH mit Sitz in Albstadt wurde 2012 gegründet und ist Hersteller einer LowCode-Digitalisierungsplattform, die komplexe, integrierte und individuelle Prozesse in Enterprise Apps bringt.

Unsere Leistungen:

LowCode von engomo ermöglicht die prozessoptimierte Konfiguration von nativ-mobilen und web-basierten Apps für die Prozesse in Fertigung und Warehouse, nahtlose Integrationsfähigkeit mit jeglichen Backend-Systemen und Flexibilität in der Endgerätewahl.

**evon GmbH**

Wollsdorf 154
8181 St. Ruprecht an der Raab
Österreich

www.evon-automation.com

Wer wir sind:

Wir sind evon, die Entwickler der revolutionären 360°-Automatisierungs- und Leittechnikplattform. Durch das offene Systemdesign findet evon XAMControl in einer Vielzahl von Branchen Anwendung, darunter Verkehrsmanagement, Industrie und Gebäudeautomation.

Unsere Leistungen:

Als Softwareplattform bietet evon XAMControl Funktionen von der Datenerfassung von automatisierten und manuellen Tätigkeiten über die Visualisierung und Bedienung von Maschinen und Anlagen bis hin zur übergeordneten Steuerung von Produktionsprozessen.

**Frameence GmbH**

Berliner Ring 103
64625 Bensheim

www.frameence.com

Wer wir sind:

FRAMEENCE ist ein innovatives Familienunternehmen, das Ihnen hilft, alle Gebäude, Anlagen und kritischen Installationen immer und überall im Blick zu behalten. Mit FRAMEENCE on-site-in-seconds!

Unsere Leistungen:

Ein Google Street View Ihrer Gebäude und Infrastruktur – das ist FRAMEENCE. Sie haben jederzeit sicheren Zugriff auf Daten zum Messen und Planen: ein fotorealistischer single point of data access.

**GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH**

Hollerithallee 7
30419 Hannover

www.gtt-online.de

Wer wir sind:

GTT ist ein global tätiges Beratungsunternehmen im Bereich der Produktions- und Logistikoptimierung. Nutzen Sie die FAST-Methode für Liefertermintreue, Lieferzeit, Bestandsmanagement und Produktivität.

Unsere Leistungen:

Die jFAST LowCode Monitoring- und Integrationsplattform für totale Transparenz beim Auftrags- und Materialfluss. Optimierung von Auftragsdurchlauf und Personaleinsatz mit aktivem Engpassmanagement.

**I-Care Deutschland GmbH**

Dennewartstr. 25 – 27
52068 Aachen

www.icareweb.com

Wer wir sind:

I-care ist ein weltweit agierender Spezialist für Predictive Maintenance. Wir unterstützen Unternehmen dabei, Stillstände zu vermeiden und die Effizienz ihrer Anlagen zu steigern.

Unsere Leistungen:

I-care bietet weltweit predictive Maintenance, Condition Monitoring und Anlagenanalyse. Wir helfen Unternehmen, Ausfälle zu vermeiden, Kosten zu senken und die Effizienz ihrer Produktion zu steigern.

**Institut für Innovation und Industrie Management – IIM Technische Universität Graz**

Kopernikusgasse 24/II
8010 Graz
Österreich

www.tugraz.at/institute/iim

Wer wir sind:

Das IIM-Institut der TU Graz betreibt mit der LEAD Factory eine verkleinerte Produktionsstätte (Lernfabrik) für praxisnahe Workshops, Vorträge und Technologiedemonstrationen.

Unsere Leistungen:

In Schulungen lernen Teilnehmer, ineffiziente Prozesse in schlanke, digitalisierte und energieeffiziente Abläufe zu transformieren. Durch Learning-by-doing bleibt Erlerntes dauerhaft in Erinnerung.



**Innovationsgesellschaft
für fortgeschrittene
Produktionssysteme
in der Fahrzeug-
industrie mbH**

Steinplatz 2
10623 Berlin

www.inpro.de

Wer wir sind:

inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH ist ein Joint Venture der Industriekonzerne Volkswagen und Siemens.

Unsere Leistungen:

inpro entwickelt an der Schnittstelle Wissenschaft und Wirtschaft innovative Technologien und Softwarelösungen für industrielle Produktions- und Engineeringprozesse.



**Industrial
Transformation
Lab Potsdam**

Karl-Marx-Str. 67
14482 Potsdam

www.lswi.de/industrie-40-labor

Wer wir sind:

Das Industrial Transformation Lab ist eine einzigartige Plattform im deutschsprachigen Raum, die Automatisierung, Robotik und IT in einer Lernfabrik kombiniert. Es simuliert zukünftige Wertschöpfungsprozesse und entwickelt innovative Lösungen.

Unsere Leistungen:

Schulungen zu schlanken Digitalen Prozessen, KI und Abwehr von Cyber-Bedrohungen. Test und Bewertung neuer Produkte, Software und Produktionskonzepte in der Lernfabrik. Gemeinsame Forschung und praxisnahe Pilotierung.



**ISG Industrielle
Steuerungstechnik
GmbH**

Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

www.isg-stuttgart.de

Wer wir sind:

Seit mehr als 35 Jahren treiben wir als erfahrender Technologiepartner die Digitalisierung und Automatisierung im Maschinen- und Anlagenbau voran – mit innovativer Software und aktiver persönlicher Unterstützung.

Unsere Leistungen:

Ob durchgängige Simulationssoftware für das Digitale Engineering (ISG-virtuos), hochpräzise Steuerungssoftware für CNC, MC und RC (ISG-kernel) oder automatisiertes Testen von Steuerungen und Digitalen Zwillingen (ISG-dirigent): Mit unseren Lösungen bringen Sie Ihre Prozesse auf ein neues Level – effizient und zukunftssicher.



**NTT DATA
Deutschland SE**

Hans-Döllgast-Straße 26
80807 München

www.de.nttdata.com

Wer wir sind:

NTT DATA, ein führender Anbieter von innovativen Business- und IT-Services, zählt 75 % der Fortune Global 100 zu seinen Kunden und unterstützt diese bei Innovationen, Optimierung und Transformation.

Unsere Leistungen:

Die Services umfassen Business- und Technologie-Beratung, Data Analytics & KI, Branchenlösungen sowie Entwicklung, Implementierung und Management von Anwendungen, Infrastruktur und Konnektivität.



**Naldera Advisory
Services**

Kaiserdamm 23
14057 Berlin

www.nalderaservices.com

Wer wir sind:

Spezialisiert in Company Change. Wir bieten eine einzigartige Kombination aus Change- und Business-Excellence-Expertise mit branchen- und marktübergreifender Erfahrung. National und international.

Unsere Leistungen:

Strategieberatung, Wachstumsfinanzierung, Unternehmensnachfolge, Mergers & Acquisitions (M&A), Firmenintegration (PMI/PAI), Transformation, Softwareauswahl, Projektmanagement und Prozessexzellenz.



Potsdam Consulting Advisory GmbH

Kaiserdamm 23
14057 Berlin

www.potsdam-consulting.de

Wer wir sind:

Potsdam Consulting Advisory wurde 2009 von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau gegründet, um die in der Forschung gewonnenen Erkenntnisse auf die Praxis übertragen zu können.

Unsere Leistungen:

Strategische Beratung und Trusted Advisory zur Verbesserung der Wertschöpfung, Agilität, Auslastung und Wettbewerbsfähigkeit sowie der Steigerung des Unternehmenswertes und der Anpassungsfähigkeit.



PSI Software SE Business Unit Discrete Manufacturing

(ehemals PSI Automotive & Industry GmbH)

Dirksenstraße 42 - 44
10178 Berlin

www.psi.de

Wer wir sind:

PSI Discrete Manufacturing ist Experte für die diskrete Fertigung. Mit PSIPenta/ERP + MES, KI und Apps bieten wir smarte Softwarelösungen für durchgängig optimierte Planungs- und Produktionsprozesse.

Unsere Leistungen:

Wir begleiten Unternehmen weit über die ERP/MES-Einführung hinaus: Mit Beratung, Support und Rolling Releases sichern wir den stabilen Betrieb und die zukunftsorientierte Weiterentwicklung.



software4production GmbH

Anton-Böck-Str. 34
81249 München

www.s4p.de

Wer wir sind:

S4P entwickelt maßgeschneiderte Lösungen für die Industrie 4.0. Das Portfolio erstreckt sich von MES, APS, Digitalisierung, Automatisierung bis KI. Gewinner oder Finalist 2018–2024 bei den Factory Innovation Awards.

Unsere Leistungen:

Innovative, intuitive und maßgeschneiderte Softwarelösungen für MES, APS, Digitalisierung, Automatisierung bis KI. Beratung, Support und Optimierung im Produktivbetrieb.



STIWA Software

Softwarepark 37
4232 Hagenberg
Österreich

www.stiwa.com

Wer wir sind:

International tätiger Automations-, Produktions- und Software-spezialist in Attnang-Puchheim mit mehr als 2.200 Mitarbeitern an zwölf Locations. Kunden unter anderem Blum, thyssenkrupp Presta, VW, Bosch oder Greiner Bio-One.

Unsere Leistungen:

Seit 30 Jahren hersteller-unabhängige Standardsoftware für die diskrete Fertigung. Visualisieren, Produzieren und Optimieren, vom Sensor bis zur Cloud, lokal und weltweit verfügbar.

Präsentieren auch Sie Ihr Unternehmen hier: +49 30 41938364 oder service@gito-verlag.de

Die nächste Ausgabe der Factory Innovation erscheint im April 2026 mit dem Schwerpunkt:

Smart Manufacturing

Themen u. a.:

- Wenn Maschinen plötzlich miteinander reden
- Sekundentakt statt Stillstand – Daten regieren die Linie
- Ohne Plattform kein Takt – das neue Rückgrat der Fabrik
- Wenn Sensoren denken lernen
- Produktionsplanung ohne Menschenhand? Realität im Wandel
- Messen. Analysieren. Entscheiden – in Echtzeit
- Der Zwilling als Taktgeber: Wenn Simulation zur Produktionssteuerung wird
- KI als Lotse – wenn Daten Material lenken
- Daten als Wartungschef: Wer erkennt Ausfälle, bevor sie entstehen?
- Flexibilität als Pflicht: Wer umbaut, ohne zu stoppen, gewinnt
- Mensch-Maschine-Allianz: Wer profitiert vom gemeinsamen Lernen?



IMPRESSUM

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau, Universität Potsdam

Chefredakteurin

Dr. Hanna Theuer
redaktion@factory-innovation.de
www.factory-innovation.de

Redaktion

Florian Goldmann
Marie Strunze
Lisa Markert

Nachrichtenredaktion

nachrichten@gito.de

Anzeigen

GITO mbH Verlag
Kaiserdamm 23
14057 Berlin
Tel.: +49 30 419383-64

Bezugsbedingungen

Factory Innovation erscheint sechsmal jährlich.

Abonnementpreis 2025

Alle Abonnements finden Sie unter
factory-innovation.de/abonnements

Einzelpreis: 29,90 €

Verlag und Vertrieb

GITO mbH – Verlag für Industrielle
Informationstechnik und Organisation
Kaiserdamm 23, 14057 Berlin
Tel.: +49 30 419383-64

2026 GITO mbH – Verlag für Industrielle
Informationstechnik und Organisation
6. Jahrgang 2026

ISSN: (Print) 2749-7593 – (Online) 2749-7607

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen
Beiträge und Abbildungen sind urheber-
rechtlich geschützt. Mit Ausnahme der
gesetzlich zugelassenen Fälle ist
eine Verwertung ohne Einwilligung
des Verlages strafbar.

Der Verlag behält sich eine Nutzung seiner Inhalte für kommerzielles
Text- und Data-Mining im Sinne von § 44b UrhG ausdrücklich vor.

Für den Erwerb eines entsprechenden Nutzungsrechts
wenden Sie sich bitte an service@gito.de.

Layout/Satz/Titelgrafik

Nicole Kappe
E-Mail: service@gito.de

Druck

Silber Druck GmbH & Co. KG



GITO achtet und respektiert Diversität. In unseren Medien wird für Personen- und Berufsbezeichnungen das generische geschlechts-
neutrale Maskulinum verwendet. Diese Sprachform schließt wertungsfrei alle Geschlechter ein.

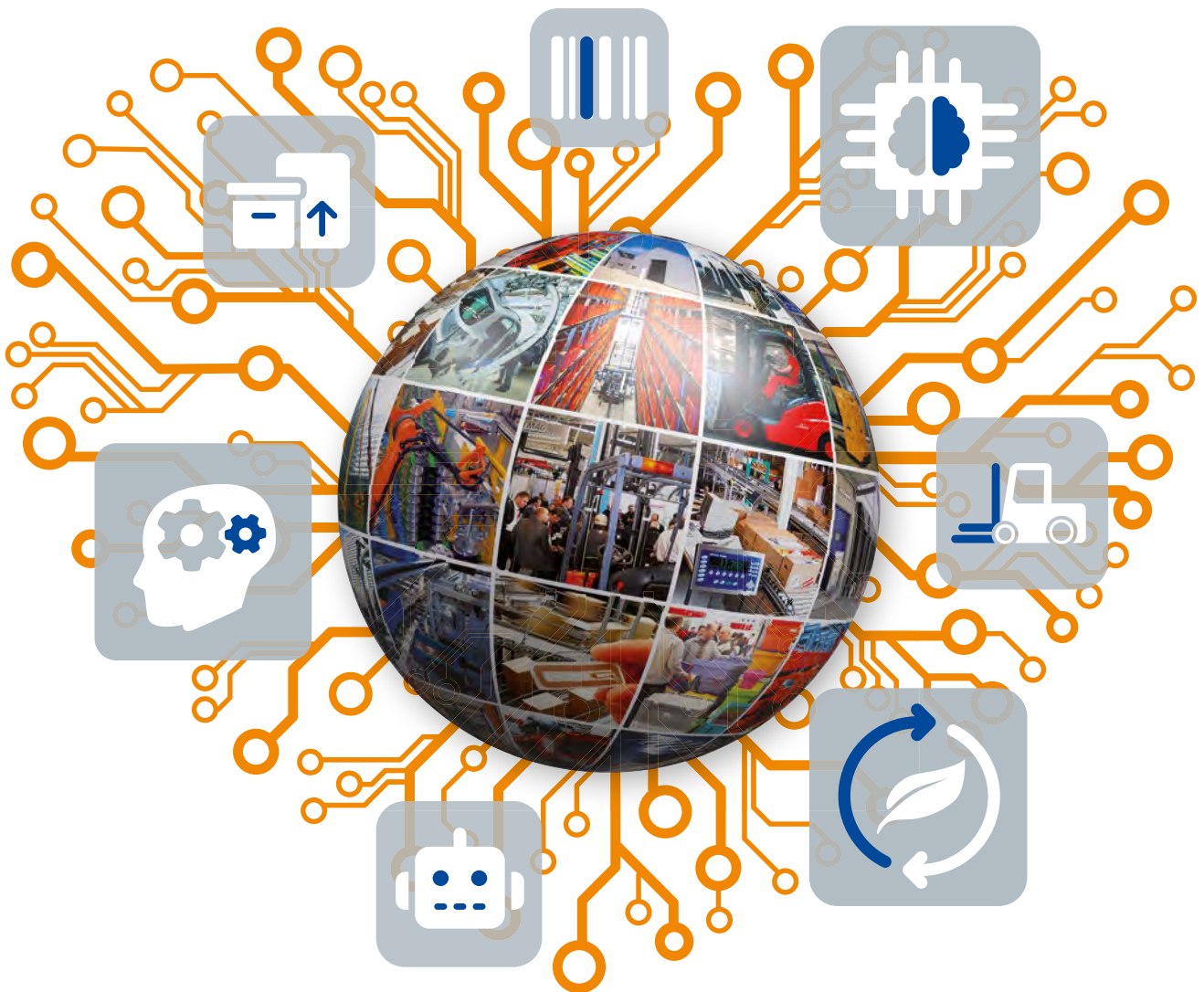


Internationale Fachmesse für
Intralogistik-Lösungen und
Prozessmanagement

24. – 26. März 2026

Messe Stuttgart

PASSION FOR DETAILS
Discover the Difference



MACHER TREFFEN SICH JÄHRLICH IN STUTTGART



Follow us on **LinkedIn**

Jetzt informieren und dabei sein!
logimat-messe.de





Mittwoch, 22. April 2026, 12:00 Uhr – Lunch Event
Hannover Messe: Digitalisierung und Automatisierung Lounge

ERP ANWENDER LOUNGE 2026

Expertenwissen für Investitionsentscheidungen

Treffen Sie in entspannter Lounge-Atmosphäre ausgewiesene Experten, die im kleinen Kreis Ihre Fragen rund um ERP-Systeme beantworten.

- Wie wird ERP zur strategischen Waffe statt zur Kostenlast?
- 75% der ERP-Projekte scheitern - welche Fragen muss ein CEO stellen?
- Trägt mein ERP zu den Wachstumszielen bei – oder bremst es mich?
- Wo kann ich sofort mit KI meine Abläufe verbessern?
- Wie sollte meine IT-Landschaft in 3 Jahren aussehen?
- Anbieterrisiko: Wie abhängig bin ich wirklich?
- Wer trägt Verantwortung für Datenqualität?
- Welches sind die besten ERP-Systeme für meine Branche?
- Ist mein ERP-System zu alt, hat es die DNA für KI und Analytics?
- Was kostet mein ERP wirklich – inklusive versteckter Legacy-Kosten?
- Wird mein ERP zum Risiko für Expansion und Internationalisierung?

Mehr erfahren



Zielgruppe: ERP-Anwender auf C-Level

Im Anschluss: informeller Austausch, Lunch Buffet und Drinks



powered by



GITO EVENTS

ERP

M A N A G E M E N T