



Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich
für die interne Verwendung bestimmt.
Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

3|2026
vdi-z.de

VDI⁷
Fachmedien

VDI-Z

Führend in Produktion und Logistik

Sonderteil

**Qualitäts-
sicherung**



Mit Logistik für Unternehmen

MESSTECHNIK

**Mit aktiver Thermografie
punktgenau und
blitzschnell geprüft**

WERKZEUGE

**Präzise Verzahnung
für zielgerichtete
Kühlung**

LOGIMAT 2026

**Intralogistik zwischen
Detailtiefe, Automatisierung
und Systemintegration**

Jetzt auf Teamlizenz umstellen und profitieren

50%
Rabatt*

VDI Fachmedien E-Paper-Lizenz 2026

Preise in EUR

Anzahl Nutzer*nnen	Bauingenieur	Gefahrstoffe	HLH	Konstruktion
1	245,50	222,00	116,50	262,50
2-5	491,00	444,00	233,00	525,00
6-10	736,50	666,00	349,50	787,50
11-50	982,00	888,00	466,00	1.050,00
> 50	1.227,50	1.110,00	582,50	1.312,50

Anzahl Nutzer*nnen	Lärmbekämpfung	Technische Sicherheit	VDI energie + umwelt	VDI-Z
1	128,50 €	130,50	167,00	139,50
2-5	257,00 €	261,00	334,00	279,00
6-10	385,50 €	391,50	501,00	418,50
11-50	514,00 €	522,00	668,00	558,00
> 50	642,50 €	652,50	835,00	697,50

Alle Preise brutto | Preisänderungen vorbehalten | Stand: Januar 2026

Kündigungsbedingungen: Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate. Im Anschluss an die Mindestlaufzeit kann das Abonnement jederzeit mit einer Frist von einem Monat gekündigt werden.

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG | AG Düsseldorf HRB 33854 | Geschäftsführung: Beatrice Gerner

* 50% Rabatt auf den regulären Jahresabonnementspreis.
Angebot nur gültig für das erste Jahr.

Ihre Vorteile:

- E-Paper für den Desktop
- Downloadfunktion
- Zugriff auf das Archiv
- Volltext-Suche
- E-Paper bereits fünf Tage vor Printausgabe verfügbar



Kontaktieren Sie uns:

Leserservice VDI Fachmedien | 65341 Eltville

T +49 6123 9238-202

F +49 6123 9238-244

E vdi-fachmedien@vuservice.de



LogiMAT: „Zwischen Reifegrad und Erwartungshaltung“

Die Intralogistik steht weiterhin im Spannungsfeld aus steigenden Leistungsanforderungen, zunehmender Variantenvielfalt, anhaltendem Fachkräftemangel sowie dem Wunsch nach höherer Resilienz und Transparenz in den operativen Abläufen. Dabei zeichnen sich die aktuellen technologischen Entwicklungen weniger durch disruptive Umbrüche aus als vielmehr durch eine zunehmende industrielle Reife, eine tiefere Integration in bestehende Systemlandschaften und eine stärkere Fokussierung auf wirtschaftliche Skalierbarkeit.

Unverändert im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen Autonomous Mobile Robots (AMR). Sie haben sich in den vergangenen Jahren zu belastbaren, industriell einsetzbaren Systembausteinen entwickelt. Fortschritte in der Sensorik, in der Umfeldwahrnehmung sowie in der Navigations- und Sicherheitslogik ermöglichen heute den stabilen Einsatz auch in dynamischen, gemischten Umgebungen mit Menschen, Flurförderzeugen und manuellen Arbeitsplätzen. Auf der LogiMAT ist daher weniger mit spektakulären Leistungssprüngen zu rechnen, sondern vielmehr mit einer konsequenten Weiterentwicklung in Richtung Systemintegration. AMR werden zunehmend als Teil ganzheitlicher Materialflusssysteme verstanden, eng angebunden an Warehouse-Management- und Warehouse-Control-Systeme und koordiniert über übergeordnete Leit- und Orchestrierungsebenen oder IoT-Plattformen. Gerade für mittelständische Anwender gewinnen dabei modulare Skalierbarkeit, einfache Erweiterbarkeit, hohe Flexibilität im Einsatz und damit Investitionssicherheit an Bedeutung.

Ein zweiter dominanter Themenkomplex ist der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in intralogistischen Anwendungen. Während in der Vergangenheit häufig visionäre Szenarien im Vordergrund standen, liegt der Fokus heute klar auf bereits produktiv genutzten Lösungen. KI-basierte Verfahren unterstützen unter anderem die dynamische Priorisierung von Aufträ-

gen, die adaptive Zuweisung von Ressourcen, die Prognose von Durchlaufzeiten oder die frühzeitige Identifikation potenzieller Engpässe. Bemerkenswert ist, dass solche Ansätze längst nicht mehr auf Großkonzerne beschränkt sind. Auch im Mittelstand kommen KI-Methoden zum Einsatz, häufig eingebettet in Standardsoftware und ohne explizite Kennzeichnung als „KI“. Besonders im Bereich der kontinuierlichen Prozessoptimierung zeigt sich der Nutzen datengetriebener Verfahren: Betriebsdaten werden systematisch analysiert, Steuerungsparameter laufend angepasst und Wartungsmaßnahmen zustandsbasiert geplant – Predictive Maintenance wird zunehmend Realität. Effizienzgewinne entstehen dabei nicht durch spektakuläre Einzelmaßnahmen, sondern durch viele kleine, kontinuierliche Verbesserungen im laufenden Betrieb.

„Erfolgreiche Intralogistik bleibt eine Frage der Systemarchitektur und der richtigen Anwendung – nicht der isolierten Technologie.“

Am technologischen Horizont – und auf der Messe voraussichtlich auch zunehmend präsent – bewegt sich zudem die humanoide Robotik. Noch sind viele Anwendungen experimentell oder auf Demonstratoren beschränkt, doch die Fortschritte bei Greiffähigkeit, Bewegungskoordination und sensorischer Rückkopplung sind deutlich erkennbar. Perspektivisch könnten humanoide Sys-

teme insbesondere dort relevant werden, wo hochvariable, manuelle Tätigkeiten dominieren und klassische Automatisierung an ihre Grenzen stößt. Kurz- bis mittelfristig wird ihr Beitrag jedoch weniger in einer breiten industriellen Umsetzung liegen, sondern vielmehr in der Erprobung neuer Konzepte für flexible Automatisierung und Mensch-Roboter-Kollaboration. Ob dabei ein menschenähnliches Aussehen und im Bewegungsablauf dessen komplette Nachbildung wichtig ist oder überhaupt Vorteile bietet, gilt es zu diskutieren.

Gerade angesichts dieser technologischen Dynamik ist jedoch eine nüchterne Einordnung notwendig. Die Gefahr besteht, einzelne Technologien als universelle Lösung zu überhöhen – und sie dadurch letztlich zu überfordern. Weder AMR, noch KI, noch humanoide Robotik sind Allheilmittel für strukturelle Prozessdefizite, unklare Zielsysteme oder mangelnde Datenqualität. Technologischer Mehrwert entsteht erst im Zusammenspiel mit sauber gestalteten Prozessen, qualifiziertem Personal und realistischen Erwartungen an Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die LogiMAT bietet damit nicht nur eine Bühne für Innovationen, sondern auch eine wichtige Gelegenheit zur Reflexion: Erfolgreiche Intralogistik bleibt eine Frage der Systemarchitektur und der richtigen Anwendung – nicht der isolierten Technologie.



Johannes Fottner, Inhaber des fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik an der Technischen Universität München. Foto: TUM



20

Ein Hersteller von Automobilteilen hat mit Erfolg eine Akustikkamera zur Erkennung von Druckluftleckagen getestet. Foto: FLIR Systems/Teledyne



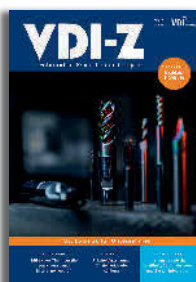
38

Bearbeitungssituation: Der Lohnfertiger Nagy sichert seinen Wettbewerbsvorsprung durch die Digitalisierung im Shopfloor ab. Foto: Coscom

VDI-Z

Aktuelles

- 6** Bilanz der Werkzeughersteller: ziemlich stumpf
- 8** Erfolgreiche Innovationstage im Fertigungswerk
- 9** Forschungsbeirat Industrie 4.0 wählt neue Sprecher
- 10** VDW wagt optimistischen Ausblick
- 11** Hurco: Hölzl übernimmt alleinige Geschäftsführung



Die neuen AluLine-VHM-Schruppräser von Ceratizit wurden für die Hochvolumenbearbeitung von Aluminium entwickelt. Sie kombinieren innovative Geometrien mit modernster Substrattechnologie und setzen neue Maßstäbe in Sachen Abtragsleistung, Prozesssicherheit und Nachhaltigkeit. www.ceratizit.com

- 12** Demo Center Gotha in neuem Glanz / Impressum
- 13** „WIRKsam“ auf dem Shopfloor: Frag' doch mal die KI!
- 14** Deutschland fällt bei Ausgaben für F&E stark zurück
- 15** Festo übernimmt Gummiwarenfabrik

Sonderteil Qualitätssicherung

- 16** Schweißtechnik: Punktgenau geprüft, blitzschnell
- 18** Smarte Mehrkomponenten-Messtechnik
- 20** Druckluft: Das Leck im Ohr
- 22** 3D-Messtechnik: Große Bleche, passend gemacht

Werkzeugmaschinen

- 24** DN Solutions + Heller: Neue Nr. 1?
- 26** Automation anders gedacht

Werkzeuge

- 30** Geschärfte Werkzeuge: Sägen wie durch Butter
- 32** Präzise Verzahnung für zielgerichtete Kühlung

Spanntechnik

- 35** Weniger Rüsten, mehr Zerspanen

Software

- 38** Perfekte Losgröße-1-Fertigung

Automatisierung

- 41** Stoßdämpfer: Rost- und ruckelfrei

wt Werkstattstechnik online

- 44** Inhalte der Online-Ausgabe 11/12-2025: Data Lifecycles in Unternehmen



56

Wenn KI die Lieferketten führt: Dortmunder Forschende werfen einen Blick auf die Logistik im posthumanen Zeitalter. Foto: Smarterpix / BiancoBlue

VDI-GPL

46 Neue Richtlinie zur Kalibrierung von Messtastern

Leichter, nachhaltiger, intelligenter:
Kunststoffe im Automobilbau

Forschung & Praxis

67 Qualitätssicherung von Batteriezellen und -modulen

70 Industriearbeit: Das ändert sich 2026

Logistik

48 LOGIMAT 2026 Intralogistik zwischen Detailtiefe, Automatisierung und Systemintegration

56 AUTONOME SYSTEME Wenn KI die Lieferketten führt: Logistik im posthumanen Zeitalter

59 INTRALOGISTIK Vollautomatisiertes Tiefkühlager steigert Prozesseffizienz

60 GLOBALE WARENSTRÖME Engpass im globalen Handel: Digitale Strategien für resiliente Supply Chains

62 DIGITALISIERUNG Lieferkettentransparenz erhöhen mit SAP BN4L

64 DATENMANAGEMENT Erfrischend effizient: Coca-Cola HBC Österreich automatisiert Yard Management

AutoForm

Softwarelösungen für
Blechumformung
und Rohbau



AUTOFORM
Forming Reality

www.autoform.com



Läuft nicht rund: Der Markt für Präzisionswerkzeuge (Symbolbild) hat aktuell etwas Rost angesetzt. Führende Repräsentanten der Branche fordern ein tiefgreifendes Handeln der Bundesregierung.
Foto: Smarterpix / ianlangley

Jahresprognose des Fachverbands Präzisionswerkzeuge im VDMA

Ziemlich stumpf

Die Hersteller von Zerspanwerkzeugen, Spannmitteln, Formen, Stanzwerkzeugen und Vorrichtungen haben 2025 deutliche Einbußen hinnehmen müssen. Für das kommende Jahr erwarten sie eine Stagnation auf niedrigem Niveau.

TEXT: Stefan Asche

Der Blick in den Rückspiegel bereitet Stefan Zecha sichtbar Schmerzen: „Die deutsche Präzisionswerkzeug-Produktion musste 2025 ein Minus von 7 % verbuchen“, so der Vorsitzende des zuständigen Fachverbands im VDMA. Immerhin: „Die Hersteller gehen davon aus, dass die Talsohle erreicht ist.“ Leider aber heißt das nicht, dass es künftig bergauf geht: Der Geschäftsführer der Zecha Hartmetall-Werkzeugfabrikation rechnet mit einer Stagnation in 2026. Demnach bliebe es bei einem Produktionswert in Deutschland von rund 8,5 Mrd. €.

Zecha: „Wenn wir die Aussichten in den wichtigsten Kundenbranchen betrachten, sehen wir leider keine schnelle Besserung der Lage.“ Vielmehr bliebe die Nachfrage voraussichtlich auch 2026 auf Sparflamme. „Die Automobilindustrie – jahrzehntelang die Konjunktur Lokomotive unserer Branche – kämpft nach wie vor mit geopolitischen Unsicherheiten, Handelskonflikten, strengeren Regularien und

schwankender Nachfrage in Schlüsselmärkten.“ Im vergangenen Jahr seien die globalen Produktionsmengen dennoch wieder deutlich über die 90 Mio. Einheiten von 2024 gestiegen. „Insbesondere in China wurde wieder mehr Fahrzeuge gebaut“, so Zecha. „Die Produktion in USA ging dagegen leicht zurück, während sie in Europa leicht anstieg. Auch für die deutschen Hersteller fiel der Aufschwung eher bescheiden aus. Sie konnten ihre Produktionen gerade einmal um 2 % steigern.“

Die Gründe dafür sind laut Zecha hinfällig diskutiert worden: Die Branche stecke mitten in der Umstellung auf E-Mobilität, gleichzeitig liefen Sparprogramme, neue Projekte würden auf Eis gelegt und im Zulieferbereich komme es zu erheblichen Verwerfungen. „Für dieses Jahr erwartet die Branche eine Stagnation der Welt-Pkw-Produktion und in Deutschland einen Rückgang um 1 %.“

Zu weiteren Kundenbranchen erklärte Zecha: „Im Maschinenbau stieg die Produktion von Maschinen 2025 um 1 %.

Leider blieb die deutsche Produktion um 5 % unter dem Niveau des Vorjahres. Die Werkzeug-Nachfrage der Maschinenhersteller war entsprechend schwach.“ Immerhin erwarte die Branche 2026 ein Produktionsplus von 2 % weltweit und in Deutschland von 1 %, **Bild 1**.

Luftfahrt, Medizintechnik und Verteidigung bringen Licht ins Dunkel

Die Luftfahrtindustrie hat laut Zecha ihre Produktion 2025 gesteigert. „So konnte beispielsweise die Fertigung bei Airbus um 4 % zulegen. Nach Krisen und Produktionsstopp 2024 erholte sich Boeing im vergangenen Jahr deutlich.“ Die Nachfrage nach Werkzeugen sei entsprechend erfreulich hoch.

Auch im Bereich der Medizintechnik sei die Entwicklung positiv. Zecha: „Weltweit dürfte die Branche 2025 und ca 5 % gewachsen sein, in Deutschland um 3 %.“

Die Sicherheits- und Verteidigungsindustrie konnte ihre Produktion 2025

zwar ebenfalls steigern, blieb laut Zecha aber dennoch hinter den Erwartungen zurück. „Die geopolitischen Entwicklungen machen klar, dass hier sehr schnell ein viel stärker Produktionshochlauf erfolgen muss.“

Sorgenvoll blickt der Experte auf die Bürokratie im Inland. Er quantifiziert den Ballast sogar konkret: Satt 12 364 Informationspflichten hätten die Unternehmen zum Jahreswechsel zu erfüllen. „Das muss mindestens halbiert werden“, erklärt er gegenüber VDI-Z.

Hersteller beklagen Bürokratie und Energiepreise

Befragt nach den drängendsten Baustellen erklärte Gerhard Knienieder, stellvertretender Vorsitzender des Fachverbands Präzisionswerkzeuge, **Bild 2**: „Das Thema Arbeitszeit muss umgehend angegangen werden. Das ist unbequem – aber unumgänglich.“ Die Wochenarbeitszeit müsse flexibilisiert und die Lebensarbeitszeit verlängert werden. Gegenüber der VDI-Z fordert der Geschäftsführer von Emuge Franken außerdem Entlastungen bei der Erbschaftssteuer. „In meinen Augen ist das eine Neidsteuer. Wir sind hier alles Familienunternehmen. Wir brauchen Substanz für Investitionen und für künftige Generationen.“ Wer an diese Substanz gehe, nehme jede unternehmerische Perspektive.

Philipp Ehrhardt, Vorsitzender der VDMA-Fachabteilung Spannzeuge und Geschäftsführer der Römheld GmbH spricht ein weiteres Reizthema an – den Industriestrompreis: „Wenn man mal schaut, welche Hürden genommen werden müssen, um davon zu profitieren, kann man es auch gleich lassen.“ Die Bürokratie konterkariere die gute Intention.

Ins selbe Horn stößt auch Markus Horn, Vorsitzender der Fachabteilung Wendeschnidplatten. „Jedes Stück Bürokratie gehört auf den Prüfstand. Immer wieder müssen die entstehenden Kosten in den Betrieben mit dem Nutzen beziehungsweise der Wirkung der Maßnahme abgeglichen werden.“ Ferner fordert der Geschäftsführer der Paul Horn GmbH, dass Doppelarbeiten verhindert werden müssen: „Wir sind ISO 50001 zertifiziert.“ Die Energieeffizienz des Unternehmens und die Bemühungen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen seien also offiziell bestätigt. „Warum müssen wir dann noch zusätzlich einen Nachhaltig-

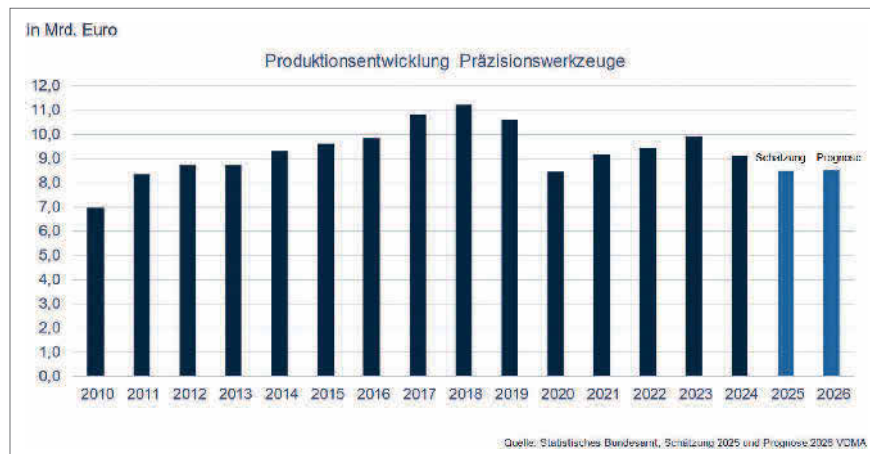


Bild 1. Stagnation auf niedrigem Niveau – mehr ist nach Expertenansicht in 2026 nicht drin.
Grafik: VDMA



Bild 2. VDMA-Experten blicken skeptisch nach vorne (v.l.n.r.): Philipp Ehrhardt (Fachabteilung Spannzeuge), Markus Horn (Fachabteilung Wendeschnidplatten), Gerhard Knienieder (Fachabteilung Gewindewerkzeuge), Stefan Zecha (Vorsitzender VDMA Präzisionswerkzeuge) und Markus Heseding (VDMA-Geschäftsführer für Mess- und Prüftechnik sowie Präzisionswerkzeuge). Foto: S. Asche

keitsbericht verfassen? Wir reporten doch schon an die Audit-Behörde!“

Bildung als Mittel gegen den demografischen Wandel

Dr. Jochen Kress, geschäftsführender Gesellschafter der Mapal Gruppe, nutzt etwas weniger scharfe Worte: „Bürokratie heißt regelbasierte Verwaltung. Das ist ja erst Mal nichts per se Schlechtes. Aber an vielen Stellen müssen die Verantwortlichen mal einen Schritt zurückgehen und schauen, in welche Richtung sich ihre Ideen entwickeln.“ Als Negativbeispiel verweist der Aalener auf die „DGUV Vorschrift 70“: „Diese Unfallverhütungsvorschrift zwingt uns dazu, alle betrieblichen Fahrzeuge jährlich prüfen zu lassen – also auch Autos, die im öffentlichen Verkehr genutzt werden. Da frage ich mich dann doch, wozu es TÜV & Co gibt?“ Kress

macht sich außerdem Gedanken um den Bildungsstandort: „Noch immer hängt die Bildung stark von der sozialen Herkunft ab. Gleichzeitig haben 80 % der Schüler einer Grundschule in meiner Heimat einen Migrationshintergrund. Wenn wir diese Kinder nicht erreichen, verschenken wir viel Potenzial.“

Markus Heseding, VDMA-Geschäftsführer für Mess- und Prüftechnik sowie Präzisionswerkzeuge, appelliert ebenfalls an Bildungspolitiker: „Aktuell sind wir wirtschaftlich gerade in einem Tal. Und einige Firmen mussten leider Personal abbauen. Aber es wird auch wieder bergauf gehen. Und dann braucht es viele Fachkräfte, die sich für Technik und Maschinenbau interessieren. Die Ausbildung muss also antizyklisch sein – zumal der demografische Wandel die Situation noch verschärfen wird.“

www.vdma.eu/de/praezisionswerkzeuge

Erfolgreiche Innovationstage im Fertigungswerk

SHW Werkzeugmaschinen, Aalen, zieht eine durchweg positive Bilanz der „Innovationstage“, die Ende 2025 am Firmensitz stattfanden. Knapp 200 Gäste nutzten die Gelegenheit, Einblicke in aktuelle Entwicklungen der Zerspanungstechnologie zu gewinnen und sich mit Experten auszutauschen, **Bild**. Im Mittelpunkt der zweitägigen Veranstaltung standen zahlreiche Fachvorträge zu zentralen Zukunftsthemen der Branche. Die Referenten gaben Impulse zur Schwerzerspanung, zum Unrunddrehen mit dem „SHW KonturAgent“, zu Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz, innovativen Automatisierungslösungen, Retrofit/Optimierung sowie zu Maschinenhighlights von heute und morgen. Im Anschluss boten moderierte Diskussionen Raum für fachlichen Dialog und individuelle Fragen. Ergänzend dazu führten SHW-Mitarbeiter die Besuchergruppen durch die Fertigung und boten exklusive Einblicke in Produktionsprozesse und technische Besonderheiten der Maschinen. Mehrere Unternehmen waren als Mitaussteller vor Ort.



Von Maschinen über Werkzeuge bis hin zur Automatisierungslösung konnten sich die Gäste ein Bild machen und sich direkt beim Hersteller mit Informationen aus erster Hand versorgen. Foto: SHW

„Die Resonanz auf unsere Innovationstage ist für uns ein wichtiges Signal“, betont Geschäftsführer Martin Greis. „Sie zeigt, wie groß das Interesse an praxisnahen Lösungen, technologischer Weiterent-

wicklung und persönlichem Austausch ist. Im Trend ist der direkte, fachliche Kontakt zu den Kunden – ohne die Anonymität großer Messen.“
www.shw-wzm.de

Strategische Übernahme im Werkzeugmaschinensegment

Modig mit Hauptsitz in Kalmar, Schweden, gibt die strategische Übernahme von LiCon, einem etablierten deutschen Werkzeugmaschinenhersteller, bekannt. Das Unternehmen mit Sitz in Laupheim hat mehr als 50 Jahre Erfahrung, beschäftigt rund 200 Mitarbeitende und ist bekannt für seine horizontalen Bearbeitungszentren und hochautomatisierten Produktionssysteme. Die Transaktion erweitert das Angebot im Bereich der Massenproduktion und der automatisierungsorientierten Bearbeitung. Sie verbessert gleichzeitig die Präsenz in wichtigen Industriemärkten. Dank der Bündelung der Kompetenzen und Ressourcen von Modig Machine Tool, Ibarmia und LiCon soll es zudem möglich werden, Innovationen zu beschleunigen und den Kunden einen noch größeren Mehrwert zu bieten. „Wir freuen uns sehr, Teil der Gruppe zu sein. In einem schwierigen wirtschaftlichen Umfeld ergänzen sich die drei Unternehmen in Bezug auf Technologie und Marktausrichtung perfekt“, so Winfried Benz, CEO von LiCon, **Bild**. „Diese Übernahme ist für uns ein wichtiger Meilen-



Durch die Aufnahme von LiCon in die Gruppe erweitern sich das Produktportfolio und die Marktpresenz – davon sind Winfried Benz (LiCon, links) und David Modig überzeugt. Foto: Modig

stein und spiegelt unser Engagement für langfristiges Wachstum, Innovation und Zusammenarbeit wider“, sagt David Modig, Vorsitzender von Modig Machine Tool. Das Unternehmen bietet innovative Fertigungslösungen und breite Expertise in der Luft- und Raumfahrtindustrie. In

Kombination mit fortschrittlichen Angeboten in den Bereichen Automatisierung und Robotik entstehen maßgeschneiderte Lösungen, welche die Produktivität führender OEMs weltweit optimieren sollen.
www.licon.com
www.modig.se

**VDI-Z**

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich
für die interne Verwendung bestimmt.
Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

Forschungsbeirat Industrie 4.0 wählt neue Sprecher



Sprechergremium des Forschungsbeirats Industrie 4.0: Klaus Bauer, Peter Liggesmeyer, Björn Sautter, Rainer Stark (v.l.n.r.). Foto: acatech

Der Forschungsbeirat Industrie 4.0 hat Klaus Bauer (Trumpf Werkzeugmaschinen) als neuen Sprecher der Industrie berufen. Er war zuvor Stellvertreter. Auf diese Position wechselt Björn Sautter (Festo). Gemeinsam mit Peter Liggesmeyer (Fraunhofer IESE) als Sprecher der Wissenschaft und Rainer Stark (TU Berlin) als Stellvertreter bilden sie das Sprecherteam des Forschungsbeirats, **Bild**.

Der Entwicklungsingenieur Klaus Bauer bringt seine Expertise als Head of Research (Smart Factory Infrastructure) bei Trumpf das Gremium ein. Davor verantwortete er den Bereich der Basistechnologien bei dem Werkzeughersteller und beschäftigte sich in dieser Funktion mit Grundlagenthemen wie intelligente Vernetzung, Smart Data oder KI und dazugehörige Geschäftsmodellinnovationen. Er engagiert er sich in zahlreichen weiteren Organisationen wie dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA, der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik und der Plattform Industrie 4.0.

Björn Sautter ist Senior Expert Industrie 4.0 Ecosystems bei Festo unterstützt die unternehmensweite Ausrichtung der Aktivitäten rund um Industrie 4.0 und ist Ansprechpartner für Forschungsk Kooperationen und Innovationsnetzwerke in diesem Bereich. Über die Plattform Industrie 4.0 hat er die Manufacturing-X Initiative der Bundesregierung mit vorbereitet und war zuletzt in unterschiedlichen Rollen an deren Umsetzung beteiligt, insbesondere im Leitprojekt Factory-X zur Schaffung eines kollaborativen digitalen Ökosystems für Fabrik ausrüster und -betreiber.

Der Forschungsbeirat Industrie 4.0 trägt als strategisches und unabhängiges Gremium wesentlich dazu bei, forschungsbasierte Lösungswege für die Weiterentwicklung und Umsetzung von Industrie 4.0 aufzuzeigen und somit Orientierung zu geben – mit dem übergeordneten Ziel, das deutsche Innovationssystem und die Wertschöpfung zu stärken. Die Arbeit des Forschungsbeirats wird von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften koordiniert, vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut und vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) gefördert.

www.acatech.de/projekt/forschungsbeirat-industrie-4-0

mesago

formnext

17. – 20.11.2026
FRANKFURT / MAIN

[formnext.com/
aussteller](http://formnext.com/aussteller)

Industrie neu denken mit Additiver Fertigung

Die Formnext 2026 zeigt, wie Additive Fertigung die Industrie verändert: durch maßgeschneiderte Produkte, nachhaltigere Fertigung und lokale und flexible Produktion.

Positionieren Sie sich als Treiber dieser Entwicklung und zeigen Sie Ihre Lösungen für AM entlang der gesamten Prozesskette einem internationalen Publikum.

Sichern Sie sich Ihren Platz als Aussteller!

Ideeller Träger

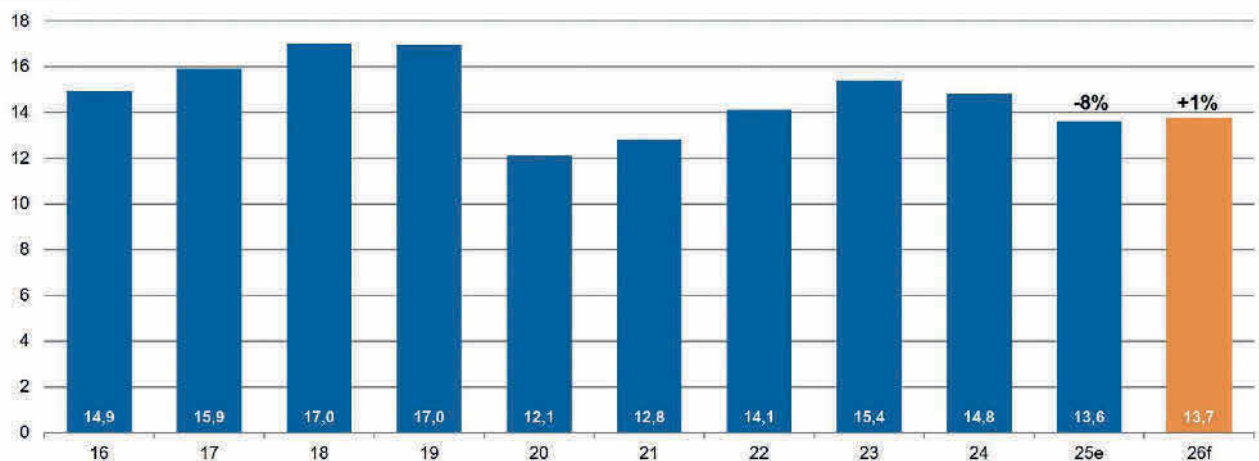
Additive Manufacturing

Messe Frankfurt Group

Werkzeugmaschinen-Produktion Deutschland

Für 2026 wird eine Stabilisierung erwartet

Mrd. EUR



Hinweis: 2025 Schätzung auf Basis vorläufiger Daten; 2026 Prognose gemäß Oxford Economics, Januar 2026
Quellen: Statistisches Bundesamt, VDW

Große Hoffnung auf kleines Plus: Trotz aller geopolitischen Unwägbarkeiten geht der VDW von einem kleinen Produktionszuwachs im laufenden Jahr aus.
Grafik: Statistisches Bundesamt, VDW

Jahresprognose für die Werkzeugmaschinenindustrie

VDW wagt optimistischen Ausblick

Die deutsche Werkzeugmaschinenindustrie erwartet nach zwei Jahren im Rückwärtsgang für 2026 einen minimalen Zuwachs in der Produktion von 1 %. Jedoch enthält die Berechnung viele Unbekannte.

Die Prognose des VDW (Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken) für das Jahr 2026 könnte überschrieben werden mit „Die Hoffnung stirbt zuletzt“. Hintergrund: Der Vorsitzende des Vereins, Franz-Xaver Bernhard, **Bild 1**, rechnet zwar mit einem Mini-Wachstum von 1 %. Als Treiber nennt er die „erwartete Erholung der Inlandsnachfrage“, die ihrerseits vom Sondervermögen der Bundesregierung eingeleitet werde. Aber er räumte im Rahmen der Jahrespressekonferenz auch ein, dass die Berechnung auf einer unbestimmten Gleichung basiert. Vor allem die volatile US-Handels- und Zollpolitik mache es unmöglich, die kommenden Monate abzusehen. VDW-Geschäftsführer Markus Heering wurde diesbezüglich noch deutlicher: „Aktuell sind selbst Vorhersagen für die nächsten zehn Tage unmöglich.“

China ist neuer Exportweltmeister

Der VDW blickt von Frankfurt aus aber nicht alleine sorgenvoll gen Westen. Auch im Osten drohe Ungemach. Wie erwartet hätten die Chinesen gemäß der geltenden Regierungsstrategie ihre Werkzeugmaschinenausfuhren massiv gesteigert, um 18 %. Verstärkt wurde die Entwicklung durch die Nachfrageschwäche im Land selbst. Entsprechend mussten die deutschen Hersteller ihre internationale Führungsposition im Export an China abgeben. Das Land baut laut VDW seine Stellung im Asean-Raum weiter kräftig aus, ebenso in Brasilien, im Nahen Osten und in Nordafrika. Auch die Exporte in einige EU-Länder stiegen weiter, so nach Deutschland, Polen und Italien, obwohl der Gesamtimport dieser Länder in den vergangenen Jahren eher rückläufig gewe-

sen sei. Bernhard räumt ein: „2025 musste Deutschland erstmals die Exportweltmeisterschaft an China abtreten“, **Bild 2**.

Mit Blick auf die deutsche Bundesregierung erklärt der 66-Jährige: „Wir fordern gleiche Wettbewerbsbedingungen, die notfalls mit Antidumping- und Subventionsverfahren durchgesetzt werden müssen.“ Die aggressive Handelspolitik Pekings könne nicht akzeptiert werden. Überfällig seien außerdem ein spürbarer Bürokratieabbau sowie eine Reduzierung der hohen Energiekosten.

Mehr Arbeit, spätere Rente

Wichtig ist laut Bernhard auch die Flexibilisierung des Arbeitsmarkts. Die Werkzeugmaschinenindustrie lebe von hoch qualifiziertem Personal. Die Mitarbeitenden seien eine wichtige Basis für die

Technologieführerschaft und nach wie vor ein wesentlicher Standortvorteil hierzulande. Daueraufgabe der Unternehmen bleibe es, die Attraktivität der Branche auf allen verfügbaren Kanälen zu kommunizieren und hochwertige Arbeitsplätze anzubieten. Ungeachtet des aktuellen Abbaus von Mitarbeitenden bleibe der Bedarf an Fachkräften mittelfristig hoch. Arbeitsmarktreformen würden helfen, Arbeitsplätze zu erhalten und den Aufschwung zu fördern. „Dabei denke ich an die Deckelung der Sozialausgaben, die Verlängerung und Flexibilisierung der Arbeitszeit, ein höheres Renteneintrittsalter sowie die Entbürokratisierung des Arbeitsrechts“, beschreibt Bernhard die notwendigen Schritte. Für die Tarifpartner sei es an der Zeit, das Freund-Feind-Denken zu den Akten zu legen und am selben Strang zu ziehen, um Beschäftigung zu sichern und auszubauen. „Das sollte vorrangiges Interesse beider Tarifpartner sein“, so Bernhard.

Optimistisch blickt Bernhard auf die Kundenbranchen Rüstung, Luftfahrt, Elektronik, Energie und Medizintechnik. Gleichwohl könne dieses Quintett die schrumpfende Automobilindustrie nicht ersetzen.

Wichtiger wird eine „local für local“-Strategie

Zwölf größere Werkzeugmaschinenhersteller produzieren laut VDW mittlerweile im Ausland. Ihre Auslandsproduktion stehe für gut ein Fünftel der gesamten deutschen Werkzeugmaschinenproduktion. 45 % würden in Europa erzielt, 32 % in China und 20 % in den USA. Diese



Bild 1. Die Experten hinter den Zahlen (v.l.): Dr. Markus Heering (Geschäftsführer VDW), Franz-Xaver Bernhard (Vorsitzender des VDW) und Dr. Sonja Pelz (Referentin Wirtschaft und Statistik VDW). Foto: S. Asche

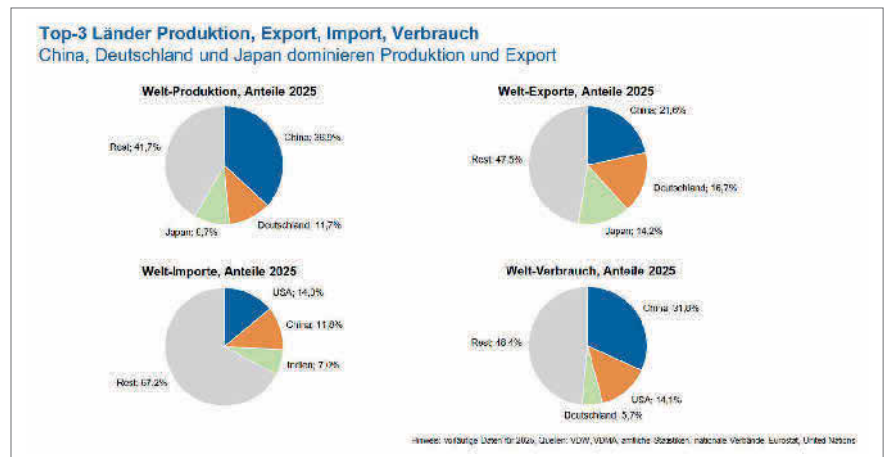


Bild 2. Wo kommen die Werkzeugmaschinen her, wo gehen sie hin? Hier die Antwort. Grafik: VDW

Produktion kompensiere sinkende Exporte in wichtige Märkte und stabilisiere das Gesamtergebnis der Unternehmen. „Unternehmen, die dies wahrnehmen können, haben eine bessere Chance, trotz beste-

hender Handelshemmnisse stärker am lokalen Marktwachstum zu partizipieren und auch Kostenvorteile zu realisieren“, sagt Bernhard. <https://vdw.de>

Hurco Werkzeugmaschinen: Hölzl übernimmt alleinige Geschäftsführung

Nach einem Jahr gemeinsamer Geschäftsführung übernahm Nikolaus Hölzl ab Januar 2026 die alleinige Leitung der Hurco Werkzeugmaschinen GmbH. Sein bisheriger Mitgeschäftsführer Michael Auer trat in den Ruhestand. Auer prägte das Unternehmen über einen Zeitraum von rund 16 Jahren in verantwortlicher Position. Hölzl kennt sowohl die Branche der Lohnfertigung als auch das Unternehmen Hurco aus eigener Erfahrung. Der studierte Wirtschaftsingenieur Maschinenbau begann seine berufliche Laufbahn in der Baugruppenmontage. Darauf folgte eine langjährige Tätigkeit im internationalen Vertrieb.



Nikolaus Hölzl: „Wir verstehen uns als Partner, der Lohnfertiger im Alltag flexibel unterstützt.“ Foto: Hurco

In den zehn Jahren bei Hurco war er als Sales Director für die Exportmärkte in Zentral- und Osteuropa sowie Spanien, Portugal und der Türkei verantwortlich, bevor er 2025 in die Geschäftsführung in Pliening berufen wurde. In seiner neuen Rolle setzt Hölzl, Bild, auf einen kollegialen Führungsstil, der die tägliche Zusammenarbeit zwischen Technik, Service, Vertrieb und Kunden unterstützt. Ein zentraler Punkt ist dabei die optimale Nutzung des Potenzials der Hurco- und Takumi-Maschinen, insbesondere durch praxistaugliche Automatisierungslösungen für Klein- und Mittelserien. www.hurco.de

Die Dampfmaschine: Lehren für die Einführung von KI

Die Dampfmaschine treibt noch immer die Wirtschaft in Deutschland an. Wo sich Ende des 19. Jahrhunderts besonders viele Dampfmaschinen drehten, sind heutzutage die Durchschnittslöhne über 4 % höher als anderswo. Diese Regionen haben auch fast 150 Jahre später noch einen größeren

Anteil an technisch und universitär ausgebildeten Arbeitnehmern. Sie verfügen gleichzeitig über mehr produktive Firmen und melden mehr Patente an. Das zeigt ein neues Forschungspapier der Rockwool Foundation Berlin (RFBerlin). „Die Dampfmaschine hat nicht nur Fabriken angetrie-

ben, sondern auch die Technik und die Entwicklung von Fähigkeiten in ganzen Regionen über Generationen hinweg verändert. Die Lehre für heute: Die frühzeitige Einführung von Künstlicher Intelligenz (KI) kann langfristige positive Folgen haben“, sagt Christian Dustmann, Direktor von RFBerlin und Professor am University College London.

Sascha Becker, Projektleiter bei RFBerlin und Professor an der Universität Warwick, fügt hinzu: „Wir haben es mit einem positiven Kreislauf zwischen technologischer Entwicklung und zunehmendem Qualifikationserwerb zu tun, der durch die Dampfmaschine ausgelöst wurde. Es ist faszinierend, dass regionale Einkommensunterschiede heutzutage noch zu einem guten Teil auf der Verbreitung der Dampfmaschine im Jahre 1875 beruhen. Diese historischen Lehren weisen darauf hin, auch wenn es noch sehr früh ist, dass eine schnelle Einführung von KI erneut darüber entscheiden könnte, welche Regionen und Länder langfristig von den Vorteilen des Wandels profitieren werden.“

www.rfberlin.com

IMPRESSUM

VDI-Z

jetzt mit Logistik für Unternehmen
ISSN 0042-1766, 168. Jahrgang 2026

Herausgeber

Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

Organschaft

VDI-Z ist offizielle Organzeitschrift der VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (VDI-GPL).

Redaktion

Dipl.-Kfm. Stefan Asche, Chefredakteur
Telefon: +49 211 6188-137

sasche@vdi-fachmedien.de

Dr.-Ing. Birgit Etmanski, Redaktion

Telefon: +49 211 6103-331

betmanski@vdi-fachmedien.de

Dipl.-Phys.-Ing. Udo Schnell

Redaktionsleitung VDI Fachmedien

Alexandra Briesch, Redaktionsassistentin

Telefon: +49 211 6103-335

abriesch@vdi-fachmedien.de

Redaktion Fachteil Logistik für Unternehmen

Rolf Müller-Wondorf

Telefon: +49 211 6103-187

rmueller-wondorf@vdi-fachmedien.de

Anne Katrin Sarrazin, Redaktionsassistentin

Telefon: +49 211 6103-171

asarrazin@vdi-fachmedien.de

Patricia Blömers, Redaktionsassistentin

Telefon: +49 211 6103-172

pbloemers@vdi-fachmedien.de

Autorenhinweise/Veröffentlichungsgrundlagen: www.vdi-z.de

Verlag

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG
Unternehmen für Fachinformationen
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf
Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf
Commerzbank AG
SWIFT/BIC-Code: DRES DE 3300
IBAN: DE69 3008 0000 0212 1724 00

Geschäftsführung

Beatrice Gerner

Layout

Alexander Reiß

Leitung Media Sales

Petra Seelmann-Maedchen

Telefon: +49 211 6188-191

pmaedchen@vdi-nachrichten.com

Anzeigenverkauf VDI-Z

Juliana Leven

Tel. +49 211 6103 150

[jliven@vdi-fachmedien.de](mailto:jleven@vdi-fachmedien.de)

Anzeigenverkauf Logistik für Unternehmen

CrossMediaConsulting Wolfgang Ernd GmbH
Arnd Walgenbach

awalgenbach@crossmediaconsulting.de

Telefon: +49 40 881449 – 370

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 68 vom 1. Januar 2026.

Vertrieb und Leserservice

Leserservice VDI Fachmedien

65341 Eltville

Telefon: +49 6123 9238-202

Fax: +49 6123 9238-244

vdi-fachmedien@vservice.de

Bezugspreise

9 Ausgaben jährlich

(davon 1/2, 7/8, 11/12 als Doppelausgaben)
Jahresabonnement: € 324,- (E-Paper € 279,-)

VDI-Mitglieder: € 291,60 (E-Paper € 251,10)

nur für persönliche Mitglieder

Studenten: € 118,- (E-Paper € 102,-)

gegen Studienbescheinigung

Preise Inland inkl. MwSt., Ausland exkl. MwSt.

zzgl. Versandkosten (Inland: € 17,-,

Ausland: € 36,- Luftpost auf Anfrage)

Einzelheft: € 38,- inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten.

Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate.

Im Anschluss an die Mindestlaufzeit ist das

Abonnement jeweils zum Monatsende

kündbar.

Druck

Möller Pro Media GmbH

Zeppelinstraße 6, 16356 Ahrensfelde

Copyright

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr übernommen werden.

Weitere Informationen:

www.vdi-z.de

Auflage IVW-geprüft



Demo Center Gotha in neuem Glanz

Im Dezember 2025 wurde das renovierte Demo Center der Bystronic Maschinenbau GmbH in Gotha feierlich neu eröffnet. 160 Kunden aus ganz Europa zeigten sich beeindruckt. Beide Veranstaltungstage waren restlos ausgebucht. Im Mittelpunkt standen Live-Demonstrationen der neuesten Biege- und Biegeautomationslösungen. Ergänzend dazu gaben Software-Vorführungen einen Einblick in die Vernetzung von Produktionsprozessen. Der persönliche Austausch zwischen Kunden und Demo-Spezialisten unterstrich die Bedeutung als zentrale Anlaufstelle für Beratung und Anwendungskompetenz. Daneben nutzten viele Besucher die Gelegenheit, den Standort Gotha bei einer geführten Werksbesichtigung näher kennenzulernen. Die Tour bot spannende Einblicke in die Fertigungstiefe, die internen Abläufe und die Qualitätsstandards von Bystronic, einem international führenden Anbieter von Technologien für die Blechbearbeitung mit Hauptsitz in Niederösterreich, Schweiz. www.bystronic.com

PERSONALIEN



Foto: Friedhelm Loh Group

Prof. Friedhelm Loh wurde in die „Hall of Fame der Familienunternehmen“ aufgenommen. Damit würdigt das „Handelsblatt“ die Lebensleistung des 79-Jährigen. Leitspruch des Geehrten: „Man kann auf die Zukunft warten, oder sie gestalten.“ Gestaltet hat er viel: Aus dem mittelhessischen Metallbetrieb seines Vaters, der früh starb, entwickelte er die Friedhelm Loh Group. Die global agierende Gruppe ist heute mit ihrem Kernunternehmen Rittal Weltmarktführer für Schaltschrank-Systeme, Automatisierung und IT-Infrastruktur. In Zahlen sind das 95 Tochtergesellschaften, 13 Produktionsstätten, rund 12 600 Beschäftigte und ein Umsatz von 3,2 Mrd.€. Loh spendet jedes Jahr 10 % seines Einkommens und engagierte sich über Jahrzehnte ehrenamtlich – unter anderem als Präsident des Zentralverbands der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI).



Foto: wbk Karlsruhe

Prof. Jürgen Fleischer, Leiter des Instituts für Produktionstechnik (wbk) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), ist der neue Präsident der WGP (Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik). Sein Ziel für die zweijährige Amtszeit ist es, gemeinsam mit den Kolleginnen und Kollegen der WGP die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen produzierenden Industrie zu stärken: „Mit unserem Domänenwissen haben wir ein Alleinstellungsmerkmal und mit diesem Pfund sollten wir angesichts des weltweiten Konkurrenzdrucks auch wuchern.“ Fleischer, der zum 1. Januar 2026 Prof. Michael Zäh vom iwv München turnusgemäß abgelöst hat, hat vor seiner Tätigkeit an der Universität Karlsruhe elf Jahre lang in der Industrie gearbeitet. In der WGP haben sich über 70 führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zusammengeschlossen.



Foto: Mapal

Mark Lich hat als Director Global Key Account Management die Leitung der gleichnamigen, neu gegründeten Abteilung innerhalb der Mapal Gruppe übernommen. Er verantwortet die strategische und operative Steuerung der Vertriebsaktivitäten sowie der Vertriebsergebnisse der Schlüsselkunden. Der Ingenieur berichtet direkt an den Chief Sales Officer, Claudio Gabos.

Lich ist seit Ende 2013 im Unternehmen tätig und bringt Erfahrung aus verschiedenen internen Vertriebsfunktionen mit. Er war unter anderem Gebietsverkaufsleiter in Süddeutschland und verantwortete globale strategische Vertriebsprojekte. Seit 2023 leitete er das Sales Management Office (SMO), dessen Aufgabe es ist, die globalen Wachstums- und Effizienzziele innerhalb des strategischen Vertriebsmanagements zu steuern und zu unterstützen. Diese Funktion wird er weiterhin ausüben.



Foto: Iscar

Erich Timons ist neuer CEO bei Iscar Germany. Er folgt auf Hans-Jürgen Büchner, der nach einem Vierteljahrhundert an der Unternehmensspitze in den Ruhestand geht. Timons ist bei Iscar Germany kein Unbekannter: Über 20 Jahre hinweg hatte der 54-jährige Maschinenbautechniker unterschiedliche Führungsrollen inne. Seit 2015 verantwortete er als Chief Technical Officer (CTO) die technische Ausrichtung des deutschen Standorts, von dem wichtige Impulse für Neu- und Weiterentwicklungen für alle Iscar-Gesellschaften ausgehen.

„Wir werden weiterhin so nah wie möglich am Kunden sein,“ so der neue Chef. Eckpfeiler seiner Strategie seien der Service rund um die innovativen Produkte, der partnerschaftliche Umgang, gute Kommunikation und Nachhaltigkeit entlang der gesamten Lieferkette. Auf dem Plan stünden zudem weitere Investitionen in den Standort.

„WIRKsam“ auf dem Shopfloor: Frag' doch mal die KI!

Im Rahmen des Forschungsprojekts „WIRKsam“ wird ein KI-basiertes Wissensmanagementsystem in der Produktion erprobt. Das auf einem Sprachmodell basierende System unterstützt Mitarbeitende bei der Findung passender Maschineneinstellungen und der Fehlersuche. Die KI ist in der Lage, Fragen zu interpretieren und unternehmenseigene technische Dokumentationen wie Bedienungsanleitungen, Wartungsunterlagen oder Fehlerprotokolle in verständliche und kontextbezogene Antworten zu überführen. „Wir analysieren, wie KI im Produktionsumfeld Wissen gezielt verfügbar machen kann und welche Voraussetzungen dafür notwendig sind. Dabei zeigt sich, dass präzise und gut gepflegte Dokumentationen entscheidend sind, um insbesondere unerfahrene Beschäftigte zuverlässig zu unterstützen“, erklärt Lorena Niebuhr-Haak, wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt. „Gleichzeitig fördert der Ansatz den Aufbau einer digitalen Wissensbasis und zeigt, dass auch generative KI mit überschaubarem Aufwand sinnvoll in der Produktion eingesetzt werden kann.“ Das Kompetenzzentrum WIRKsam unterstützt bei der Identifikation und Auswahl von KI-Anwendungsfällen und begleitet insbesondere kleine und mittlere Unternehmen bei der Einführung von KI. Es wurde im November 2021 gegründet und hat ein Reallabor auf dem Euronova Campus in Hürth.

www.wirkam.nrw

Deutschland fällt bei Ausgaben für F&E stark zurück

Deutschland fällt bei seinen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) im internationalen Vergleich immer weiter zurück. Seit 2019 stagnieren die inflationsbereinigten Ausgaben. Dagegen haben andere führende FuE-Nationen diese Investitionen deutlich gesteigert.

Seit 2019 haben etwa Unternehmen in China ihre F&E-Ausgaben um real 43 % angehoben. In den USA, Südkorea und Japan beläuft sich dieser Zuwachs noch auf immerhin 25 %, 21 % beziehungsweise 8 %. In Deutschland entwickelten sich die F&E-Ausgaben der Unternehmen dagegen während der Corona-Pandemie zunächst rückläufig und haben sich bis 2023 – das ist der aktuellste Wert, den es für internationale Vergleiche gibt – lediglich auf ein minimales Plus von knapp 0,5 % erhöht. Das sind Ergebnisse einer Untersuchung von KfW Research.

Auch bei F&E-Ausgaben im Wissenschaftssektor – also etwa von Universitäten und Forschungsinstituten – fällt Deutschland zurück. Gegenüber 2019 sind sie um real 5 % gesunken. In China, Südkorea und Japan hingegen gab es einen Anstieg um 33 %, 26 % beziehungsweise 9 %, **Bild**. In den USA belief sich der Zuwachs auf immerhin 6 %.

„Eine Ursache für die anhaltende Schwäche der deutschen Wirtschaft ist ein rapider technologischer Wandel und ein relativer Verlust der Wettbewerbsfähigkeit der



In **Fernost** steigen die F&E-Investitionen stark an. Deutschland gerät ins Hintertreffen.
Foto: smarterpix / Gorodenkoff

deutschen Unternehmen bei neuen Technologien“, sagt Dr. Dirk Schumacher, Chefvolkswirt der KfW. „Ein nachhaltiger Aufschwung der deutschen Wirtschaft kann nur gelingen, wenn das deutsche Innovationssystem, und damit auch der Unternehmenssektor, wieder Anschluss an die internationale Spitze findet.“ Noch weist Deutschland die vierthöchsten F&E-Ausgaben weltweit auf. „Seit dem Ausbruch der Corona-Pandemie hält Deutschland jedoch nicht mit der Ausweitung der FuE-Anstrengungen in anderen Ländern schritt“, so der Experte.

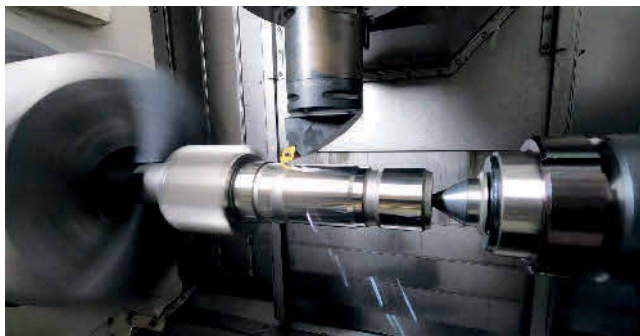
Zudem werden die F&E-Ausgaben in Deutschland erheblich von Großunternehmen und Unternehmen aus traditionellen Industriebranchen wie dem Automobilsektor getätigt. „Es wäre wichtig, dass gezielte Maßnahmen der Wirtschaftspolitik die Innovationsfähigkeit auch mittelständischer Unternehmen steigern. Außerdem muss Deutschland mehr auf die Potenziale neuer Technologien setzen. Das geht unter anderem durch eine gezielte Förderung von Start-ups“, so die Meinung von Schumacher.

www.kfw.de/Über-die-KfW/KfW-Research

Gemeinsam stärker mit Entwicklungs-Partnerschaft

Der deutsche Automobilzulieferer ZF Friedrichshafen und der schwedische Werkzeughersteller Sandvik Coromant haben ihre langjährige Zusammenarbeit „auf ein neues Level gehoben“. In enger Kooperation haben die beiden Unternehmen ein innovatives Hartdrehverfahren für ein Antriebskegelrad entwickelt und damit weit mehr als eine technische Lösung geschaffen: ein zukunftsweisendes Modell für strategische Partnerschaften. Von der ersten Idee bis zur Serienfertigung arbeiteten die Teams beider Unternehmen Hand in Hand zusammen. Die Ergebnisse: eine höhere Effizienz, mehr Prozesssicherheit und Qualität sowie übertragbare Erfolge an weiteren Standorten. Und: Das zunächst als individuelle Kundenlösung realisierte Verfahren konnte zum Standard weiterentwickelt werden, sein Name: „CoroTurn TR Hard PrimeTurning“, **Bild**.

Für das ZF-Werk im bayerischen Thyrnau und die Projektbeteiligten von Sandvik Coromant war dieser technologische Meilenstein zugleich der Startpunkt für weitere gemeinsame Innovationen, insbesondere im Bereich E-Mobility. Und beide Partner sind davon überzeugt, dass sich die großen Herausforderungen der Industrie



Die neue **Technologie** erlaubt die Bearbeitung in Längs- und Planrichtung mit nur einem Werkzeug und steht für eine neue Generation des Hartdrehens. Foto: Sandvik Coromant

künftig nur durch vertrauensvolle, strategisch ausgerichtete Kooperationen meistern lassen.

www.sandvik.coromant.com – www.zf.com

Festo übernimmt Gummiwarenfabrik



Handshake: Der bisherige Geschäftsführer und Inhaber der Neddermann GmbH, Matthias Knieß (rechts), geht in den Ruhestand. Er hat die Führung an Sebastian Schill, Leiter der Technologiefabrik von Festo in Scharnhausen, übergeben. Foto: Festo

Durch die Übernahme der Gummiwarenfabrik R. Neddermann GmbH in Altbach (Kreis Esslingen) zum 1. Januar 2026 festigt Festo seine Wettbewerbsposition in der Pneumatik. Die Gummiwarenfabrik R. Neddermann GmbH ist ein führender Spezialist für die Entwicklung, Fertigung und den Vertrieb von Dichtungs- und Gummitechnologie und bereits seit Langem ein zentraler Lieferant von Festo. Dieser strategische Schritt stärkt speziell die Fertigung von Ventildichtungen, die eine essenzielle Funktion in pneumatischen Komponenten von Festo erfüllen. Dadurch hat der Automatisierungsspezialist die Möglichkeit, diese Bauteile schnell und innovativ weiterzuentwickeln. „Mit der Übernahme bauen wir unsere Fertigungstiefe weiter aus und sichern uns wertvolles Know-how“, erklärt Thomas Böck, Vorstandsvorsitzender von Festo. „Diese Investition in direkter Nähe zum Headquarter und unserer Technologiefabrik Scharnhausen ist von strategischer Bedeutung. So reduzieren wir die Abhängigkeit von Lieferanten bei diesen Bauteilen.“

Der bisherige Geschäftsführer und Inhaber von Neddermann, Matthias Knieß, geht in den Ruhestand. Er hat die Führung an Sebastian Schill, Leiter der Technologiefabrik von Festo in Scharnhausen, übergeben (Bild). Er wird diese Rolle zusätzlich zu seiner bisherigen Position übernehmen. „Ich freue mich sehr, dass Festo die Neddermann GmbH übernimmt – von Familienunternehmen zu Familienunternehmen. Damit sind das Unternehmen und die Mitarbeitenden in besten Händen. Arbeitsplätze und Know-how bleiben in der Region“, so Knieß. Nun firmiert das Unternehmen unter dem Namen „Gummiwarenfabrik R. Neddermann GmbH – ein Unternehmen der Festo Gruppe“ www.festo.com

Seminar: Industrielle Röntgentechnik

Der Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision lädt am 15. und 16. April 2026 zum Seminar mit Praktikum „Industrielle Röntgentechnik als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung in der Produktion“ nach Fürth ein. Teilnehmende erhalten einen Überblick über relevante Verfahren (2D/3D), den aktuellen Stand der Technik und lernen Chancen und Grenzen der industriellen Röntgentechnik für konkrete Anwendungen im Entwicklungs- und Fertigungsumfeld kennen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen bei der Einsatz- und Investitionsplanung im eigenen Betrieb unterstützen. Hintergrund: Bei Null-Fehler-Konzepten wird eine 100 %-Inspektion in der Produktion angestrebt. Oft lässt eine visuelle Oberflächenprüfung jedoch keine ausreichenden Rückschlüsse auf die Qualität eines Werkstücks zu. Die industrielle Röntgentechnik hat sich daher zu einem zentralen Werkzeug der zerstörungsfreien Prüfung und fertigungsintegrierten Qualitätssicherung entwickelt. Moderne digital-radiografische und CT (Computertomografie)-basierte Verfahren erfassen komplexe Strukturen und Geometrien im Inneren von Bauteilen schnell, hochauflösend und materialelektiv. Der Einsatz reicht von Gussteilen über Leiterplatten und Batteriezellen bis hin zu additiv gefertigten Komponenten und Verbundwerkstoffen. KI-gestützte Auswertungsverfahren beschleunigen die automatische Fehlererkennung und unterstützen die Interpretation großer Datenmengen in Echtzeit. Ein praktischer Seminarteil am zweiten Tag umfasst Demonstrationen und Tests an verschiedenen Röntgensystemen. Anmeldung unter E-Mail: vision@fraunhofer.de. www.vision.fraunhofer.de

Pionierarbeit von Zeiss und Trumpf ausgezeichnet

Die Entwicklerteams der Sparte Semiconductor Manufacturing Technology (SMT) von Zeiss sowie von Trumpf wurden Ende 2025 auf Schloss Fachsenfeld bei Aalen mit dem fünften „Reinhard von Koenig Preis für Technik und Fortschritt“ ausgezeichnet. Sie erhielten die Auszeichnung für ihre Pionierarbeit in der Entwicklung der High-NA-EUV-Lithografie sowie deren wegweisende industrielle Anwendung. Den mit insgesamt 10 000 Euro dotierten Preis nahmen Dr. Peter Kürz (Zeiss) und Dr. Michael Kösters (Trumpf) stellvertretend für ihre Teams entgegen. Diese haben einen wesentlichen Beitrag zur Fertigung noch leistungsfähigerer Mikrochips bereitgestellt. EUV (Extrem-Ultraviolett)-Technologie nutzt extrem ultraviolettes, also sehr kurzwelliges Licht sowie ausgefeilte Optik- und Spiegelsysteme, um noch winzigere Strukturen möglich zu machen. Die jetzige Weiterentwicklung erlaubt eine optische Auflösung von unter zehn Nanometern auf einem Mikrochip. www.zeiss.de – www.trumpf.com

trete

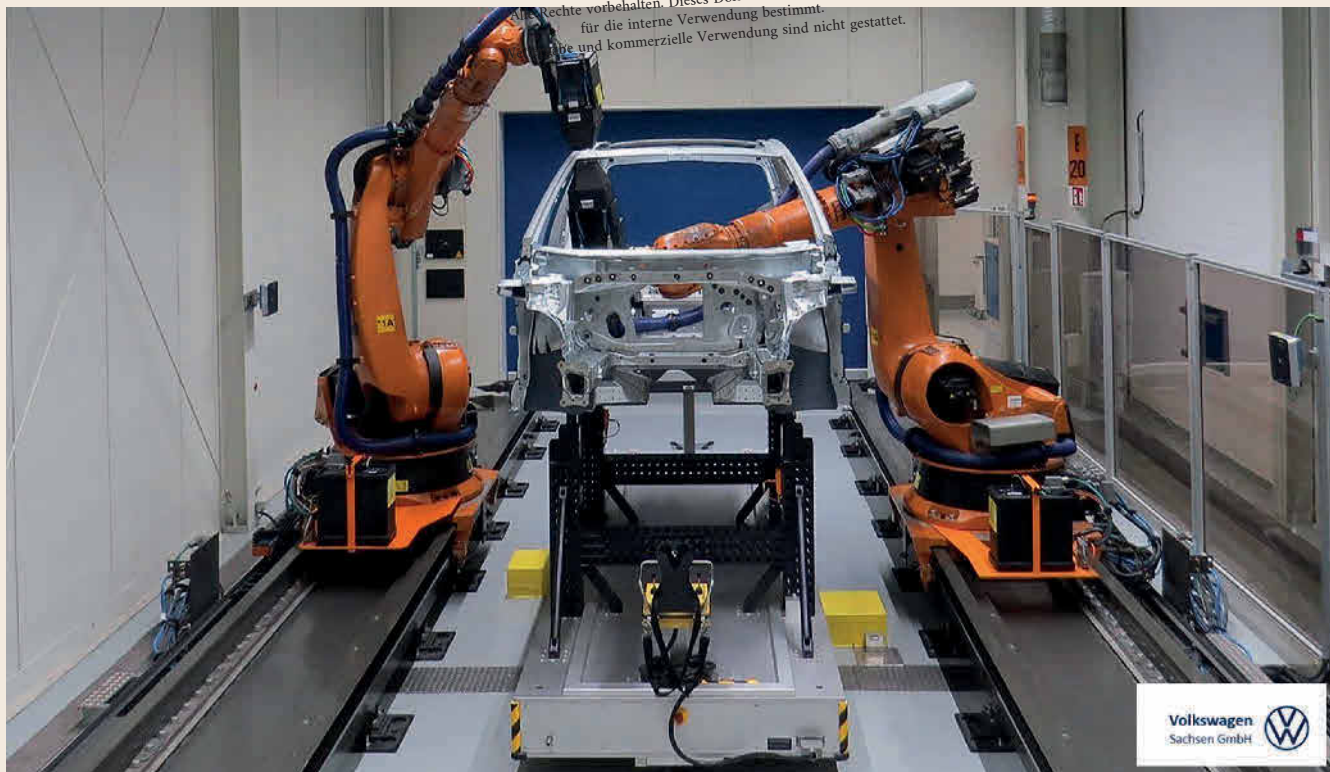


Bild 1. Die beiden Roboter im Prüfstand arbeiten stets miteinander. Einer führt die Blitzanregung, der andere die Thermografiekamera.
Foto: Volkswagen Sachsen GmbH

Qualitätssicherung von Karosserien mittels aktiver Thermografie

Punktgenau geprüft, blitzschnell

Volkswagen checkt im Werk Zwickau-Mosel Schweißpunkte vollautomatisch. Dabei kommen zwei verfahrbare Roboter zum Einsatz: Ein Gelenkarm führt einen Blitzkopf, der andere eine leistungsfähige Thermografiekamera von Infratec.

Bereits seit 2007 arbeiten InfraTec und Volkswagen Sachsen gemeinsam an zerstörungsfreien Verfahren zur Qualitätssicherung im Karosseriebau. Mit Unterstützung weiterer Partner bauten die beiden Unternehmen eine Prüfstation zur thermografischen Qualitätskontrolle von Laserschweißnähten auf. Ab 2018 rüstete VW das Werk in Zwickau-Mosel auf die Produktion einer neuen Generation von Elektroautos um, die auf dem „Modularen E-Antriebs-Baukasten“ basieren. In die-

sem Zuge fiel die Entscheidung, die Karosserieteile der batterieelektrischen Fahrzeuge nicht mehr per Laser, sondern mit dem Widerstandspunktverfahren zu verschweißen. Damit stellte sich die Frage, ob die vorhandene Thermografie-Anlage weiter genutzt werden kann.

Gemeinsam modernisierten die Fachleute in der Folgezeit die vorhandene Thermografie-Prüfanlage, die für die Qualitätssicherung beim Laserschweißen konstruiert worden war. Dazu wurde diese mit neuen Komponenten nach Stand der Technik ausgerüstet und die Blitz-

anlage an die geänderten Anforderungen angepasst, **Bild 1**. Dazu gehört zum Beispiel die leistungsfähigere Thermografiekamera vom Typ „ImageIR 8300 hp“. Außerdem wurden intelligente Algorithmen integriert, welche die enormen Datenmengen auswerten, die bei den immer komplexeren Thermogrammen entstehen.

Schweißen mit mehreren Tausend Ampere

Beim Widerstandspunktschweißen werden zwei Elektroden mit hoher Kraft

von beiden Seiten auf die zu verbindenden Karosserieteile aufgepresst und elektrische Energie mit mehreren Tausend Ampere Stromstärke in den Stahl eingeleitet. Aufgrund des ohmschen Widerstands, den das Metall dem Stromfluss entgegensetzt, kommt es zu einer Wärmeentwicklung, die das Metall an den Kontaktstellen linsenförmig aufschmilzt. Werden die Elektroden entfernt, erkaltet diese Linse nach wenigen Sekunden und die Bleche sind punktförmig miteinander verbunden.

Die Qualitätsprüfung der Verbindung geschieht mittels Aktivthermografie im transmissiven Modus, **Bild 2**: Die durch Blitzanregung in das Werkstück eingetragene thermische Energie wird durch Wärmeleitung im Material transportiert und die Temperatur auf der gegenüberliegenden Seite der verbundenen Karosseriebleche gemessen. Die Thermografiekamera ermittelt dabei Pixel für Pixel die Wärmeverlaufskurven für den flächigen Schweißpunkt.

Die Verbindungsqualität der Punktschweißung ist gewährleistet, wenn die Temperatur zu einem festgelegten Auswertezeitpunkt über einem vorab definierten Schwellenwert liegt. Die eigens entwickelte Software liefert dann ein möglichst einheitliches Bild des Schweißpunktes. Dessen Grenzen sind in der Darstellung deutlich zu erkennen aber auch Einschlüsse, Verunreinigungen und andere Fehler.

Eine kleine Revolution für die Großserienfertigung

Um ganze Fahrzeuge mit der Methode prüfen zu können, wurde die „Indu-Scan“-Messstation mit zwei, auf Verfahrachsen positionierbaren Industrierobotern ausgestattet. Am frei beweglichen Arm eines Roboters ist die Thermografiekamera befestigt, am Arm des anderen der Blitzkopf. Der zur Blitzerzeugung benötigte Generator fährt auf dem Fuß des zweiten Roboters mit.

Bei der Volkswagen Sachsen GmbH ist man überzeugt, eine kleine Revolution für die Branche einzuleiten. Die Anlage sei die weltweit erste thermografische Lösung, um berührungslos und automatisiert Widerstandsschweißpunkte im Großserien-Automobilbau zu prüfen. Die neue Technik arbeite viermal so schnell wie bisherige Prüfverfahren. Außerdem sei sie ergonomischer.

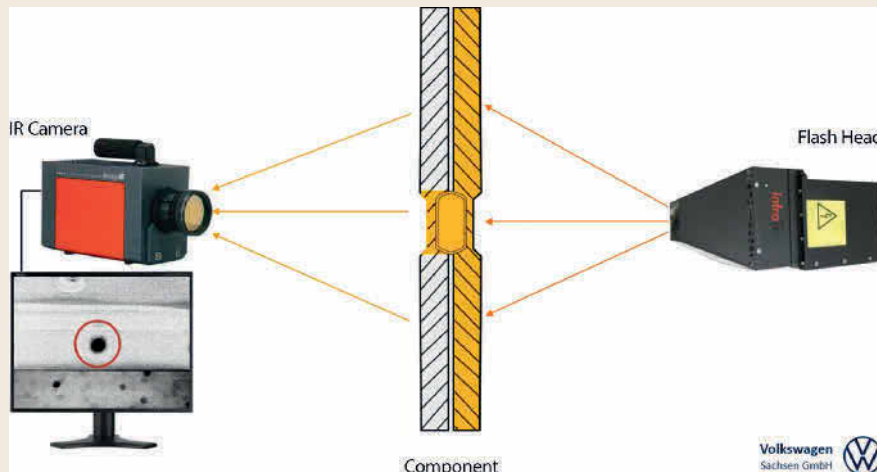


Bild 2. Schematische Darstellung der aktiven Wärme-fluss-thermografie: Der Blitzkopf (rechts) erwärmt das Prüfstück. Die Wärmebildkamera (links) erfasst dann die Temperatur im Schweißpunkt. Eine Software vergleicht abschließend die Ergebnisse mit den Soll-Werten. Foto: Volkswagen Sachsen GmbH

Schneller als Ultraschall

Die hochautomatisierte, thermografische Qualitätssicherung der Schweißpunkte ist der bis dahin im Karosseriebau eingesetzten manuellen Ultraschall-Prüfung in vielerlei Hinsicht deutlich überlegen. Diese kann nur stichpunktartig erfolgen und ist für die Prüfer anstrengend, denn diese müssen immer wieder „über Kopf“ arbeiten. Versuche, die Ultraschall-Prüfung zu automatisieren, sind bisher immer wieder gescheitert.

Hinzu kommt, dass die „Indu-Scan“-Lösung von InfraTec deutlich schneller ist: Benötigten die Ultraschallprüfer meist 30 s bis 40 s, um einen Schweißpunkt manuell zu untersuchen, braucht die Thermografie-Prüfstation für jeden analysierten Schweißpunkt nur 5 s bis 10 s. Damit schafft sie etwa 1500 statt nur 500 bis 600 Schweißpunkte pro Schicht. Das wiederum ermöglicht mehr

Stichproben, sichert eine beständig hohe Qualität und eröffnet den Betreibern der Fertigungsanlagen die Möglichkeit, rechtzeitig korrigierend einzugreifen, wenn Probleme in der Produktion auftreten.

Weiterentwicklung im Blick

Das von VW und InfraTec entwickelte Verfahren zur Qualitätssicherung kann nicht nur für die Elektroauto-Produktion angewendet werden, sondern in jedem Werk, welches das Widerstands-Punktschweißen einsetzt. Die Zwickauer Experten wollen gemeinsam mit InfraTec das neue Verfahren weiter verbessern und beschleunigen. Ihr Ziel ist eine „Inline“-Lösung, bei der nicht mehr nur zeitverzögert Stichproben gezogen werden, sondern die Qualität der Schweißpunkte während der laufenden Autoproduktion in Echtzeit beurteilt wird.

www.infratec.de

Zwick / Roell

Der einfachste Weg zur automatisierten Prüfung.

Bereits ab 10 Proben am Tag.

zwickroell.com/automation



Ein digitaler Kalibrierschein bietet große Vorteile, wenn hohe Datenmengen oder komplexe Daten anfallen, die miteinander in Beziehung stehen – wie bei der Bauteil- und Strukturprüfung, in Prüfständen der Kfz-Industrie oder wie hier in der Robotik. Foto: piai_AdobeStock_641422151 / GTM

Kompensationsmatrix berücksichtigt auch Querkräfte und Momente

Smarte Mehrkomponenten-Messtechnik

In Produktionsumgebungen gemäß Industrie 4.0 ist Messtechnik unverzichtbar. Ohne nachvollziehbare, reproduzierbare Messdaten sind vernetzte Fertigung, automatisierte Qualitätssicherung oder digitale Zwillinge undenkbar. Wie gelingt „Plug & Measure“ zuverlässig?

Als ein führender Entwickler und Hersteller von Messtechnik arbeitet die Firma GTM Testing and Metrology aktuell daran, die Mehrkomponenten-Messtechnik „smart“ zu machen. Das Ziel: Anwender sollen sich endlich auf das Wesentliche konzentrieren können – das Messen.

Die Realität in Maschinen, Prüfständen und Anlagen ist selten ideal, und Kräfte wirken nie nur in einer einzigen Richtung. Das weiß auch Paul Zolnierrek, einer der beiden Geschäftsführer von GTM mit deutschem Standort in Bickenbach: „Ein klassischer, linearer Kraftsensor, wie er in konventionellen Prüfanordnungen vorkommt, misst hochpräzise, aber nur in eine Richtung. Jedoch treten in der Praxis

fast immer Querkräfte und Momente auf, die außerhalb der idealen Krafrichtung wirken. Das lässt sich kompensieren oder miteinbeziehen, jedoch ignorieren darf man es nicht.“

Die Ära der MKAs ist da

Einachsige Kraftsensoren sind seit Jahrzehnten präzise und bewährt. Doch sie bilden nur einen Ausschnitt des tatsächlichen Kraftgeschehens ab. Anders die Mehrkomponentenaufnehmer (MKA): Sie können Kräfte und Momente in allen drei Raumachsen erfassen, bis zu sechs Komponenten gleichzeitig. Das Ergebnis ist ein vollständiges, physikalisch „sauberes“ Bild des Systems, in dem sie integriert sind.

Das ist besonders von Bedeutung in Prüfständen, in denen komplexe Belastungen wirken, wie es sie zum Beispiel im Bereich Automotive für Reifen- und Fahrwerkstests gibt. Der Vorteil liegt darin, dass ein MKA, **Bild 1**, anders als ein einachsiger Sensor, auch Querkräfte und Momente erkennt und misst. Diese haben immer auch einen Einfluss auf diejenige Kraft, die eigentlich von Interesse ist. Sind diese Querkräfte bekannt, lassen sie sich kompensieren. Das geschieht über eine Kompensationsmatrix, die alle Einflussgrößen mathematisch bereinigt. Ergebnis ist ein reiner, kompensierter Wert in der Achse, auf die es ankommt.

Die Matrix wird mithilfe einer Hochpräzisions-Kalibrieranlage ermittelt. Die

GTM-Eigenentwicklung bietet Platz auch für größere Prüfstücke und hat einen weiten Messbereich. Sie arbeitet außerdem vollautomatisch, teils sogar „mannlos“ und über Nacht. Das spart Zeit und Geld. Die Messunsicherheit liegt bei 0,1 % – ein Spitzenwert. Sie kann Kräfte von 4 kN bis 500 kN axial und 2 kN bis 200 kN quer präzise messen, Momente zwischen 2–50 kN·m. Die Einrichtung namens „Hexapode“ ist ein wichtiger Bestandteil, wenn es darum geht, die Weichen hin zur smarten Messtechnik zu stellen, **Bild 2**.

Viele Einsatzgebiete

MKA kommen in aktuellen Schlüssel- und Hightech-Branchen vermehrt zum Einsatz. Insbesondere in der Automobilindustrie haben sie Maßstäbe gesetzt: Hier erlauben MKA-Plattformen, eine besondere Bauweise von Mehrkomponentensensoren, die vollständige Erfassung komplexer Belastungsszenarien an Reifen, Bremsen oder Fahrwerkskomponenten.

Ein deutlich wachsendes Feld ist die Robotik. Roboter, die Kräfte „fühlen“ und interpretieren können, sind nicht nur präziser, sondern auch sicherer im Zusammenspiel mit Menschen. Zolnierrek: „Wenn ein Roboter weiß, welche Kräfte in welcher Richtung wirken, kann er sensibler reagieren – fast so, als hätte er ein Tastgefühl. Die Messung mit MKA ist ein Schlüssel, um Robotern echtes Feedback zu geben. Ein wirklich spannendes Feld!“

Weitere Einsatzbereiche reichen von der Luft- und Raumfahrt über die Medizintechnik und bis zur Wissenschaft und Forschung – etwa bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) oder in Fraunhofer-Instituten, wo Grundlagen für künftige Normen geschaffen werden.

Doch worin besteht das Neue, an dem GTM aktuell arbeitet? „Es geht um die konsequente Integration der nötigen Elektronik direkt in den Mehrkomponentensensor“, erläutert der GTM-Geschäftsführer. Üblicherweise befinden sich in klassischen Messanordnungen die Messverstärker im Schaltschrank, mehrere Meter entfernt vom Aufnehmer. Das verursacht nicht nur Signalverluste, sondern auch enorme Verkabelungskosten. Denn es geht um hochpräzise Sensorleitungen, und bei sechs Achsen muss jede einzeln geführt werden. 10 m Kabel pro Leitung summieren sich – finanziell und technisch. Wenn es gelingt, den Verstärker direkt in den Sensor zu integrieren, gibt es einen Spareffekt und präzisere Ergebnisse.



Bild 1. Aktuelle Mehrkomponentenaufnehmer (rechts Messplattform „MPF“, links Serie „MKA“) messen Kräfte und Momente entlang verschiedener Vektorachsen gleichzeitig. Grafik: GTM



Bild 2. Die von GTM entwickelte und akkreditierte Mehrkomponenten-Bezugsnormalmessenrichtung zur Kalibrierung von MKA kann alle Vektorachsen gleichzeitig erfassen und bezieht auch die Schwerkraft ein. Foto: GTM

Ziel: Plug & Measure

Beim Konzept „Plug & Measure“ erhält der Kunde ein All-inclusive-Gerät, komplett vorkalibriert und kompensiert, mit der größtmöglichen Präzision. Ein digitales Ausgangssignal liefert direkt die berechneten Messwerte. Der Anwender muss keine Kompensationsmatrix mehr manuell einpflegen, keine Verstärker konfigurieren, keine Leitungen können verwechselt werden. Stromversorgung und digitale Schnittstelle anschließen – fertig.

Zolnierrek: „Bisher war es so: Der Kunde bestellt seine Messplattform und erhält von uns vereinfacht gesagt ein sehr großes Stück Metall, dazu ein Stück Papier mit den Werten für die Kompensationsmatrix. Diese Plattform schließt er dann an einen Messverstärker an. Bei den monolithischen MKA gehen wir den Weg der sen-

sornahmen Lösung, bringen also die Elektronik so nah an den Sensor wie möglich. Bei den Messplattformen können wir aufgrund des großen Bauraums die Elektronik in der Plattform integrieren.“

Exkurs: digitaler Kalibrierschein als Datenpaket

Stichwort Papier und Kompensationsmatrix: Aktuell wird eine Entwicklung forciert, mit der die Kraft- und Momentenmessung einen großen Sprung in Richtung Anwendungsfreundlichkeit machen wird. Der digitale Kalibrierschein (DCC) wird perspektivisch den Papiernachweis ablösen. Nicht nur für GTM ist das ein logischer Schritt: Da die Sensoren ohnehin digital kommunizieren, können und sollten die Kalibrierdaten künftig direkt in der Elektronik abgelegt sein. „Technologisch ist das längst kein Hexenwerk mehr, sondern im Grunde ein digital abgelegtes, maschinell lesbares pdf“, so Zolnierrek. „Die Kunst besteht jedoch darin, für alle Anwender weltweit verbindliche Normen zu finden. Da sind die beteiligten Akteure schon weit vorangeschritten, aber es ist noch ein Stück Weg zu gehen.“

Blick in die Zukunft

Auch MKA werden nicht über Nacht alle bestehenden Systeme ersetzen. Jedoch liefern sie mehr Informationen und Möglichkeiten, Prozesse zu verstehen und zu optimieren. Während einachsige Sensoren weiterhin in Anwendungen ihren Platz haben, in denen es um höchste Präzision oder um sehr große Kräfte geht, erschließen MKA neue Erkenntnisse über all das, was sich noch im Verborgenen befindet.

„Wir werden weiterhin viele einachsige Sensoren verkaufen“, so der GTM-Chef, „aber häufig stoße ich unsere Kunden zum Nachdenken an. Denn schaut man genauer hin, zeigt sich oft, dass Querkräfte oder Biegemomente eine größere Rolle spielen als vermutet. Und ein ums andere Mal lässt sich der Kunde überzeugen, es mit einem MKA-System zu versuchen.“

Sein Fazit: Die Kombination von Mehrkomponentenaufnehmern mit integrierter Elektronik, automatisierter Kalibrierung und dem DCC wird einen neuen Standard in der Messtechnik markieren – ein Schritt, der viele Branchen der Industrie und auch die Wissenschaft nachhaltig verändern wird.

www.gtm-gmbh.com



Sehen, wo die Druckluft entweicht. Eine Akustikkamera macht es spielend einfach. Foto: FLIR Systems/Teledyne

Fallstudie: Druckluftleckagen mit Akustikkameras finden

Das Leck im Ohr

Angesichts steigender Energiekosten hat ein Hersteller von Automobilteilen eine Akustikkamera zur Erkennung von Druckluftleckagen getestet. Diese Fallstudie zeigt, wie dieses Werkzeug Inspektionen rationalisieren, versteckte Leckagen aufdecken und die Wartungseffizienz in einer lauten Industrieumgebung verbessern kann.

Druckluft wird zur Versorgung von Produktions-equipment wie Pneumatikwerkzeugen, Vakuumpumpen und Aktoren eingesetzt. Zu den Nutzern zählen unter anderem Automobilzulieferer. Aber: Bei komplexen Rohrleitungssystemen, die über große Anlagen verteilt sind, treten häufig Leckagen auf. Die Folge: Viel Geld verpufft. In einem US-amerikanischen Automobilwerk war das Wartungsteam zunehmend besorgt über den steigenden Energieverbrauch und häufige Störungen, die durch nicht diagnostizierte Leckagen verursacht wurden. Herkömmliche Erkennungsmethoden erwiesen sich als zeitaufwendig, inkonsistent und schwierig in der lauten Produktionsumgebung. Effizientere Inspektionsmethoden wurden gesucht, um den reibungslosen Betrieb zu gewährleisten und unnötige Energieverluste und CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Ein Ingenieur aus der Produktion des Werks schlug vor, eine Akustikkamera der Flir Si-Serie zu testen. Ziel war es, festzustellen, ob das Gerät eine schnellere und zuverlässigere Möglichkeit bietet, mit regelmäßigen Inspektionen Druckluftlecks zu erkennen ohne die Produktion unterbrechen zu müssen.

Die Tests wurden über einen Zeitraum von vier Wochen durchgeführt und konzentrierten sich auf kritische Bereiche wie Montagelinien, die mit pneumatischen Werkzeugen betrieben werden, sowie Freiluftleitungen und Wartungszonen, die für häufige kleinere Leckagen bekannt waren. Obwohl die ständige Luftabsaugung während der Produktion erhebliche Turbulenzen und Geräusche verursachte (was es schwierig macht, Leckagen in den Produktionsanlagen zu erkennen), wurden die Inspektionen auch während der normalen Betriebszeiten erfolgreich durchgeführt.

Klare Bilder in Echtzeit

Die Akustikkamera erkannte Druckluftlecks sofort und erzeugte klare Akustikbilder in Echtzeit, **Bild 1**. So konnten Leckagen leicht lokalisiert werden, auch solche, die in Überkopfrohren oder in Maschinen versteckt waren. Die empfindlichen MEMS-Mikrofone mit ihren fortschrittlichen Klangverarbeitungsfunktionen isolieren selbst kleinste Leckgeräusche effektiv und übertreffen herkömmliche Tools, die in lauten Umgebungen oft Probleme mit Störgeräuschen haben. Das intuitive, benutzerfreundliche Design erfordert nur minimale Schulungen, was eine sofortige Verwendung und entsprechend effiziente Inspektionen erlaubt.

Die aufgenommenen Akustikbilder vereinfachten das Teilen der Ergebnisse, indem sie dem Wartungsteam klare visuelle Daten zur Verfügung stellten. Die Möglichkeit, die Leckagen sofort zu quantifizieren und zu kennzeichnen, half



Bild 1. Sichtbar wird auch das Ausmaß der Leckage. Foto: FLIR Systems/Teledyne



Bild 2. Die ergonomische Formgebung erlaubt eine unkomplizierte Handhabung. Foto: FLIR Systems/Teledyne

entscheidend dabei, Reparaturen zu priorisieren und Arbeitsaufträge zu rechtfertigen, was die Kommunikation zwischen den Abteilungen verbesserte. Das Gerät ist nach Angaben des verantwortlichen Produktionsingenieurs leicht und ergonomisch gestaltet, **Bild 2**. So sei beispielsweise die Save-Taste optimal für einen kontinuierlichen Einhandbetrieb platziert.

Die Ergebnisse der Testinspektionen sprechen für sich: Nach der Behebung von nur 15 der 68 (22 %) Lecks, die während

der letzten Inspektionsrunde entdeckt wurden, verzeichnete das Unternehmen eine Reduzierung des Luftverbrauchs um 54,6 m³ pro Stunde – 15 % – und eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 230,4 kg pro Tag.

Stromkosten viel geringer

Die Behebung nur eines Bruchteils der erkannten Leckagen führte zu jährlichen Einsparungen bei der Stromversorgung

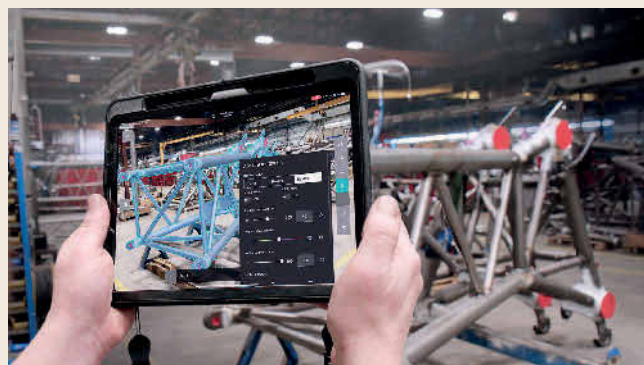
von über 4000 US-\$. Insgesamt erwies sich die Akustikkamera der Flir-Si-Serie als leistungsfähige Lösung für ein kostspieliges, dauerhaftes Problem. Der Fertigungsingenieur ist nun in der Lage, Leckagen schnell zu erkennen, zu dokumentieren und zu melden, was die für Inspektionen aufgewendete Zeit reduziert und dem Wartungsteam hilft, Sofortmaßnahmen zu ergreifen. ■

www.flir.de

Mit visueller Qualitätskontrolle auf Wachstumskurs

Visometry, Darmstadt – spezialisiert auf Augmented-Reality (AR)-Lösungen für industrielle Anwendungen – zieht für das Geschäftsjahr 2025 eine äußerst positive Bilanz und blickt mit ambitionierten Zielen auf das aktuelle Jahr. Trotz der anhaltenden Krise in der Automobilindustrie und einer wirtschaftlichen Stagnation in Europa verzeichnete das Unternehmen ein Umsatzwachstum von 48 % im Vergleich zum Vorjahr. Besonders dynamisch verlief die Neukundengewinnung: Die Zahl der Unternehmen, die die Qualitätsinspektionslösung „Twyn“ im täglichen Betrieb einsetzen, stieg um mehr als 40 %. Die Internationalisierungsstrategie erwies sich als entscheidender Erfolgsfaktor. Wichtige Wachstumstreiber waren insbesondere die Länder Südkorea sowie Italien und Spanien.

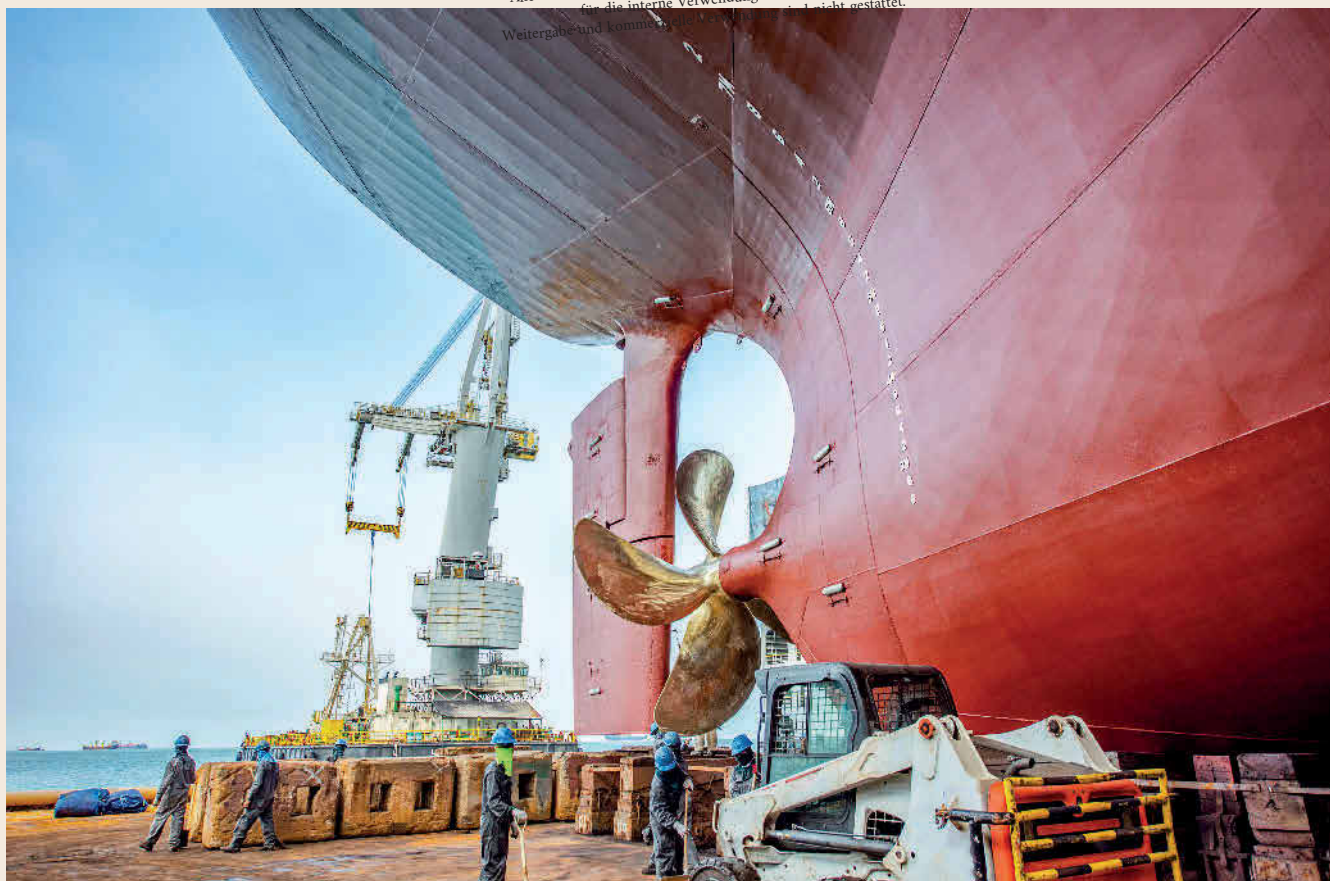
Twyn, die Software zur visuellen Qualitätskontrolle, ist nun bei rund 300 Kunden im täglichen Einsatz. Dazu zählen unter anderem auch die Unternehmen Gothaer Fahrzeugtechnik, **Bild**, Liebherr, Siemens Mobility, Wisag und Hyundai Electric. Die Entwickler ergänzten die Funktion „Assisted Deviation Detection“. Diese unterstützt den Qualitätsingenieur durch eine automatische farbliche Hervorhebung von Abweichungen zwischen dem Soll- und Ist-Zustand eines Bauteils. Zudem wurde das Computer-Vision-System insbesondere für die Erkennung und das Tracking sehr großer Bauteile optimiert. Nicht zuletzt verbesserte das Produktteam Schnittstellen und die Unterstützung weiterer CAD-Formate, um den Datenaustausch noch effizienter



Über ein gängiges Tablet lässt sich mit „Twyn“ die Übereinstimmung eines physischen Objekts mit seinen CAD-Daten in Echtzeit überprüfen – hier im Einsatz bei Gothaer Fahrzeugtechnik. Foto: Visometry

zu gestalten. Auf Kundenseite bleiben Hersteller von Schweißbaugruppen, Land- und Baumaschinen sowie anderen Spezialfahrzeugen zentrale Zielgruppen. Ergänzend erschließt Visometry nun auch neue Branchen wie die Luft- und Raumfahrtindustrie sowie den Stahlbau im Gebäudesektor. Zudem arbeitet das Team an neuen KI-Funktionalitäten zur Erkennung von Anomalien sowie zur Unterstützung täglicher Inspektionsaufgaben in hochkomplexen Szenarien.

www.visometry.com



Schiffsrümpfe bestehen oft aus hunderten individuell geformter Stahlbleche. Ein neues Inline-3D-Messsystem macht deren Herstellung deutlich einfacher. Eingesetzt werden kann das System auch in der Luft- und Raumfahrt. Foto: smarterpix / L_am_Daniel

Echtzeit-3D-Messtechnik für fehlerfreie Umformungsprozesse

Große Bleche, passend gemacht

Im Projekt „DIKUQ“ wurde eine teilautomatisierte Prozesskette zur Umformung von Stahlblechen für den Schiffbau entwickelt. Das Fraunhofer IOF konzipierte dafür ein Inline-3D-Messsystem, das Werkstücke blitzschnell digital erfassen und als 3D-Bild rekonstruieren kann. Dank des Systems können Fachkräfte entlastet und Qualitätsschwankungen reduziert werden.

Beim Biegen tonnenschwerer Stahlbleche für den Schiffsrumpf hängt die finale Geometrie bisher oft vom geschulten Blick und dem Erfahrungswissen der

Werker ab. Dabei entscheiden Millimeter über Passgenauigkeit und Stabilität. Bisher stoppten die Fachkräfte den Fertigungsablauf immer wieder, um Formabweichungen manuell zu prüfen – dies ist ein zeitaufwendiger und fehleranfälliger Prozess.

Herkömmliche Ansätze zur Digitalisierung dieser Prozesse, die aus der industriellen Serienfertigung stammen, lassen sich auf die individuelle Fertigung von Einzelstücken im Schiffbau jedoch kaum übertragen.



Bild 1. Zwei synchronisierte Kameras und ein Projektor zur Musterprojektion: Diese Konfiguration wird auf beiden Seiten des Werkstücks positioniert. Foto: Fraunhofer IOF



Bild 2. Ein Worker bei der Bearbeitung eines Probestücks. Dank des Messsystems kann bei der Umformung auf den Einsatz von Prüfschablonen verzichtet werden. Foto: Fraunhofer IOF

Das Verbundprojekt „DIKUQ“ (Digitalisierung der kaltplastischen Umformung durch kontinuierliche Qualitätskontrolle), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE), setzt genau dort an: Im Vorhaben entwickelte das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF aus Jena gemeinsam mit Partnern eine teilautomatisierte Prozesskette für die kaltplastische Umformung von Schiffbauteilen. Die Projektpartner sind die Ostseestaal GmbH & Co. KG, die zugleich als Projektkoordinator fungiert, das Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP, die Universität Rostock und die MSR-Service GmbH. Ein Schwerpunkt im Projekt ist dabei das präzise, digitale Erfassen der Werkstücke entlang der gesamten Prozesskette.

Sensornetzwerk zur 3D-Rekonstruktion

Für das Projekt DIKUQ haben Forschende am Fraunhofer IOF ein neuartiges High-Speed Inline-3D-Messsystem entwickelt: Ein latenzarmes 3D-Sensornetzwerk, mit dem das Werkstück digital erfasst werden kann und damit präzise Soll-Ist-Vergleiche direkt an der Presse ermöglicht. Das System besteht aus jeweils zwei synchronisierten Kameras auf der rechten und linken Seite des Werkstücks, die mit den zugehörigen Projektoren gekoppelt sind, **Bild 1**. So lässt sich ein Messvolumen von bis zu 4 m x 2 m x 0,5 m in weniger als einer halben Sekun-

de vollständig erfassen. Die gewonnenen Bildsequenzen werden mittels Triangulation zu einem präzisen 3D-Modell des Werkstücks rekonstruiert.

Kern des Systems ist ein flächenbasiertes 3D-Messverfahren mit strukturiertem Licht im nahen Infrarotbereich (NIR). „Dabei wird ein unregelmäßiges Muster auf die Objektoberfläche projiziert, welches sich entsprechend der Geometrie des Werkstücks verformt“, erklärt Dr. Christoph Munkelt, Wissenschaftler in der Abteilung Bildgebung und Sensorik am Fraunhofer IOF. „Die Verzerrung des Musters liefert uns dann die Informationen für die 3D-Rekonstruktion.“

„Der entscheidende Vorteil gegenüber herkömmlichen Verfahren liegt in der Echtzeit-Rückmeldung“, erläutert der IOF-Forscher weiter. „Das System erstellt einen automatisierten Soll-Ist-Vergleich mit der Zielgeometrie, der auf das Blech projiziert wird. Der Worker sieht dadurch sofort, an welchen Stellen noch nachgearbeitet werden muss, um den Zielkorridor zu erreichen.“ Physische Prüfschablonen, die sonst zeitaufwendig angesetzt und ausgewertet werden mussten, können so entfallen, **Bild 2**. Stattdessen steht eine digitale „Prüfschablone“ zur Verfügung, die sich jederzeit mit den Prozessdaten abgleichen lässt.

Fachkräfte mit 3D-Daten unterstützen

Die präzise, digitale Rückmeldung des Systems macht komplexe Arbeitsschritte,

die bislang ausschließlich im Erfahrungswissen der Worker verankert waren, für neue Mitarbeitende erlernbar. „Unser Ziel ist es, den Umformprozess, der bislang vor allem durch das Know-how der Worker gestaltet wird, digital zu unterstützen. Damit begegnen wir wirkungsvoll dem Fachkräftemangel, erhöhen die Prozesssicherheit und gestalten Arbeitsplätze attraktiver“, erläutert Maximilian Müller, Leiter Forschung und Entwicklung bei Ostseestaal.

Durch die digitale Erfassung der Werkstückgeometrie werden Qualitätsschwankungen minimiert, höhere Passgenauigkeiten erreicht und die Rücklaufquote gesenkt. Gleichzeitig schafft das System eine lückenlose, nachvollziehbare Dokumentation der Qualitätskontrolle für den Endkunden.

Auch für Luft- und Raumfahrt nutzbar

Mit dem im Projekt DIKUQ entwickelten Gesamtsystem stellen die Verbundpartner exemplarisch einen digital vernetzten, teilautomatisierten Fertigungsprozess für die kaltplastische Umformung von Schiffbauteilen vor – von der Wareneingangskontrolle über die Planung und Steuerung der Umformschritte bis zur finalen Qualitätsprüfung. Das Automatisierungskonzept lässt sich ebenfalls auf Industrien mit ähnlichen Anforderungen übertragen, etwa in der Luft- und Raumfahrt sowie der Architektur. ■

www.iof.fraunhofer.de

Internationale Elefantenhochzeit

Weltmarktführer von morgen?

DN Solutions, drittgrößter Hersteller von Werkzeugmaschinen weltweit, hat die Übernahme vom deutschen Vorzeige-Werkzeugmaschinenhersteller Heller abgeschlossen. Der CEO der Koreaner, Won-jong Kim, erklärt die Hintergründe und Perspektiven im exklusiven Interview.

TEXT: Stefan Asche

Was waren die ausschlaggebenden Gründe für die Übernahme von Heller?

Won-jong Kim (Bild 1): Die Motivation zur Übernahme lag in einer klaren strategischen Übereinstimmung. Hellers Kompetenzen passen hervorragend zu den Schwerpunkten von DN Solutions – Technologie, Service und globaler Reichweite – und das Unternehmen hat eine solide operative Basis in Europa, über die wir bisher nicht verfügten.

Welche strategischen Lücken schließt Heller im bestehenden Portfolio von DN Solutions?

Heller bringt Kompetenzen in der horizontalen Bearbeitung mit 4- und 5-Achsen-Technologien, tiefgehende Service- und Lösungsexpertise sowie eine umfassende europäische Infrastruktur mit. Diese Elemente ergänzen und stärken das bestehende Angebot von DN Solutions.

Inwiefern passt Heller kulturell und technologisch zu DN Solutions?

Beide Unternehmen haben sich der technischen Exzellenz, Qualität und langfristigen Denken verschrieben. Die Technologieportfolios ergänzen sich bei minimalen Überschneidungen und einem großen Potenzial für Synergien.

Gab es alternative Übernahmeziele – und warum fiel die Entscheidung letztlich auf Heller?

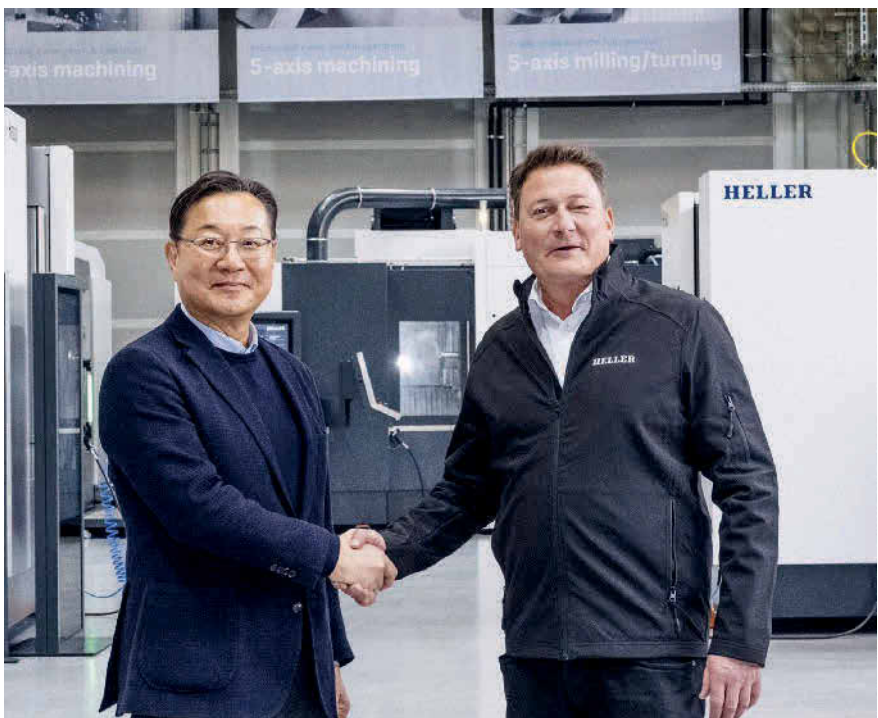


Bild 1. Won-jong Kim(li.), CEO von DN Solutions, und Dr. Thorsten Schmidt, CEO der Heller Group, sind sich einig: „Diese strategische Partnerschaft stärkt die Position beider Unternehmen in der Präzisionstechnik.“ Foto: DN Solutions

Wir haben mehrere Optionen geprüft, aber Heller stach hervor aufgrund seiner starken globalen Präsenz, einer verlässlichen langfristigen Vision und einer hervorragenden Reputation bei den Kunden.

Welche Rolle soll Heller innerhalb des DN-Solutions-Konzerns künftig spielen?

Heller wird ein zentraler Pfeiler unserer globalen Strategie sein und unsere Präsenz in der Fertigung, Technik und im Service in der Region stärken.

Bleibt Heller als eigenständige Marke bestehen?

Zum jetzigen Zeitpunkt bleibt die Marke Heller bestehen. Sie genießt das Vertrauen der Kunden und steht für einen einzigartigen technologischen Wert. Das möchten wir langfristig bewahren.

Wo sehen Sie die Gruppe in fünf bis zehn Jahren im globalen Wettbewerbsumfeld?

In fünf bis zehn Jahren sehen wir die Gruppe fest etabliert als einen führenden Premium-Anbieter von Werkzeugmaschinen, anerkannt für technologische Exzellenz, Qualität und nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit – nicht nur für seine Größe.

Unser Ziel ist es, der führende Werkzeugmaschinenbauer weltweit zu werden und Maßstäbe in Innovation, Zuverlässigkeit und Kundenwert zu setzen. Wir kombinieren fortschrittliche Technologien, eine starke globale Präsenz und fundierte Anwendungsexpertise und wollen dadurch die Zukunft der Fertigung in wichtigen Branchen gestalten. Gleichzeitig bauen wir so eine widerstandsfähige, langfristige Wettbewerbsposition auf.

In welchen Bereichen erwarten Sie die größten Synergieeffekte?

Hauptsächlich in der Technologieentwicklung, im Service und bei Ersatzteilen, in der Beschaffung, der Fertigungseffizienz, im Marketing und bei Veranstaltungen sowie in einem koordinierten Marktzugang und Cross-Selling.

Sind Stellenabbau oder Standortverlagerungen geplant?

Es sind keine zusätzlichen Umstrukturierungen geplant, solange die Umsatzsteigerung im Plan bleibt. Stabilität und Kontinuität haben für uns oberste Priorität. (Bild 2)

Wie wollen Sie Vertrauen und Motivation in einer Phase des Wandels sicherstellen?

Indem wir Kontinuität in den Abläufen gewährleisten, die vollständige Unterstützung für Service und Ersatzteile aufrechterhalten und transparent mit der Führung, den Mitarbeitenden und dem Betriebsrat kommunizieren.



Bild 2: Won-jong Kim informiert die Heller-Mitarbeitenden über den Abschluss der Übernahme und erläutert die Synergien der Partnerschaft mit DN Solutions. Ein Stellenabbau sei aktuell nicht geplant. Foto: DN Solutions

Welche Rolle spielen deutsche Standorte künftig innerhalb der Gruppe?

Die deutschen Betriebe – insbesondere Nürtingen – werden das Zentrum unserer europäischen Präsenz und ein wichtiger Motor für langfristiges Wachstum bleiben.

Welche technologischen Stärken von Heller waren besonders entscheidend für die Übernahme?

Entscheidend waren insbesondere die horizontale 4- und 5-Achsen-Bearbeitungstechnologie von Heller, die Präzisionsfertigung, das tiefgehende Anwendungswissen sowie die starken Lösungs- und Servicefähigkeiten.

Werden Produktlinien von Heller aufgegeben? Oder von DN Solutions?

Derzeit planen wir nicht, Produkte infolge dieser Übernahme einzustellen. Zukünftige Entscheidungen treffen wir auf Basis von Nachfrage, Rentabilität, Technologie-Roadmaps und langfristiger Servicekontinuität.

Welche Vorteile ergeben sich für bestehende Kunden von DN Solutions und Heller?

Eine stärkere Unterstützung im Service und bei den Ersatzteilen in Europa, ein breiteres Produkt- und Lösungsportfolio sowie einen resilienteren, langfristigen Partner.

Wie verändert die Übernahme Ihre Position gegenüber globalen Wettbewerbern?

Durch die gemeinsame globale Infrastruktur und Reichweite sowie das breite Spektrum an Fertigungslösungen können wir schneller und umfassender auf die Bedürfnisse der Kunden reagieren.

Gibt es Risiken, Kunden durch die Integration zu verunsichern – und wie begegnen Sie diesen?

Wir sind uns dieses Risikos bewusst und werden es durch klare Kommunikation, Kontinuität bei Service und Ersatzteilen sowie stabile kundenorientierte Abläufe minimieren. ■

www.dn-solutions.com/de

www.heller.biz/de



Der „Flexible Pallet Tower“ (FPT) ist eine kompakte Lösung zur Automatisierung einer Werkzeugmaschine. Damit wird eine hochproduktive auftragsbezogene Fertigung mit nur einer CNC-Maschine möglich. Foto: Fastems

Erklärtes Ziel: besonders schnell wichtige Erkenntnisse sammeln

Automation anders gedacht

In einem „Formel-1-Projekt“ möchte Cutmetall Recycling Tools Germany binnen kürzester Zeit möglichst viele wertvolle Erkenntnisse zum Thema Automatisierung sammeln. Die wichtigsten Partner sind dabei Fastems, Heller und Haimer.

Ziel des F1-Projektes ist es, neue Standards und Abläufe zu erproben sowie Programme und Vorrichtungen zu erstellen, um sie in Kürze in einer großen Gesamtlösung unmittelbar anwenden zu können. Damit wird eine ideale Vorarbeit für eine rasche und risikoarme Inbetriebnahme der Großanlage geleistet.

Cutmetall Recycling Tools Germany mit Sitz in Eisfeld (Thüringen) gehört zur Cutmetall-Unternehmensgruppe und produziert als OEM (Original Equipment Manufacturer) mit rund 40 Mitarbeitenden Verschleiß- und Ersatzteile für die Recyclingindustrie. „Wir stellen Lose von 1 bis 20 000 her, wobei sich die durchschnittlichen Losgrößen jedoch zwischen 20 und 200 Stück bewegen“, beschreibt Geschäftsführer Florian Fischer die in seinem Betrieb üblichen Stückzahlen.

Geld verdient wird nur mit Spindelstunden

Zum Automatisierungsgrad in seinem Betrieb vor dem F1-Projekt sagt Fischer: „Das hängt immer davon ab, was sie darunter verstehen. Wir haben 12 CNC-Maschinen, ein Sägezentrum und drei Roboter zum Be- und Entladen von Maschinen. Für viele ist das vielleicht schon High-End, für mich nicht. Hier findet im Sinne von Lean-Manufacturing nicht genügend Differenzierung zwischen Wertschöpfung und Verschwendung statt. Es geht bei der Automatisierung darum, möglichst viele Spindelstunden zu erzielen, denn damit wird Geld verdient.“

Die Verfügbarkeit von qualifizierten Mitarbeitern sei der größte Engpass, so Fischer. „Wir haben überdies viel zu wenig Anlagen, die rund um die Uhr pro-

duzieren können, und hatten außerdem bislang keine einzige Horizontal-Fräsmaschine. Bereits an vertikalen Fräsmaschinen ist die Späneabfuhr der größte Flaschenhals, sodass nicht rund um die Uhr automatisiert produziert werden kann – zumal uns bis dato auch genügend große Werkzeugspeicher fehlten.“

Um die Situation in seinem Unternehmen zu verändern, starteten der Gesellschafter Oliver Huther sowie Fischer das F1-Projekt, auch im Hinblick auf eine zukünftig geplante ehrgeizige Automatisierung mit einem „Multilevel-System“ (MLS) von Fastems, das zur Verkettung von mehreren CNC-Maschinen in einem flexiblen Fertigungssystem dient. Das Ziel: Mit einer überschaubaren Lösung binnen kürzester Zeit möglichst viele wertvolle Erfahrungen zur Automatisierung zu sammeln.

Standards bilden Basis für mehr Produktivität

Flankierend hierzu entschloss sich Cutmetall Recycling Tools Germany nach entsprechender Vorplanung zur konsequenten Einführung mehrerer Produktionsstandards. So soll zukünftig nur noch in Werkzeugmaschinen mit der Steuerung eines Herstellers und Palettenwechsler sowie einheitlichem Spannfutter investiert werden. In der Produktion kommen nur noch horizontale Fräsmaschinen mit automatisierter Späneabfuhr zum Einsatz. Die Standardisierung reicht bis hin zur automatisierten Aufbereitung des Kühlschmiermittels für die Maschinen, um die Prozesse so stabil wie möglich zu halten. Florian Fischer beschreibt die zentralen Ziele: „Das komplette Rüsten, Umrüsten und das gesamte Werkzeug- sowie Späne-management soll ausschließlich hauptzeitparallel ablaufen.“

Um sich unterschiedliche Automatisierungslösungen anzuschauen, reiste der Geschäftsführer nach eigenen Angaben tausende von Kilometern: „Dies geschah auch unter dem Aspekt, bereits im Ansatz die Fehler zu vermeiden, die andere womöglich schon gemacht haben.“

Die Projektrealisierung

Beim Besuch der Fachmesse „AMB“ hatte Cutmetall erstmals Kontakt zur Gebr. Heller Maschinenfabrik und sah dort das horizontale 5-Achsbearbeitungszentrum „HF 5500“. Auf dem Stand von Fastems fand er mit einem „Flexible Pallet Tower“ (FPT) schließlich die passende Automatisierung. „Wir haben wenig später quasi das Bearbeitungszentrum aus der laufenden Produktion von Heller gekauft und den ebenfalls kurzfristig verfügbaren FPT sowie ein Werkzeugvoreinstellgerät von Haimer bestellt, denn wir wollten das Gesamtsystem im April des Folgejahres gesamtvernetzt produktiv einsetzen.“

Überzeugt hat Fischer vor allem das platzsparende Konzept des FPT-1000, **Bild 1:** Eine Vielzahl an Paletten lassen sich auf kleinem Raum an einer Werkzeugmaschine bereitstellen. Das System ist für Nutzlasten bis 1000 kg (inklusive Palette) und Palettengrößen von 500 mm x 500 mm bis 630 mm x 630 mm ausgelegt. Auf einer Stellfläche von nur 19 m² kann der FPT insgesamt zwölf bis 24 Paletten in zwei unterschiedlichen Höhen aufnehmen und erlaubt eine hochproduk-



Bild 1. An den FPT-1000 ist ein horizontales 5-Achsbearbeitungszentrum angekoppelt. Auf einer Stellfläche von nur 19 m² lassen sich zwölf bis 24 Paletten in zwei unterschiedlichen Höhen aufnehmen.

Foto: Cutmetall

tive, auftragsbezogene Fertigung mit nur einer CNC-Maschine.

MMS gab den Ausschlag

Entscheidend ist hierbei aus Sicht von Florian Fischer die Gesamtheit der Lösung, weil Maschine, Werkzeugvoreinstellung und Automatisierung zusammengeführt werden müssen. „Insbesondere die Software-Schnittstellen-Thematik zwischen diesen drei Gewerken ist für mich daher von zentraler Bedeutung, wobei die MMS von Fastems das ‚Entscheidungs-pendel‘ in Richtung des FPT gelenkt hat.“

Die „Manufacturing Management Software“ (MMS) der Automatisierungsexperten aus Tampere in Finnland gehört derzeit wohl zu den fortschrittlichsten Steuerungen für die automatisierte Planung, Überwachung und Ausführung einer spanabhebenden Fertigung und kann die Produktion bis zu 96 Stunden im Voraus planen. Für den Geschäftsführer von Cutmetall Recycling Tools Germany besteht ein besonderer Vorteil der MMS darin, dass sie die Fertigungsressourcen in den Vordergrund stellt.

„Die MMS prüft vor jedem Auftrag die hierfür notwendigen Ressourcen und startet die Fertigung erst, wenn diese bereitstehen – wie Rohmaterial, NC-Programme, Werkzeuge inklusive Prüfung der Werkzeugstandzeiten sowie Vorrichtun-

gen. Hierdurch werden auch die ‚Workpieces in Process‘, also die Teile, die bislang normalerweise bis zum nächsten Bearbeitungsschritt in der Halle herumstanden, deutlich geringer.“

Zentrales Management aller Fertigungsressourcen

Einmal in der MMS hinterlegte Stammdaten für Aufträge lassen sich bei Wiederholaufträgen sofort abrufen, sodass die Produktion unmittelbar startet. „Das spart enorm viel Zeit. Die MMS übernimmt in diesem Zusammenhang das vollständige Werkzeugmanagement und erteilt die entsprechenden Aufträge auch an die Werkzeugvoreinstellung. Sie managet somit zentral alle wichtigen Produktionsressourcen. Wer behauptet, Software mache noch keine Späne, hat Recht. Allerdings hilft sie entscheidend, die effektiven Spindelstunden zu erhöhen, denn jede Minute, die eine Maschine keine Späne macht, ist Verschwendung.“

Momentan werden die Aufträge noch manuell in die Steuerung eingegeben. Mit Blick auf weitere Automatisierungsprojekte und der damit verbundenen Anbindung der MMS an das ERP-System haben die rund 20 Mitarbeiter im F1-Team aber schon jetzt viel Gelegenheit, sich mit der Software und deren Potenzialen vertraut machen. Sie wissen genau, was zu tun ist.

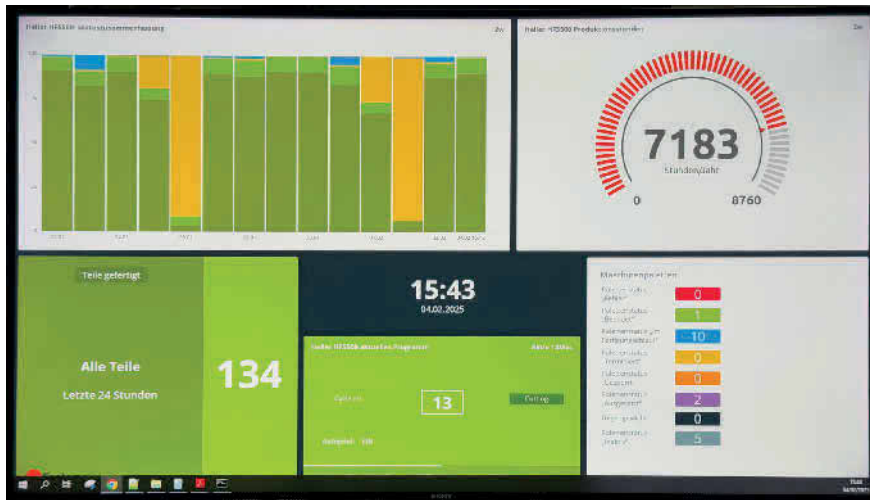


Bild 2. Das Dashboard der Manufacturing Management Software (MMS) zeigt Produktivität und Auslastung auf einen Blick. Das Unternehmen hat demnach 7183 Stunden des Jahres im Automatisierungsmodus gefertigt. Foto: Cutmetall

Fertigteile im stetigen Fluss

Im FPT-1000 von Cutmetall befinden sich derzeit 18 Paletten mit unterschiedlichen Höhen. Die Vorrichtungen für die Werkstückaufspannungen befinden sich alle auf den Maschinenpaletten und verbleiben auch dort. In der Regel sind immer die gleichen Werkstücke/Bauteile auf einer Palette. Für die Mehrseiten-Bearbeitung werden die Werkstücke nach OP10 für OP20 auf derselben Palette umgespannt. „Kommt eine Palette aus dem FPT, haben wir stets eine gewisse Anzahl an Fertigteilen nach OP20 und eine bestimmte Anzahl an Rohteilen für die OP10-Aufspannung, während wiederum andere Teile nach der Erstseiten-Bearbeitung umgespannt werden. Die Bearbeitungszeiten pro Palette bewegen

sich zwischen 30 und 90 Minuten“, so Fischer. Produziert wird in zwei Schichten täglich, wobei das automatisierte System zusätzlich unbemannt in einer Nachschicht läuft. „Da die Späneabfuhr in solchen Zeiten das größte Problem darstellt, werden wir zukünftig die Späne aller Maschinen automatisch in eine große zentrale Containermulde transportieren.“

Mit dem F1-Projekt wurden die ersten entscheidenden Ziele erreicht, **Bild 2**. Das zukünftige Automatisierungssystem mit mehreren Maschinen wird das Unternehmen daher schnellstmöglich hochfahren und produktiv einsetzen können, anstatt Monate an Zeit zu investieren, um die gewünschte Auslastung zu erhalten. „Mit dem Projekt haben wir bereits über 7000 Automatisierungsstunden pro Jahr erreicht, mit einem Anteil von 90 % an Spindelstunden und 10 % für den Paletten- und Werkzeugwechsel. Für uns als mittelständisches Unternehmen mit vergleichsweise kleinen Stückzahlen sind hohe Investitionen etwas Besonderes. Angesichts der Tatsache, dass wir die Maschinen nun auf mehr als 7000 Stunden per annum abschreiben können, ist das ein immenser Erfolg.“

■

www.cutmetall.com/de

www.fastems.com

Schneller zum ersten Gutteil mit neuem Programmiersystem

Das Programmiersystem „vTNC7“ **Bild**, ist die nächste Generation des Programmierplatzes zur Erstellung von NC-Programmen für Steuerungen von Heidenhain, Traunreut. Der Anwender profitiert vor allem bei der Programmierung von Einzelteilen oder Bauteilen für Kleinserien im Bereich der 2,5D-Bearbeitung, weil er hier deutlich schneller von der Konstruktion zum ersten Gut-Teil in der Fertigung kommt. Dabei unterstützen ihn neue Funktionen wie das Feature Based Programming oder der Klartext Converter und ein KI-basierter Assistent. Neue Simulationsfunktionen und die einfache Verwaltung virtueller Maschinen runden den Systemumfang der PC-Software ab.

Ein paar Details: Das Feature Based Programming eröffnet dem Anwender neue Wege in der NC-Programmierung. Anstatt mühsam einzelne NC-Sätze zu tippen, unterstützt die Funktion ihn dabei, ein Klartext-Programm automatisiert aus dem 3D-Modell eines Bauteils zu erstellen. Dazu extrahiert der Anwender die gesamte Geometriebeschreibung einzelner Elemente mit Konturen inklusive Tiefe aus den Daten. Bohrungen erfasst die Feature-Erkennung dabei automatisch. Anschließend wird die Geometrien mit Strategien angereichert. Der Anwender erhält so schnell und prozesssicher ein NC-Programm. Außerdem speichert die Software das Prozess- und Technologiewissen systematisch ab. So kann der Anwender es stets wieder abrufen und in anderen Programmen nutzen.



Mit dem Programmiersystem „vTNC7“ kommt die Konstruktion schneller aus dem Büro auf die Maschine. Grafik: Heidenhain

Der neue KI-Chatbot der vTNC7 umfasst alle Funktionen des Programmiersystems und beantwortet Fragen zur Bedienung und Programmerstellung ganz ohne Fachchinesisch. Außerdem hilft er bei der Programmierung, gibt Tipps und generiert Programm-vorschläge in Klartext.

www.heidenhain.de

Modernisierung als Kernkompetenz

Gewinnbringende Partnerschaften, gelungene Maschinen-Modernisierungen und sichere Zukunftslösungen prägen den Auftritt von Waldrich Coburg auf Fachmessen wie der EMO. Das Leitmotiv „Einmal – für immer Waldrich Coburg“ beschreibt, was Kunden weltweit seit Jahrzehnten erleben: hohe Zuverlässigkeit, technische Exzellenz und eine Partnerschaft, die weit über die Auslieferung der Maschine hinausgeht. Geschäftsführer Uwe Herold sagt über die Zielsetzung: „Wir begleiten unsere Kunden über den gesamten Lebenszyklus der Maschinen hinweg – von kompletten Modernisierungen über Automatisierung und Steuerungs-Updates bis hin zu neuen Bearbeitungstechnologien und intelligenten Assistenzsystemen.“ Dabei beginnt mit der Auslieferung erst die Partnerschaft: „Wir verlängern das Maschinen-Leben gezielt. Unsere Maschinen sind seit Jahrzehnten erprobt und werden durch digitale Produkte hochwertig ergänzt. Dazu gehört auch ‚NIS 2 Ready‘, denn der Schutz von Maschinen gegen Cyber-Attacken hat für uns höchste Priorität.“ NIS 2 steht für „Network and Information Security Directive 2“. Diese EU-Richtlinie stärkt die Cybersicherheit und harmonisiert das Sicherheitsniveau für Netz- und Informationssysteme in der gesamten Europäischen Union. Seit Januar 2023 in Kraft,



Der EMO-Auftritt des „Experten für Langlebigkeit“ zeigte, wie Automatisierung, Steuerungs-Updates, neue Bearbeitungstechnologien und intelligente Assistenzsysteme die Maschinen optimieren können. Foto: Waldrich Coburg

setzt sie strengere Sicherheitsanforderungen und Meldepflichten für eine breitere Palette von Unternehmen fest. Ein Erfolgserlebnis in Hannover war die Vertragsunterzeichnung mit Komatsu Mining, Düsseldorf, am Messestand. Künftig unterstützt eine „PowerTec Gantry“ die Herstellung von Bergbaumaschinen – Hydraulikbagger, die speziell für den weltweiten Einsatz in Tagebauen konzipiert sind. Diese Großgeräte setzen besondere Ansprüche an Leistung und Robustheit.

Für den Kunden ist es die erste Waldrich-Coburg-Maschine – und das gesamte Team, Bild, war stolz darauf, sich gegenüber den Mitbewerbern durchgesetzt zu haben. Uwe Herold resümiert: „Trotz insgesamt rückläufiger Aufträge im Werkzeugmaschinenbau haben wir aktuell eine gute Auftragslage. Unsere führende Rolle im Bereich Großwerkzeugmaschinen konnten wir den zahlreichen Interessenten eindrucksvoll demonstrieren.“ www.jche.com

Mikrobearbeitung im XL-Format

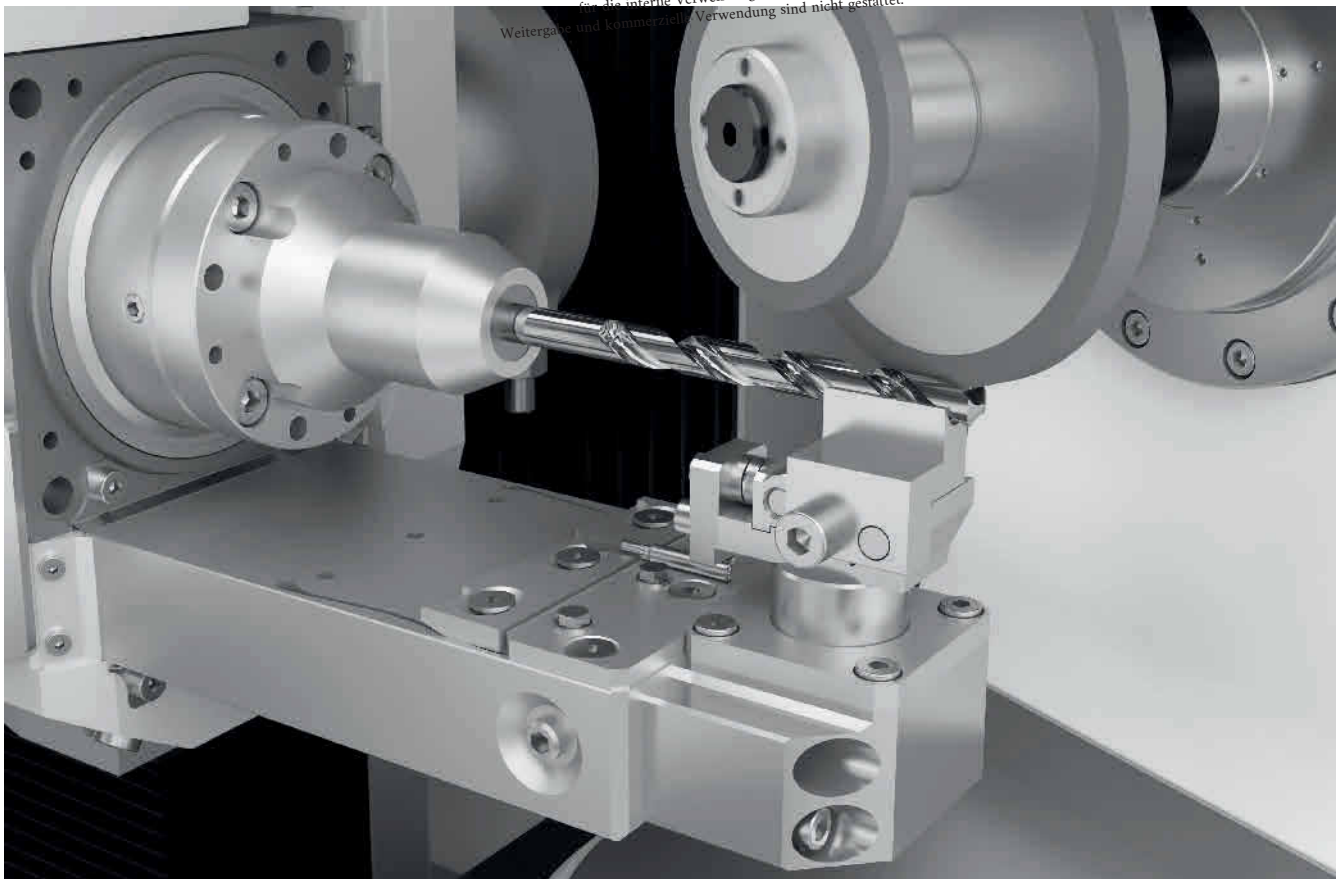
Für die hochdynamische Mikrobearbeitung von Präzisionsteilen mit kurzen Taktzeiten und Toleranzen im µm-Bereich bietet Chiron, Tuttlingen, zwei maßgeschneiderte Lösungen: die bewährte „Micro5“ sowie für ein erweitertes Anwendungsspektrum die neue „Micro5 XL“ Bild. Einsetzen lassen sich die beiden Bearbeitungszentren etwa in der Medizintechnik, der Präzisions- und Feinwerktechnik. Ein zentrales Merkmal ist jeweils das außergewöhnliche Verhältnis zwischen den strukturellen Abmessungen der Maschine und der maximalen Werkstückgröße.

Mit einer Masse von nur 550 kg und einem 230-V-Anschluss für echtes „Plug and Play“ lässt sich die Micro5 flexibel in nahezu jede Fertigungsumgebung integrieren – sogar direkt am Arbeitsplatz. Trotz ihres kompak-



Für eine effiziente Fertigung in anspruchsvollen Anwendungsfeldern vereint die „Micro5 XL“ Präzision mit hoher Dynamik. Foto: Chiron Group

ten Footprints überzeugt sie mit hoher statischer und mechanischer Steifigkeit und liefert die erforderliche Präzision für anspruchsvollste Geometrien. Bei der großen „Schwester“ steht XL für mehr Verfahrensweg, höhere Zerspanleistung und maximale Flexibilität und damit für neue Möglichkeiten in der 5-Achs-Simultan-HSC-Bearbeitung, beispielsweise von medizinischen Produkten sowie Uhrengehäusen. Die Micro5 XL bearbeitet Kubaturen bis 120 mm auf einem Footprint von nur 1,7 m² – mit hochdynamischer BC-5-Achs-Kinematik, Spindeldrehzahlen von 40 000 min⁻¹ oder 50 000 min⁻¹ und Ruckwerten bis 900 m/s³. Das erlaubt hohe Bahn- und Bearbeitungsgeschwindigkeiten bei maximaler Präzision. www.chiron-group.com



Die Kock GmbH macht gebrauchte Werkzeuge scharf – oder liefert neue Sonderanfertigungen. Dabei setzen die Norddeutschen auf Maschinen von Vollmer. Im Bild sorgt eine Lünette mit automatischem Hub für ein optimales Schleifergebnis, vor allem bei längeren Werkzeugen. Foto: Vollmer

Geschärfte Werkzeuge für die Holz-, Metall- und Kunststoffbearbeitung

Sägen wie durch Butter

Die Kock GmbH ist breit aufgestellt: Mit ihrer Sägewerkstechnik betreut sie Holzverarbeiter. Und mit ihrer Zerspanungstechnik adressiert sie die Metall-, Kunststoff- und Papierindustrie. Beim Schärfen setzen die Schleswig-Holsteiner auf Schleifmaschinen von Vollmer.

Wenige Kilometer nordwestlich von Hamburg entfernt, dicht an der Elbe, liegt die 5000-Seelen-Gemeinde Moorrege – der perfekte Standort für die Kock GmbH, um Kunden in Norddeutschland täglich zu erreichen. Manchmal gehen die firmeneigenen Produkte aber auch auf eine längere Reise: Im Sägewerksbereich deckt das Unternehmen die komplette DACH-Region ab. Neben Schärfeservices und Werkzeugvertrieb wird auch die Fertigung von Sonderwerkzeugen angeboten – dafür wurde vor kurzem in zwei neue Vollmer-„VGrind“- Schleif-

maschinen investiert. Rund zwei Dutzend weitere Maschinen des Anbieters dienen unter anderem zum Schleifen von Kreissägen sowie zur Instandhaltung und Fertigung von Bandsägen.

„Mit unserem hoch qualifizierten Team von rund 45 Mitarbeitenden und einem modernen Maschinenpark stehen wir den Kunden bei allen Fragen rund um Zerspanungswerkzeuge und Schneidwerkzeuge zur Seite“, sagt Geschäftsführer Hannes Kock. „Deshalb vereinen wir Schärfdienst, Werkzeugfertigung sowie den Vertrieb führender Marken zu einem Gesamtpaket.“

Breites Repertoire an Werkzeugtypen

Kock hat sich auf hochwertige Werkzeuge und Zubehör rund um die Zerspanung spezialisiert, wobei das Portfolio Werkzeugtypen wie Fräser, Bohrer, Stufenbohrer, Kreissägeblätter, Blockbandsägen, Industriemesser, Schneidrotoren sowie Holzbearbeitungswerkzeuge umfasst. Die Kunden kommen aus der Metall-, Holz-, Papier- und Kunststoffindustrie und sind in Branchen wie Schifffahrt, Luftfahrt, Energie, Medizin, Maschinenbau und Automobil zuhause.

Gegründet in den 1950er-Jahren von Heinrich Kock, wird das Unternehmen heute in dritter Generation von seinem Enkel Hannes Kock geführt. Seit 2017 besteht eine Vertriebspartnerschaft mit der Agefa-Gruppe für den Raum Norddeutschland. Ein weiteres Standbein ist die Integration und der Betrieb von Toolmanagement-Systemen. Angeboten werden Lösungen, die von Ausgabesystemen bis hin zu integrierten Beschaffungssystemen für Werkzeuge reichen.

Beim Blick in die Maschinenhalle in Moorrege fallen die rund 25 Maschinen auf, die vom Biberacher Schärfspezialisten stammen, **Bild 1**. Kock setzt seit der Gründung auf dessen Technologie und hat bis heute Maschinen im Betrieb, die vor mehr als 70 Jahren aus dem Schwabenland in die Elbmarschen geliefert wurden. „Eine der ersten Vollmer-Maschinen war unsere Cana/E zum Schärfen von Kreissägeblättern, zudem nutzen wir für Wartung und Fertigung von Bandsägen Richtcenter, Stellitier- und Schleifmaschinen aus dem Hause Vollmer“, sagt Hannes Kock. „Seit Kurzem besitzen wir die Schleifmaschinen ‚VGrind argon‘ und ‚VGrind 360‘, mit denen wir Vollhartmetallwerkzeuge wie Bohrer und Fräser nicht nur nachschärfen, sondern auch kundenspezifische Sonderwerkzeuge herstellen.“

Auf beiden „VGrind“-Maschinen kann Kock unterschiedliche Schaftwerkzeuge in einer Aufspannung bearbeiten – und das dank der Vollmer-Automatisierung auch mannlos und rund um die Uhr: Das Kettenmagazin „HC 4“ kann entweder 39 HSK-A63-Werkzeuge oder weit über 100 Schaftwerkzeuge aufnehmen, **Bild 2**. Aufgrund der Linearantriebe an der X-, Y- und Z-Achse sowie zwei vertikal angeordneten Spindeln ermöglichen die Schleifmaschinen eine hochpräzise Mehr-Ebenen-Bearbeitung. Beide Spindeln sind mit unterschiedlichen Schleifscheibensätzen bestückbar. Mit den neuen VGrind-Maschinen will Kock vor allem seine Fertigung von Sonderwerkzeugen in kleinen Chargen ausbauen, wobei hier ein Fokus auf Zerspanungswerkzeuge mit kleineren Durchmessern liegt.

Kreis- und Bandsägen für die Holzindustrie bearbeiten

„Holz ist für uns ein Teil des alltäglichen Lebens und ein sympathischer Rohstoff“, sagt Hannes Kock. „Unsere Kreis- und Bandsägen bearbeiten wir mit meh-



Bild 1. Die „VGrind argon“ bearbeitet Rotationswerkzeuge bei Kock. Der automatische Schleifscheibenwechsler sorgt für hohe Produktivität. Foto: Vollmer

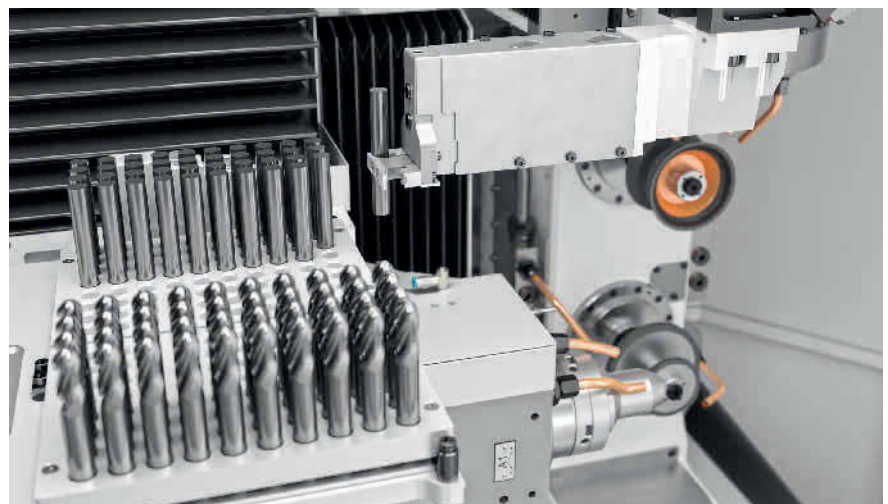


Bild 2. Interne Palettenlager bieten reichlich Platz für Schaftwerkzeuge. Foto: Vollmer

rerer Vollmer-Maschinen, die von Richtbank und Richtcenter über Bestückungsautomaten bis hin zu Schleifmaschinen reichen.“ Unter anderem verfügt Kock über eine Schleifmaschine „CHD 270“ mit acht CNC-gesteuerten Achsen und integrierten Messeinrichtungen. Sie eignet sich für die automatische Bearbeitung von hartmetallbestückten Kreissägeblättern mit Durchmessern von 80 mm bis 840 mm und verschiedenen Zahngeometrien an Span- und Freiflächen. Ausgestattet mit einem ND-Robotersystem, läuft die CHD 270 mannlos in 24/7-Schichten.

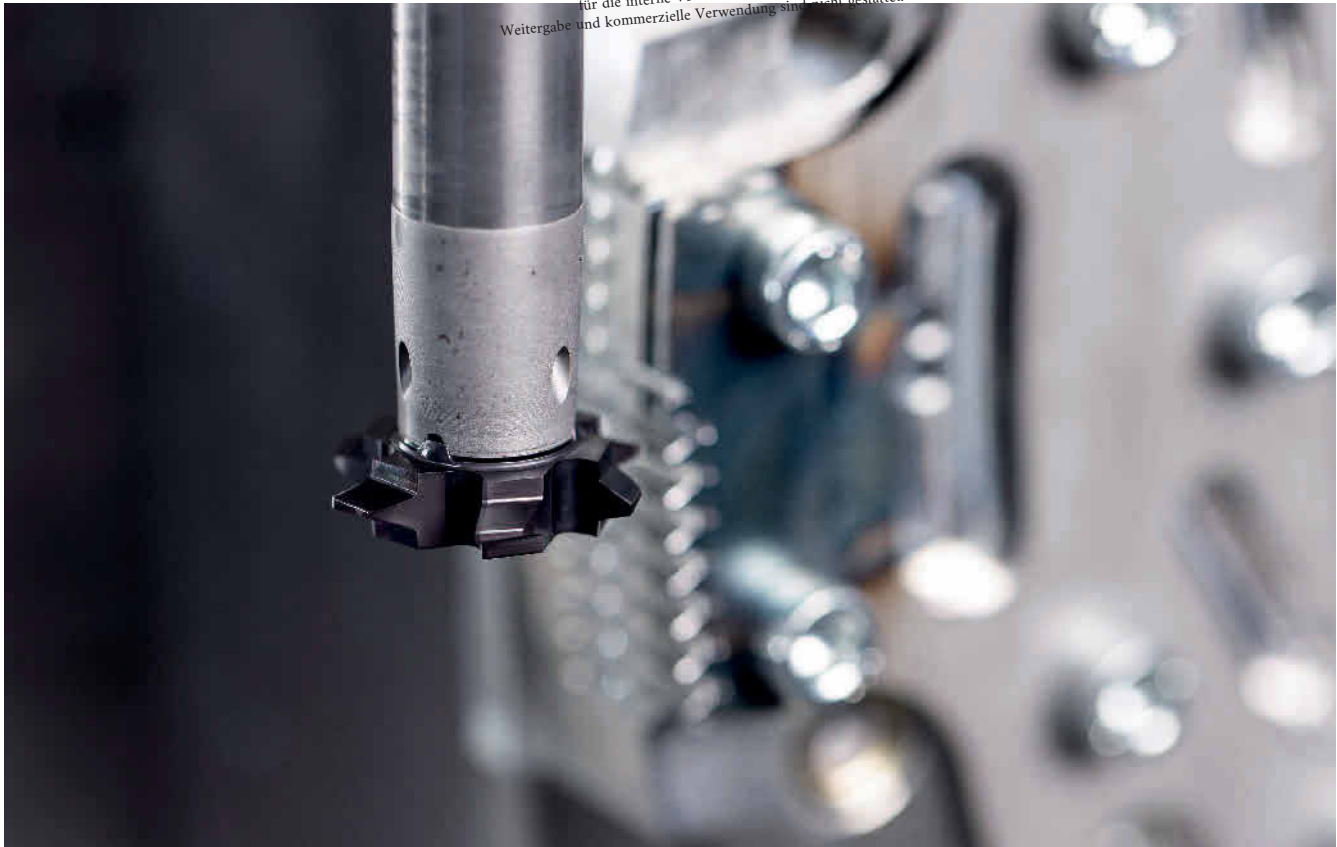
Für die Sägewerkstechnik bietet Kock in der gesamten DACH-Region seine Schärfeservices sowie die Fertigung von Bandsägen an. Trenn- und Blockbandsägeblätter werden mit der eigens entwickelten Bestückung „Kock Double Cut“

hergestellt, wobei der verwendete Bandstahl HK51 ebenfalls eine Eigenentwicklung ist. Aufgrund seiner hohen Planheit und Oberflächengüte bei höherer Zugfestigkeit und Flexibilität sorgt der Bandstahl nach Unternehmensangaben für extrem lange Laufzeiten bei Bandsägen.

„Kock hat sich in den vergangenen 70 Jahren mit Vollmer Technologie zu einem innovativen und verlässlichen Partner der Holz- und Metallindustrie entwickelt“, sagt Ralf Großhauser, Geschäftsführer der Vollmer Gruppe. „Und die jüngsten Investitionen in Maschinen zeigen, dass sich das Unternehmen auch in Zukunft mit unseren Technologien neue Geschäftsfelder wie etwa die Herstellung von Sonderwerkzeugen erschließt.“

www.vollmer-group.com

www.kockgmbh.de



Das vielseitige Zirkular-Frässystem bewährt sich in zahlreichen Varianten als Problemlöser. Im Bild wird die Bearbeitung einer Komponente für die Kühlmittelzuführung gezeigt. Die Qualität der Verzahnung (im Hintergrund) spielt bei diesem zentralen Bauteil eine wichtige Rolle. Foto: Horn/Sauermann

Einstellaufwand verringern, Prozesssicherheit steigern

Präzise Verzahnung für zielgerichtete Kühlung

Maschinenbediener kennen das Problem: Wer bei der Fräsbearbeitung von einem kurzen auf ein langes Werkzeug wechselt, muss die Kühlmittelzufuhr anpassen. Insbesondere wenn es keine innere Zuführung gibt, bedeutet dies einen hohen Einstellaufwand.

TEXT: Nico Sauermann

Jedoch: nur mit dieser Maßnahme lässt sich die Prozesssicherheit der Bearbeitung sicherstellen. Das Unternehmen Asch & Sebert hat sich diesem Problem angenommen und ein Kühlmittelring entwickelt, bei dem sich die Kühlmitteldüsen automatisch der Werkzeuglänge anpassen. Für die Fertigung des patentierten Systems setzt der Inhaber Gerald Sebert auf Präzisions-

werkzeuge der Paul Horn GmbH. „Für das Fräsen der Verzahnungen führt für uns kein Weg an diesen Werkzeugen vorbei“, so Sebert.

Eigeninitiative zahlt sich aus

Der Startschuss für die Entwicklung der Kühlmittelringe fiel im schwierigen Wirtschaftsjahr 2009. Aufgrund der welt-

weit schlechten Auftragslage entstand bei Asch & Sebert die Idee, ein eigenes Produkt auf den Markt zu bringen. Wie in vielen Fertigungen, stellte sich jedoch auch in der eigenen Produktion das Problem mit der Kühlschmiermittel (KSS)-Zufuhr von unterschiedlich langen Werkzeugen. „Hier wollten wir angreifen und begannen mit der Entwicklung des automatisch einstellbaren Kühlmittelrings“, so Sebert.



Bild 1. Durch den schwingungsdämpfenden Vollhartmetallschaft treten trotz der langen Auskragung keine Probleme mit Vibrationen des Werkzeugs auf. Foto: Horn/Sauermann



Bild 2. Asch & Sebert hat einen Kühlmittelring entwickelt, bei dem sich die Kühlmitteldüsen automatisch der Werkzeuglänge anpassen. Die Düsen liefern einen Kühlmitteldruck von maximal 15 bar. Foto: Horn/Sauermann

Asch & Sebert hat sich auf die Entwicklung und Herstellung hochwertiger Präzisionsteile spezialisiert. Mit langjähriger Erfahrung entstehen beim Experten in Bietigheim-Bissingen maßgeschneiderte Lösungen für Branchen wie den Maschinenbau, die Automobilindustrie oder die Medizintechnik. Das Leistungsspektrum umfasst die Technologien CNC-Drehen, Fräsen, Schleifen sowie die Oberflächenbearbeitung. Moderne Maschinen und ein engagiertes Team gewährleisten eine effiziente Produktion und die flexible Auftragsabwicklung. Großer Wert wird zudem auf Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit gelegt.

Nach der Herstellung einiger Prototypen kam das selbst entwickelte System bereits auf den eigenen Maschinen für Langzeittests zum Einsatz. Jedoch: „Die Entwicklung ist das eine, der Verkauf das andere. Wir haben sehr viel Zeit für die Patentrecherchen aufgewendet. Hierfür recherchierten wir bis in die 1930er Jahre zurück, ob wir mit unserer Idee irgendwelche Patente verletzen“, erzählt Sebert. Im Jahr 2015 war es dann so weit: Das System wurde zum Patent angemeldet.

Erfolge und Rückschläge

„Wir sind von unserer Lösung absolut überzeugt, aber es war ein Kampf, den Kühlmittelring ohne ein entsprechendes Marketingbudget vernünftig zu vermarkten“, so Sebert. Der Geschäftsführer nahm

zu verschiedenen Maschinenherstellern den Kontakt auf. „Ein großer Maschinenbauer hat uns eine weitreichende Kooperation zugesagt, aber nach mehrjähriger Entwicklungsarbeit von einem auf den anderen Tag ‚den Stecker gezogen‘. Das war ein harter Rückschlag nach den hohen Entwicklungskosten“, sagt Sebert.

Doch der Tüftler lies nicht locker und vertiefte die Gespräche mit anderen Maschinenbauunternehmen. Mit Erfolg: Er konnte mehrere bekannte Unternehmen von seiner Entwicklung überzeugen, sodass das diese nun auf zahlreichen Bearbeitungszentren zum Einsatz kommt. Fanuc hat für das KSS-System schon eine App entwickelt, die die Position der Kühlmitteldüsen automatisch über die eingegebenen Werkzeugdaten steuert.

Die mechanischen Komponenten der Kühlmittelringe werden in der eigenen Fertigung hergestellt. Die Bewegung der Kühlmitteldüsen läuft über eine Mechanik ab, die über eine Stellverzahnung gesteuert ist. Für das Fräsen der Verzahnung mit Modul 1 nutzt Sebert mit seinem Team aus erfahrenen Zerspanern das Zirkularfrässystem aus Tübingen. „Von Anfang an setzten wir auf die Horn-Systeme. Wir haben uns auch zahlreiche Werkzeuge unterschiedlicher anderer Hersteller angesehen, aber kein Frässystem bietet uns dieselbe Flexibilität wie die Fräser von Horn. Wir arbeiten mit teilweise sehr langen Werkzeugauskragungen, **Bild 1** – und bei dieser Anforderung unterscheidet sich die Spreu vom Weizen.“

Zirkular-Verzahnungsfräser im Praxiseinsatz

Zum Einsatz kommt das Zirkularfräsystem „613“. Das Sonderprofil der sechs Zähne des Werkzeugs gleicht dem Soll-Profil der Zahnflanken des Werkstücks. Die Auskragung des Werkzeugs ist aufgrund der Gegebenheiten lang. Durch den schwingungsdämpfenden Vollhartmetall (VHM)-Schaft treten keine Probleme mit Vibrationen auf. Die präzise Schnittstelle zwischen Träger und Schneidplatte sorgt für einen μm -genauen Rund- und Planlauf der Schneidplatte beim Wechsel. Das Schrappen und Schlichten geschieht mit demselben Tool.

Mit mehreren Zustellungen fräst das Werkzeug die einzelnen Zähne in das Werkstück. Die Schrappschnitte haben eine Tiefe von $a_p = 0,2 \text{ mm}$ und werden mit einer Schnittgeschwindigkeit von $v_c = 100 \text{ m/min}$ gefräst. Das Schlichtaufmaß beträgt $0,1 \text{ mm}$. Die Zustellung für das letzte Zehntel bis zum Fertigmaß fräst das Werkzeug mit einer Schnittgeschwindigkeit von $v_c = 100 \text{ m/min}$. Die Fräsrichtung erfolgt im Gegenlauf.

Die Werkzeuge von Horn bieten, trotz des hohen Schnittdrucks durch die sechs Zähne, eine hohe Stabilität. Die sechs Zähne erlauben hierbei eine hohe Fräseleistung und die Möglichkeit, höhere Schnittgeschwindigkeiten zu fahren. „Wir haben trotz der langen Werkzeugauskragung keine Probleme mit Rattermarken auf der Oberfläche. Hierbei achten wir



Bild 3. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit: Gerald Sebert (links) im Gespräch mit dem Werkstatteleiter Mario Rank (Mitte) und dem Horn-Außendienstmitarbeiter Thomas Peter (rechts).

Foto: Horn/Sauermann

natürlich auch auf eine sehr steife Spannung der Bauteile. Die Werkzeuge würden die Zähne auch im Vollschnitt problemlos fräsen. Wir sind jedoch bewusst auf mehrere Zustellungen gegangen, um für dieses zentrale Bauteil die optimale Verzahnungsqualität zu erreichen“, so Sebert.

Multitalent für Fräsprozesse

Nutfräsen, Trennfräsen oder Verzahnungsfräsen: Dies sind nur drei benannte Fräsprozesse, welches das Horn-Zirkularfrässystem produktiv meistert. Als echtes „Multitalent“ einsetzbar, beherrscht das weitreichende Portfolio dieses Werkzeugsystems noch einige weitere Fräsprozesse. Einsetzbar ab einem Innendurchmesser von 8 mm für die präzise Bohrungsbearbeitung, das Schlitzfräsen von schmalen Nuten mit einer Breite von 0,2 mm oder das Fräsen von Passverzahnungen: Die Werkzeuge zeigen sich als Problemlöser in zahlreichen Standardvarianten sowie auch in speziellen Sonderformen für einige weitere Fräsprozesse.

Das Zirkularfrässystem bietet dem Anwender eine Reihe von Verfahrensvorteilen: Es ist schnell, prozesssicher und

erzielt gute Oberflächenergebnisse. Dabei taucht das auf einer Helixbahn geführte Werkzeug schräg oder sehr flach in das Material ein. Dadurch lassen sich beispielsweise Gewinde in reproduzierbar hoher Qualität herstellen. Im Vergleich zur Bearbeitung mit Wendeschneidplatten bei größeren Durchmessern oder VHM-Fräsern bei kleineren Durchmessern ist zirkulares Fräsen in der Regel wirtschaftlicher. Zirkularfräser haben ein breites Einsatzgebiet. Sie bearbeiten Stahl, Sonderstähle, Titan oder Aluminium und Sonderlegierungen. Die Präzisionswerkzeuge eignen sich besonders für die Prozesse Nutfräsen, Bohrzirkularfräsen, Gewindefräsen, T-Nutfräsen, Profilfräsen sowie Verzahnungsfräsen. Sie überzeugen aber auch in Sonderanwendungen wie dem Fräsen von Dichtnuten oder bei der Pleuelbearbeitung.

Für Erstausrüstung sowie Nachrüstung nutzbar

Neben der OEM (Original Equipment Manufacturer)-Erstausrüstung bei mehreren Maschinenherstellern bietet Asch & Sebert die Kühlmittelringe, **Bild 2**, auch

zum Nachrüsten von bestehenden und auch älteren Maschinen an. Das System besteht aus dem eigentlichen Kühlmittelring und der dazu gehörigen Steuerungsbox. Die Box ist direkt mit der Steuerung der Maschine verbunden, um die Werkzeugdaten abzugreifen. Die Installation verlangt dabei die Rücksprache mit dem jeweiligen Maschinenhersteller.

Eine andere Variante ist der Kühlmittelring mit einer Handsteuerung. Der Einbau erfordert keine direkte Kommunikation mit der Maschinensoftware. Die Lage der Kühlmitteldüsen kann hierbei über ein Bedienpanel neben der Maschinensteuerung gesteuert werden. Das System liefert einen maximalen Kühlmitteldruck von 15 bar. Dies ist für die äußere Kühlmittelzufuhr in den meisten Fällen ausreichend. Wenn der Druck steigt, vernebelt der Kühlschmierstoff zu stark und verliert dabei seine Eigenschaften.

„Für das Fräsen der Verzahnungen führt für uns kein Weg an den Horn-Werkzeugen vorbei.“

Sebert betont die Bedeutung der guten Zusammenarbeit mit Horn, **Bild 3**: „Wir setzen von Anfang an auf diese Werkzeuge. Kein anderes Frässystem bietet uns die Flexibilität, die wir brauchen.“ Für den CEO ist die gelungene Kooperation ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Entwicklung des Kühlmittelrings. ■

www.asch-sebert.de

www.horn-group.com

Nico Sauermann arbeitet als Fotograf und Redakteur bei der Paul Horn GmbH in Tübingen.



In der Werkstückbearbeitung erlaubt der Langhubspanner „SLX digit“ eine hohe Variantenvielfalt mit wenigen Spannmittelwechseln. Die Backen können per Roboter gewechselt werden. Foto: Grob-Werke

Spanntechnik für alle Fälle

Weniger Rüsten, mehr Zerspanen

Der Spanntechnik-Hersteller SMW-Autoblok bietet zusammen mit der Tochter SMW-electronics Lösungen an, mit denen Werkzeugmaschinen effizienter betrieben werden können.

TEXT: Petra Müller

Spanntechnik ist ein Schlüsselement, wenn es um kurze Rüstzeiten in der Fertigungsindustrie geht. Sie kann Betriebe darin unterstützen, Prozesse trotz hoher Variantenvielfalt und schwindender Fachkräfte effizient zu gestalten.

„Fertigungsbetriebe benötigen ein hohes Maß an Agilität, um dem zunehmenden Grad des dynamischen Wandels in Produktionsprozessen gerecht zu werden. Dies wird ihnen durch die Vielzahl der zu fertigenden Bauteilvarianten erschwert“, sagt Tobias Schneider, verantwortlich für das Business Development bei SMW-Au-

toblok. „Gefragt sind daher Spannsysteme, die sehr flexibel und automatisierbar sind.“

SMW-Autoblok entwickelt und fertigt Komponenten der rotierenden und stationären Spanntechnik für die spanende Fertigung. 2021 bündelte die Gruppe ihre globalen Aktivitäten im Bereich digitali-



Bild 1. Beim elektrisch betriebenen Langhubspanner „SLX e-motion“ lässt sich die Spannkraft einzelnen Prozessschritten genau zuweisen. Das gilt auch bei Spezialkonfigurationen wie dem hier abgebildeten Spannturm, der aus vier Einheiten zusammengesetzt ist.
Foto: SMW-Autoblok

sierter Prozesse und Automation in dem eigenständigen Unternehmen SMW-electronics. Damit forcierte SMW die Digitalisierung der Spannsysteme und kann heute komplette Automationsprozesse mit schlüsselfertigen Lösungen aus einer Hand ausrüsten. „Unsere automatisierbaren Produkte funktionieren immer auch autark“, so Schneider. „Da sie modular konzipiert sind, sind sie genau aufeinander abgestimmt und können zu einem funktionierenden System zusammengefügt werden.“

Sensorik für präzise Kontrolle von Position und Kraft

Für die zerspanende Fertigung hat SMW im vergangenen Jahr einen der ersten automatisierbaren hydraulischen Langhubspanner auf den Markt gebracht. Der „SLX digit“ ermöglicht das Bearbeiten einer hohen Teilevielfalt ohne häufige Spannmittelwechsel auf einer Maschine. Dafür nutzt er ein lineares absolutes Wegmesssystem, mit dem sich der extra lange Spannhub von 55 mm je Backe stufenlos genau auf das jeweilige Werkstück anpassen lässt. Die Backen können somit positioniert werden. Geschieht dies direkt während des Werkstückwechsels, spart dies weitere Rüstzeit ein.

Mit dem „SLX e-motion“ bietet SMW den Langhubspanner auch als eine zu 100 % elektrisch betriebene Variante mit 99 mm Hub je Backe an. Bei ihm ermöglicht das integrierte Wegmesssystem, dass die Backenposition stufenlos eingestellt werden kann. Zudem lässt sich die Spannkraft einzelnen Prozessschritten genau zuweisen, **Bild 1**. Über eine Profinet-

Schnittstelle kann der SLX e-motion in die Maschinensteuerung integriert werden. Dadurch ist es möglich, die Prozessparameter Position und Spannkraft auch während der Bearbeitung zu überwachen und jederzeit anzupassen.

Ein fehlerhaftes Zerspanen ist ausgeschlossen

„Kurze Rüstzeiten dank hoher Flexibilität sind letztlich nur so wertvoll, wie es die Prozesssicherheit zulässt“, erklärt Schneider. Die Themen Bauteilerkennung und Spannkrafterhalt spielen daher in der Entwicklungsarbeit von SMW eine wichtige Rolle.

So verfügt der hydraulische SLX digit über integrierte Sicherheitsventile, die bei Druckabfall die Spannkraft erhalten und damit ein Herausfallen des Werkstücks verhindern. Er ermöglicht zudem eine Bauteilerkennung, die standardmäßig mittels „Air Sensing“ und optional induktiv via „e-sensing“, dem digitalen Werkstückanschlag von SMW, erfolgt. Liegt das Bauteil nicht korrekt an seiner Position, wird die Bearbeitung nicht starten. Ein fehlerhaftes Zerspanen ist damit ausgeschlossen.

Federpaket für durchgängige Spannkraft

Der mechatronische SLX e-motion realisiert den Spannkrafterhalt über ein SMW-eigenes System. Es besteht aus Motor, Getriebe und einem Federpaket. Bei Energieausfall wird somit die Spannkraft konstant aufrechterhalten. Eine Motorbremse verhindert, dass der Motor

unerwartet anläuft und beispielsweise unkontrolliert die Spannung löst.

Die Bauteilerkennung erfolgt hier über die e-sensing-Einheit. Sie ist in der Lage, Mikrometer-genau das Vorhandensein eines Werkstücks zu erkennen, was die Präzision der Air-Sensing-Methode noch übertrifft. Optional kann der SLX e-motion mit einem zweiten Sensor ausgestattet werden; damit lässt sich zusätzlich eine Schräglage des Werkstücks erkennen.

Spanntechnik für die mannlose Fertigung

„Mithilfe der Sensorik werden Spannmittel erst automatisierbar“, sagt Schneider. „Mit vorgeschaltetem Roboter ist auch ihr Einsatz in der Automationszelle möglich“, ergänzt er. Für den SLX digit kann über eine Pin-Betätigung der Backenwechsel durch einen Roboter erfolgen. Mit dem SLX e-motion lässt sich durch die Einstellungsmöglichkeiten von Position und Kraft die komplett mannlose Fertigung realisieren. „Hier können für mehrere Werkstücke mit unterschiedlichen Abmessungen und Losgrößen Position und Kraft vorab festgelegt und von einer Maschine während einer Schicht gefertigt werden“, so Schneider. Die vorgeschalteten Roboter kann SMW mit Greifsystemen in der passenden Größe ausstatten, sodass auch hier die durchgängige und prozesssichere Auslegung eines Systems garantiert ist.

Induktive Koppelsysteme schaffen Bewegungsfreiheit

Für das Übermitteln der sensorisch erfassten Signale stellt SMW ebenfalls eine eigens entwickelte Lösung bereit. Induktive Koppelsysteme übertragen sowohl Signale als auch Energie berührungslos zwischen mobilen und stationären Einheiten. Der Austausch erfolgt über einen Luftspalt und damit komplett ohne Kabel, Stecker oder Schleifringe. Das macht die Systeme nicht nur verschleiß- und wartungsarm, sondern ermöglicht auch die Bewegungsfreiheit für mobile Einheiten.

Induktive Koppelsysteme gibt es in verschiedenen Formaten, die jeweils auf die Eigenschaften unterschiedlicher Anwendungen abgestimmt sind. Die scheibenförmigen Koppelsysteme der „F-Reihe“ oder die zylindrischen Induktivkoppler sind in beide Richtungen endlos rotierbar, was sie unter anderem für den Einsatz in

Werkzeugmaschinen prädestiniert. Das kubische Koppelsystem „C40“ eignet sich beispielsweise für Wechselpaletten. Eine weitere Variante ist die „Hybrid Rotary Union“ (HRU). Sie verbindet die Technologie der induktiven Koppelsysteme mit der konventionellen Technik der Drehzuführung, **Bild 2**. Als neue hybride Drehzuführung stellt sie neben der Energie- und Signalübertragung auch die Versorgung mit Luft, Öl oder Kühlmittel her. Dabei ist auch sie in beide Richtungen vollständig rotationsfähig



Bild 2. Die „Hybrid Rotary Union“ (HRU) stellt neben der induktiven Energie- und Signalübertragung auch die Versorgung mit Luft, Öl oder Kühlmittel sicher. Foto: SMW-Autoblok

einem KI-fähigen Mikroprozessor aus. Die dort hinterlegbaren Algorithmen können Fertigungsbetriebe befähigen, eigenständig eine Prozessüberwachung ihrer Bearbeitungsmaschinen anhand von ihnen definierten Werten einzurichten. Dazu könnte die je nach Temperatur oder anderen Umgebungsbedingungen optimale Schmierung gehören, sowie eine vorausschauende Wartung oder das maschinelle Lernen aus Beladungsfehlern. „Unterm Strich lassen sich damit Stillstandzeiten deutlich reduzieren – ohne dass es einen Mehraufwand für das Bedienpersonal bedeutet“, sagt Schneider.

www.smwautoblok.com

Petra Müller arbeitet im Marketing bei SMW-Autoblok

KI könnte Stillstandzeiten weiter reduzieren

Koppelsysteme und Sensorik sind für Schneider maßgeblich für den nächsten Entwicklungsschritt. „Innovative Technologien erlauben es uns, die Fertigungspro-

zesse mit Hilfe der erfassten Sensorik-Signale auf ein neues Level zu heben“, sagt er. SMW hat diesen Schritt bereits getan. Das Unternehmen stattet alle seine mechatronischen Produkte wie den SLX e-motion sowie die Koppelsysteme mit

Automatisiertes KSS-Management senkt Kosten

Im Sommer haben nicht nur Menschen mehr Durst, sondern auch Produktionsmaschinen. Denn durch die steigenden Temperaturen verdunstet mehr Kühlschmierstoff und die Nachfüllintervalle werden kürzer. Zusätzlich wird der Kühlschmierstoff wärmer und damit anfälliger für Bakterien. Gleichzeitig sind viele Mitarbeitende im Urlaub. Dadurch wird dieser Nebentätigkeit noch weniger Aufmerksamkeit geschenkt – ausgerechnet dann, wenn sie besonders wichtig ist. Die Versorgung mit KSS ein ganz wesentlicher Kostenfaktor in der Produktion: KSS-bezogene Kosten machen zwischen 8 % und 16 % der Produktionskosten auf einer Werkzeugmaschine aus. Damit KSS ihre Aufgabe optimal erfüllen, müssen die Sollwerte bei Füllmenge, Konzentration und pH-Wert eingehalten werden. Die Erfahrung zeigt: In der Praxis ist das alles andere als sicher. Denn oft werden KSS zum falschen Zeitpunkt mit der falschen Konzentration eingefüllt. Hauptursache dafür sind Personalmangel und fehlende Fachkenntnis bei der Handhabung von Kühlschmierstoffen, den Sollwerten und Messungen.

Abhilfe schaffen will der „FluidWorker 50“, der MAW Werkzeugmaschinen GmbH aus Sindelfingen, **Bild**. Dabei handelt es sich um ein kompaktes Regelsystem zur Überwachung und Einhaltung der Füllmenge und Sollkonzentration für Tanks zwischen



Die Kosten für Kühlschmierstoffe um 50 % senken – das verspricht der „FluidWorker 50“
Foto: MAW Werkzeugmaschinen

200 l und 5000 l. Das Gerät wird einfach auf eine Einfüllöffnung des Maschinentanks montiert. Ein Sensor überwacht den Tankpegel kontinuierlich. Sinkt der Pegel unter ein definiertes Maß, so führt der FluidWorker 50 automatisch eine Konzentrationsmessung durch und füllt eine dem Verlust entsprechende Menge nach. Das System ist dafür an einen Konzentratbehälter sowie eine Frischwasserleitung angeschlossen. Der FluidWorker zeichnet seine Messungen und Nachdosierungen auf und speichert diese auf einem USB-Stick. Via OPC-UA-Schnittstelle lassen sich diese auslesen und

das System dadurch optimal in ein Produktionsplanungssystem einbinden.

In der Praxis lassen sich die KSS bedingten Kosten durch den Einsatz des FluidWorker 50 laut Hersteller um 50 % und mehr senken. Denn durch ihn entfielen die Kosten für die Befüllung, die tägliche Konzentrationsmessung, eventuelle Reinigungen nach Überfüllung, die Maschinentemperierung nach KSS-Einbringung und Maschinenstillstände durch KSS-Mangel. Außerdem ließen sich Einsparungen beim Konzentratverbrauch von 25 % bis 50 % beobachten.

www.maw-gmbh.com



Bearbeitungssituation: Ein attraktives Arbeitsumfeld auch für die „Generation Z“ bietet der Fertigungsdienstleister Nagy dank seiner umfassenden Digitalisierungsstrategie. Foto: Coscom

Kurzer, digitaler Prozess für den entscheidenden Wettbewerbsvorteil

Perfekte Losgröße-1-Fertigung

Der Lohnfertiger Nagy sichert seinen Wettbewerbsvorsprung durch die vollständige Digitalisierung im Shopfloor ab. Eine moderne „Informationszentrale“ verwaltet Werkzeugdaten, NC-Codes und Auftragsinformationen, reichert die Daten an und versorgt damit bedarfsgerecht die Zielsysteme wie Voreinstellgerät und CNC-Maschinen.

Der Ort Lauffen am Neckar ist dafür bekannt, dass er mit 585 ha bestockter Rebfläche die Gemeinde mit dem intensivsten Weinbau in Württemberg ist. Trotz der idyllischen Lage ist die große Herausforderung gerade in der Stuttgarter Peripherie der Arbeitsmarkt – insbesondere für mittelständische Unternehmen wie Nagy CNC-Fertigungstechnik. Global-Player-Betriebe aus der Region fegen den Markt leer. Dabei kann es an den hochmodern ausgestatteten Arbeitsplätzen bei Nagy nicht liegen. Und dank der durchgängigen „ECO“-Plattform von Coscom

für die Fertigungssteuerung wird Ergonomie an den Arbeitsplätzen auf höchstmöglichem Niveau geboten.

Über den Lohnfertiger

Mit 20 Mitarbeitenden zählt der Spezialist für CNC-Drehen und CNC-Fräsen zu den kleineren, wenngleich hochinnovativen Betrieben. Die besondere Stärke liegt im Drehen bis zu einer Länge von 6000 mm und im Fräsen bis zu 4500 mm – auch von anspruchsvollen Materialien wie schwer zerspanbaren Cr-Ni- oder Kryo-Stählen. Seit 1998 ist Nagy nach

DIN EN ISO 9002:1994 beziehungsweise nach DIN ISO EN 9001:2008 zertifiziert. Der Unternehmensgründer und geschäftsführende Gesellschafter, Emmerich Nagy, hat nahezu die komplette Shopfloor-IT Prozesslösung von Coscom aus Ebersberg bei München im Einsatz. Nagy: „Von der Auftragslage her könnten wir leicht den Produktionsausstoß verdoppeln. Jedoch fehlen uns die Mitarbeiter.“

Das Teilespektrum, übrigens nur aus dem allgemeinen Maschinenbau kommend, reicht von Losgröße 1 bis zu kleinen und mittleren Seriengrößen im Bereich von 25 bis zu 1000 Stück im Jahr.

Losgröße 1 bedeutet: Es gibt keinen Serienanlauf und Fehler dürfen in der Produktion zu keinem Zeitpunkt auftreten. Insgesamt stehen für die Teilefertigung 20 Maschinen im Dienst. Es wird dabei die Strategie der Mehrmaschinenbedienung verfolgt, **Bild 1**: Zum Beispiel sind mehrere CNC-Drehmaschinen einander gegenüber aufgestellt. So kann ein Mitarbeiter zwei Maschinen zugleich bedienen.

Infos genau zugeschnitten für den Empfänger

Die genutzte Software-Lösung besteht aus den Modulen „ProfiCAM VM“, „Tool-Director VM“ und „FactoryDirector VM“. Sie kommuniziert mit dem ERP-System „Gewatec“, der NC-Code-Simulation „Vericut“, dem Lagerliftsystem von Hänel, dem Werkzeugsinstellsystem von Zoller und den CNC-Maschinen. Die Plattform verwaltet Werkzeugdaten, Fertigungsinformationen und Arbeitspapiere, reichert diese intelligent an und tauscht über innovative Kommunikationstechnologien mit den assoziierten Systemen wie ERP, CAD/CAM, CNC-Maschinen, Messgeräten, Werkzeugschränken und Voreinstellgeräten bedarfsgerecht Daten aus.

Auf den Punkt gebracht: „Es wird kurzer (digitaler) Prozess gemacht, vom ERP-System bis an die Maschine, **Bild 2**. Der Prozess ist vollständig abgesichert, weil es keine doppelte Datenhaltung gibt, echte Werkzeuggeometrien genutzt werden, die NC-Programme durch dreifache Simulation überprüft werden und der Datentransfer fehlerfrei zu den Maschinen stattfindet“, erklärt dazu Sascha Utech, Area-Manager bei Coscom. Nagy fügt hinzu: „Ein durchgängiger Ende-zu-Ende realisierter Änderungsprozess verhindert bei uns die Nacharbeit und Ausschuss.“ So sorgt die permanente Änderungsverfolgung dafür, dass der Transfer von nicht-aktuellen NC-Programmen an die Dreh- oder Fräsmaschinen verhindert wird.

Alle Fehlerquellen eliminiert

Die Lösung verbessert Nagys Wettbewerbsfähigkeit, denn die langwierige Suche nach Fehlern ist ausgeschlossen. Der Transfer hin zu den Datenkonsumenten läuft über die zentrale Datenplattform. Wird zum Beispiel ein neues Werkzeug in angelegt, werden im Hintergrund alle Daten zusammengetragen, die die einzelnen Zielsysteme benötigen. Diese Informatio-



Bild 1. Wirtschaftliche Mehrmaschinenbedienung: Such-, Neben- und Leerlaufzeiten werden inzwischen nachhaltig reduziert. Ein positiver Effekt ist auch die höhere Produktivität dank der Rüstvermeidungsstrategie. Foto: Coscom



Bild 2. Für die 100%-Absicherung im Shopfloor vernetzt die „ECO“-System-Plattform das ERP-System „Gewatec“ mit der Fertigung (CAM-System, Werkzeugverwaltung, Voreinstellung, Werkzeuglager und Maschinen). Foto: Coscom

nen stehen ohne weiteren Eingriff unmittelbar nach der Datenbereitstellung zur Verfügung. Das bedeutet eine erhebliche Prozessbeschleunigung durch die Konzentration aller Daten in einer „Single Source of Truth“ für den Shopfloor. Die Rüst- und Nebenzeiten werden auf das Minimum verkürzt und neue CNC-Maschinen sind im Handumdrehen startklar.

Im Datenpool des ECO-Systems befinden sich inzwischen 6000 Artikel und 9000 Betriebsmittel (einschließlich Kom-

plettwerkzeuge). Die transparente Organisation sichert eine hohe Werkzeugverfügbarkeit und fördert die Umsetzung einer Standardisierungsstrategie für Werkzeuge. Utech fasst zusammen: „Durch die Bündelung der Informationen entsteht ein Wertschöpfungsnetzwerk, das Rüstzeiten minimiert, wenn nicht gar verhindert. Nagy kann so seine Liefertermine mit geringem Aufwand einhalten. Alle vorhandenen Ressourcen können genutzt und teure Neubeschaffungen vermieden werden.“



Bild 3. In jedem Bereich der Fertigung ist Nagy bestens abgesichert: Bei den Daten (weil keine doppelte Datenhaltung), bei den Werkzeugen (weil echte Werkzeug-Geometrien), beim NC-Programm (weil 2-fach Simulation) sowie in der Kommunikation (weil DNC-verknüpft mit dem Fertigungsindex).
Foto: Coscom

Der intelligente Einsatz von Standardwerkzeugen für bestimmte, sich wiederholende Fertigungsschritte, reduziere die Kosten bei der Werkzeugbevorratung erheblich, betont Sascha Utech.

ERP ist „angedockt“

Die Kundenauftragsverwaltung findet bei Nagy im ERP-System von Gewatec statt. Dort sind auch sämtliche Artikel in Form von Stammdaten hinterlegt. Es gibt einen gemeinsamen Pfad zwischen ERP und Coscom: Alle Dokumente, Zeichnungen, Prüf- und Warmbehandlungsanweisungen und anderes mehr werden für einen gemeinsamen Zugriff der beiden Systeme abgelegt.

Zweimal abgesichert „hält besser“: Der Arbeitsplan wird von der Arbeitsvorbereitung erstellt. Damit verbunden ist die Zeitvorkalkulation mit Gewatec, die auch Basis für ein Kundenangebot ist. Die Maschinenbelegung einschließlich Rüstzeit – nicht selten im Bereich 50/50 – ist somit über das ERP-System im Zugriff. „Der Mitarbeiter, der die Vorkalkulation macht, weiß nicht im Detail, welche Bearbeitungsschritte notwendig sind. Mit anderen Worten, der grobe Arbeitsplan wird im ERP-System hinterlegt, der detaillierte Arbeitsplan wird schließlich über Coscom erstellt“, erklärt Nagy.

Der Programmierer liest die Step-Datei des Kundenbauteils in ProfiCAM VM ein und kann direkt digitale Zwillinge der Werkzeuge hinzufügen. Bereits während der Programmierung wird die erste Simulation durchgeführt. Diese Simulation findet über den Kinematik-Aufsatz im CAM-System statt (Maschinenraumsimulation). Um die 100%-Absicherung schließlich zu erreichen, wird anschließend der NC-Code nach Vericut übergeben. Dort findet die NC-Satz-basierte Simulation, bezogen auf die jeweilige Zielmaschine, statt. „Diese zweifache Absicherung ist sehr wichtig, weil die Losgröße nicht selten lediglich 1 ist“, gibt Emmerich Nagy zu bedenken. Jede Fehlerquelle muss im Vorfeld beseitigt werden, **Bild 3**. Die Freigabe des NC-Codes findet schließlich über den Factory-Director VM statt.

Flexibles Schnittstellenkonzept sichert Konnektivität

Ein Ecosystem ist auf Eingangspforten für die teilnehmenden Partner angewiesen. Bei IT-Systemen ist das nicht anders. Es kommt nicht nur auf den Funktionsreichtum einzelner Softwarebausteine an, sondern insbesondere auf das perfekte Zusammenspiel aller Komponenten. Die Experten aus Ebersberg verstehen sich daher nicht nur als Softwarelieferant, son-

dern als Netzwerkpartner im Dienste des Kunden. Projekte werden partnerschaftlich angegangen. „Ziel sei es“, so Utech, „End-to-End-Prozesse im Sinne des maximalen Kundennutzen zu kreieren.“

Und wie hat Emmerich Nagy den Systemanbieter in der Projektarbeit erlebt? „Bei uns gilt der Spruch: Wenn der Kunde wieder kommt, ist alles gut.“ Die Geschäftsbeziehung währt bereits seit dem Jahr 1994. „An einem Sonntagnachmittag kam ein Fax bei uns mit der Auftragsbestätigung herein. Diese habe ich noch am gleichen Tag unterschrieben zurückgefaxt“, erinnert sich der Geschäftsführer und fügt hinzu: „Seither wird bei uns mit dem System von Coscom gearbeitet. Das gebotene Gesamtpaket passt für uns perfekt – von der Durchgängigkeit, von den Programmiermöglichkeiten und von der Ausbaubarkeit her. Im Falle von Wiederhol- oder Ähnlichkeiten sind wir so deutlich schneller.“ Bei Nagy gilt dank der ECO-Plattform: Stabile Software, stabile Schnittstellen, alle Informationen für jeden Mitarbeiter zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung. Jeder weiß genau, was wann zu tun ist.

Aber hilft eine durchgängige Software-Infrastruktur auch gegen den Fachkräftemangel? „Viel, weil die verfügbaren Mitarbeiter effektiver arbeiten können und schneller an Unternehmen Know-how gelangen. Denn eine Art Wissens- und Erfahrungsdatenbank ist bereits vorhanden“, sagt Emmerich Nagy zufrieden und weist darauf hin, dass hauptsächlich junge Mitarbeiter durchgängige Prozesse erwarten. Denn sie wollen prozesssicher unter Vorgaben arbeiten.

Digitaler Zwilling ist bereits Realität

Deshalb hat Nagy auch in „Info-Point“-Terminals investiert. Sie stehen nahe der CNC-Maschinen und sind ein weiterer Garant für eine durchgängige Dokumentation und Rückverfolgbarkeit. Mit ihrer Hilfe kann die Digitalisierung weiter vorangetrieben werden. Werkzeuglisten, Spannpläne, NC-Programme, Simulationen lassen sich direkt am Arbeitsplatz in der Fertigungshalle abrufen. Eine derart smarte Digitalisierung schätzen sowohl die Kunden als auch die Mitarbeiter. ■

www.coscom.de

www.nagy-gmbh.de



Nasse Umgebung: In einer Waschstraße bewegen sich schwere Bauteile hochdynamisch. Gute Stoßdämpfer sind unverzichtbar. Foto: MTE GmbH

Industriestoßdämpfer für unterschiedlichste Einsätze

Rost- und ruckelfrei

Stoßdämpfer fallen im Alltag erst auf, wenn sie ausfallen. Dann wird es zunächst laut, anschließend teuer. Wohl dem, der kompetente Zulieferer kennt. Hier ein Beleg dafür, dass die Produkte von ACE langfristig glänzen – in einer Waschstraße.

TEXT: Robert Timmerberg

Die Düsseldorfer CleanCar AG konstruiert und betreibt Hochleistungs-Auto-Waschcenter. Pro Jahr werden die Einrichtungen mehr als 3 Millionen Mal genutzt. Die Düsseldorfer betreiben insgesamt 28 Stationen in Deutschland und Österreich. Um überall einen ebenso schnellen wie gründlichen und reibungslosen Betrieb zu gewährleisten, werden die Anlagen ständig weiterentwickelt.

So auch die Anlage in Neuss. Hier nahm ein Tochterunternehmen, die nie-

derrheinische MTE GmbH, einige Optimierungen an Antrieb und Aufbau der als „Top-Tex easy“ bezeichneten Konstruktion vor, **Bild 1**. Dabei ging es zum einen um verzögerungslose, rückprallfreie Auf- und Abwärtsbewegungen der von Pneumatikzylindern angetriebenen Schwenkarme. Zum anderen sollten diese ihre Endposition stets sicher anfahren können, damit die Gesamtkonstruktion im Dauerbetrieb geschützt ist. Das Ziel lautet, Stillstandzeiten durch Wartungs- und Reparaturmaßnahmen auf ein Minimum zu reduzieren.

Anforderungen, die sich „gewaschen haben“: Konventionelle Dämpfer rosten

Um diese Aufgabe zu meistern, bediente sich MTE einer Vielzahl hochwertiger Standardkomponenten. Mit dabei: Industriestoßdämpfer der ACE Stoßdämpfer GmbH. Für erste Tests orderte MTE-Experte Udo Groß-Schnellenkamp Dämpfer aus der Magnum-Baureihe, **Bild 2**. Diese gilt unter Konstrukteuren aufgrund ihrer robusten, modernen Dichtungstechnologie, hoher Energieaufnahmen in kompak-

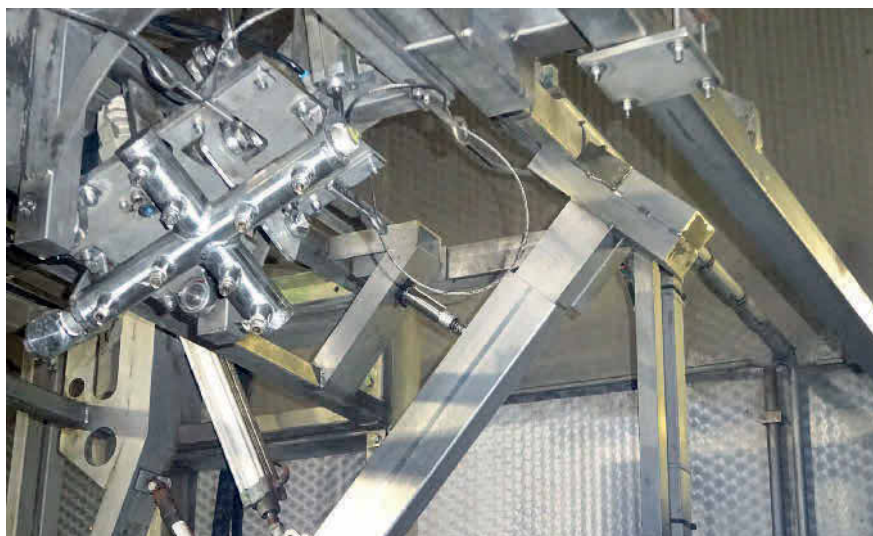


Bild 1. Nach den erfolgreichen Tests verzögern Edelstahldämpfer auf den Punkt genau die von den Schwenkarmen mit Textilbürste verursachten Massenkräfte. Foto: MTE GmbH



Bild 2. Selbst-einstellende „Magnum“-Dämpfer aus Edelstahl sind in Gewindegrößen M33 bis M64 bei Hüben bis 150 mm verfügbar. Sie werden unter anderem in der Lebensmittel-, Medizin-, Elektro- und Offshore-Industrie genutzt. Foto: ACE Stoßdämpfer GmbH

ter Bauform, integriertem Festanschlag und großer Dämpfungsbandbreite als die Referenzklasse für Industriestoßdämpfer mittlerer Baugrößen.

Mit den einstellbaren Magnums wurden dann seitens MTE in Neuss erste Tests vorgenommen, um genaue Werte für den Dauerbetrieb der Anlage zu ermitteln. Dieser Test-Ansatz wurde gewählt, da wichtige Kenndaten nicht bekannt waren: Selbst unter großem Aufwand ließ sich nicht genau prognostizieren, wie groß die bei dauerhaftem Schwenkbetrieb zu dämpfenden Massekräfte sind. Hintergrund: Je nach Einsatzfall saugen sich die Bürsten unterschiedlich stark mit Wasser voll.

Nachdem die einstellbaren Industriestoßdämpfer den verschiedenen Testrei-

hen entsprechend justiert worden waren, zeigte sich, dass eine Stoßdämpferanpassung nötig war. Ein Grund: die große Menge an Wasser mit Reinigungsmitteln hatte Korrosion verursacht. Daher lud Groß-Schnellenkamp die technischen Berater der ACE Stoßdämpfer GmbH ein. Sie sollten sich bei Tests vor Ort selbst ein Bild vom Zustand der Testdämpfer, von der Anlage und von den Einsatzbedingungen machen.

Wenig später waren Experten von ACE in Neuss. Diesen Service kann das Unternehmen dank einer gut ausgebauten Vertriebsstruktur anbieten – weltweit. ACE hat sich diese Position nach eigenen Angaben erarbeitet, weil die Vertriebsingenieure im Zusammenspiel mit der technischen Abteilung in der Lage sind, ihre

Produkte an die jeweils herrschenden Bedingungen so lange anzupassen, bis eine optimale Lösung gefunden ist. Auf diese Fähigkeit sollte es auch im weiteren Verlauf dieses Falls ankommen...

Glänzende Lösung: Komponenten aus Edelstahl dämpfen im Dauerbetrieb

Christopher Berning war derjenige Vertriebsingenieur von ACE, der die defekten Dämpfer inspizierte und die genauen Anforderungen vor Ort analysierte. Dabei spielten für ihn in der Rückschau die bereits erwähnten Umgebungsbedingungen eine zentrale Rolle: „Wir haben MTE mit verschiedenen einstellbaren Industriestoßdämpfern bemustert, die sich nach den vom Kunden ermittelten Werten noch besser an die Kräfte der Schwenkarme anpassen ließen. Dabei haben wir den Rost und mögliche Beschädigungen am Dichtungspaket aufgrund von Wasser und Wasch-Chemie durchaus in Kauf genommen, um zum Abschluss der Testphasen die ermittelten Werte auf einen unserer selbst-einstellenden Industriestoßdämpfer aus Edelstahl zu übertragen. So wurden am Ende Magnum-Dämpfer vom Typ ‚MC3350EUM‘ als die für die Aufgabe am besten geeigneten ermittelt, von uns genau den Bedingungen vor Ort angepasst und dann verbaut“, erläutert er.

Bei den genannten Typen handelt es sich um jeweils 1,5 kg wiegende Konstruktionselemente des Formats M33x1,5 mm mit einem Hub von 23,2 mm. Dank ihres durchgehenden Gewindes sind sie leicht in jede bestehende Konstruktion zu integrieren. Sie zeichnen sich durch ihre Energieaufnahme von 170 Nm/Hub aus. In einer viel genutzten Pkw-Waschanlage entspricht das einer Energieaufnahme von 75 000 Nm/h. Auch die von diesen Maschinenelementen bei einer Kolbenrückstellzeit von 0,03 s ohne Rückprall zu dämpfenden effektiven Massen von mindestens 100 kg und maximal 420 kg sorgen für ausreichend große Spielräume.

Für MTE war in diesem Fall entscheidendes Kriterium, dass man mit dem Marktführer der industriellen Stoßdämpfungstechnik einen Partner gefunden hat, der sich der konkreten Situation nicht nur sehr schnell angenommen hat, sondern der auch innerhalb kurzer Zeit im buchstäblichen wie sprichwörtlichen Sinne liefern konnte.

Stoßdämpfer in Edelstahl: Goldstandard

Seit 25 Jahren ist die stets weiterentwickelte Magnum-Produktfamilie von ACE ein Synonym für höchste Ansprüche und Flexibilität. In den drei Varianten MC33, MC45 und MC64 lieferbar, sind bei ihnen alle außenliegenden Bauteile aus Edelstahl gefertigt. Mit PU-Kopf ausgestattet, stehen sie von den Gewindegrößen M33x1,5 über M45x1,5 bis M64x2 bei Dämpfungshüben bis 150 mm zur Verfügung. Konzipiert sind sie dabei für Energieaufnahmen von 170 Nm bis 5650 Nm sowie für effektive Massen von 3 kg bis 63 700 kg. Ob als Standardfamilie mit zylinderförmigen Körpern aus teniferiertem Stahl oder solchen aus Edelstahl – alle Magnum zeichnen sich durch robuste, moderne Dichtungstechnologie, höchste Energieaufnahmen in kompakter Bauform, integrierten Festanschlag und große Dämpfungsbandbreite aus, **Bild 3**.

Die unter Anwendern weltweit geschätzten Industriestoßdämpfer mittlerer Baugröße haben eines gemeinsam: Sie verzögern wie alle Klein- und Industriestoßdämpfer von ACE weich und kon-

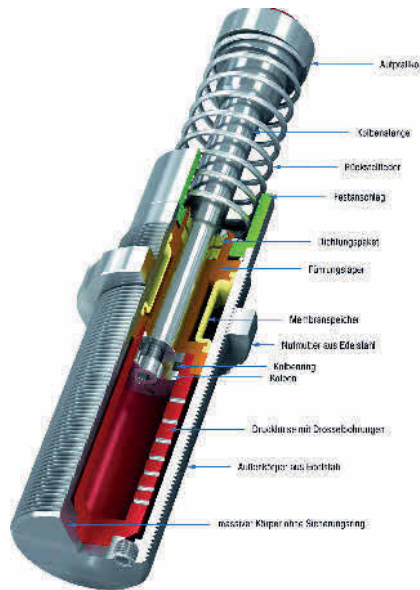


Bild 3. Die „Magnum“-Industriestoßdämpfer sind laut Hersteller ACE dank Edelstahl und widerstandsfähigem Innenleben mit Druckhülse und hochwertigem Dichtungspaket langlebig – auch unter herausfordernden Bedingungen.

Foto: ACE Stoßdämpfer GmbH

stant über den gesamten Hub bei rückprallfreier Absorption der Massenkräfte. Dies führt zu maximaler Schonung der

Gesamtkonstruktion und erlaubt schnelleres Verfahren von Maschinen und Anlagen.

Einen zusätzlichen Pluspunkt des weichen Verzögerns und der linearen Kennlinien von hydraulischen Dämpfern der zur Stabilus Gruppe gehörenden Expertenmarke ACE stellt deutlich leiseres Arbeiten dar. Der Schlüssel für diese Vorzüge ist die einzigartige Dämpfungstechnologie, wobei bei den Magnum-Typen vor allem die Druckhülse zu nennen ist. Sie sorgt dafür, dass durch die aufschlagende Masse das in ihr verwendete Öl in Bewegung gesetzt und bei nahezu konstantem hydraulischem Druck die Bewegungsenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Die im beschriebenen Fall verwendeten selbststellenden Industriestoßdämpfer aus Edelstahl von ACE finden vor allem Gebrauch in der Lebensmittel-, Medizin-, Elektro-, Nautik und Offshore-Industrie.

www.ace-ace.de

Robert Timmerberg ist Fachjournalist bei der plus2 GmbH, Düsseldorf

Schunk gründet Tech-Spin-off für humanoide Roboterhände

Mit der Ausgründung eines Spin-offs bündelt Schunk seine Aktivitäten in der humanoiden Robotik. Ziel des neuen Unternehmens ist die Entwicklung modularer humanoider Roboterhände für industrielle Anwendungen, um die Verfügbarkeit und den Einsatz humanoider Systeme konsequent auszubauen.

Im Fokus der Schunk Humanoid Robotics GmbH steht die nächste Generation einer modular aufgebauten, anthropomorphen 5-Finger-Greifhand mit integriertem Handgelenk und Unterarm, **Bild**. Sie ist als skalierbarer Baustein für den industriellen Einsatz humanoider Systeme konzipiert. Ein neuer Prototyp steht bereits kurz vor dem Einsatz. „In der humanoiden Robotik liegt enormes Marktpotenzial. Mit der Ausgründung schaffen wir den Freiraum für ein agiles, eigenständiges Unternehmen im Start-up-Stil, mit starkem technologischen Fundament und ausgeprägter Marktnähe. Damit bauen wir unsere Position als führender End-of-Arm-Partner in der Robotik weiter aus und etablieren einen globalen Standard für humanoide Hände“, sagt Timo Gessmann, CTO von Schunk. Das Spin-off sucht Talente mit Gründergeist entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von Mechatronik und Embedded-Entwicklung über KI und Simulation bis hin zu Systemintegration und Produktmanagement. <https://schunk.com/de>



Alles im Griff: die anthropomorphe 5-Finger-Greifhand der Schunk Humanoid Robotics GmbH. Foto: Schunk

Inhalte der Online-Ausgabe 11/12-2025 Hauptthema: Data Lifecycles in Unternehmen

W. Boos – FIR e. V., RWTH Aachen; Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus

Die DNA digitaler Unternehmen: Von Sensordaten und KI-Modellen zur wertsteigernden Kreislaufwirtschaft

Auch im Laufe dieses Jahres ist wieder klar geworden: Daten sind allgegenwärtig und durchdringen jeden Aspekt der industriellen Wertschöpfung. Sie sind Hebel und Rohstoff zugleich und entscheiden damit über Erfolg und Misserfolg der Unternehmen. Dabei sind die wenigsten Unternehmen jedoch wirklich in der Lage Daten und die darin enthaltenen Informationen und daraus das Wissen wertschöpfend einzusetzen. In den meisten Organisationen findet eine Erhebung und Verarbeitung ausschließlich für den einzelnen Anwendungsfall statt. Eine gesamtheitliche Betrachtung des Wissens und damit der Austausch entlang der gesamten Wertschöpfungskette wird nicht in Betracht gezogen.

W. Boos, G. Hoeborn, L. Klapper, H. Knaup, F. Bantle – FIR e. V. an der RWTH Aachen

Ökosysteme für eine resiliente und zirkuläre Produktion

Globale Wertschöpfungssysteme stehen unter Druck durch Ressourcenknappheit, Klimawandel oder geopolitische Risiken. Der Beitrag zeigt, wie Eigenschaften industrieller Ökosysteme mit zentralen Resilienztreibern zusammenwirken und welche Faktoren besonders wirksam sind. Zwei Anwendungsfälle verdeutlichen die Implikationen für die industrielle Praxis. Die Ergebnisse liefern Unternehmen konkrete Ansätze, um Lieferketten robuster, Ressourcen effizienter und Produktionssysteme anpassungsfähig zu gestalten.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-6

E. Gross, M. Schneider, C. Schäfer, C. Birenbaum, T. Bauernhansl; D. Marrenbach; V. Krause, S. Kriebel, S. Niggel; U. Brücher; M. Rapp, T. Kugler; M. Schefz; S. Thorwarth; T. Anetseder; C. Wagué, T. Bauernhansl et al. – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart; Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart; Academy for Exponential Change GmbH, München; Arnz Flott GmbH Werkzeugmaschinen, Remscheid; MBO Postpress Solutions GmbH, Oppenweiler; thyssenkrupp Materials Services, Essen; RT-Lasertechnik GmbH, Rheda-Wiedenbrück; A & W Maschinenbau GmbH, Thyrnau; incontext.technology GmbH, Heidelberg

Eine Studie zu Resilienz in produzierenden Unternehmen

In der Studie werden aktuelle Schocks und Risiken in der metallverarbeitenden Industrie untersucht. Die Interviews zeigen: Eine fehlende Digitalisierung, fehlende Netzwerke und nicht passende Unternehmensstrukturen verzögern Reaktionen auf Marktveränderungen. Zudem wurden die Ergebnisse mit der aktuellen Literatur abgeglichen. Die Studie wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Resiplat“ durchgeführt, in dem untersucht wird, wie sich Unternehmen mittels eines digitalen Plattformökosystems für die Zukunft resilienter aufstellen können.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-15

Seit 119 Jahren – seit 27 Jahren online – informiert wt Werkstattstechnik zu den aktuellsten Forschungsergebnissen zum Thema Produktionstechnik aus Hochschule, Wissenschaft und Industrie – zukunftsorientiert und praxisbezogen. Die Zeitschrift erscheint seit dem 1. Januar 2023 im Open Access und ist Teil eines APC-freien Konsortiums der Technischen Informationsbibliothek (TIB). Die Fachaufsätze sind peer-reviewed und ausschließlich Erstveröffentlichungen. Für die Veröffentlichung von Beiträgen werden keine Artikelverarbeitungsgebühren (APC) erhoben; der Zugriff ist für alle Nutzer*innen kostenlos. Weitere Informationen finden sich unter www.werkstattstechnik.de

J. Fritz; S. Busse – Hochschule für Wirtschaft Fribourg, Schweiz, Fachhochschule Westschweiz (HES-SO); Mews Partners, Hamburg

Von Signalen zu Strategien mit Trendiation

In einer zunehmend instabilen und komplexen Welt stoßen klassische Strategiemethoden an ihre Grenzen. Der vorliegende Beitrag stellt mit Trendiation eine neue, qualitative und partizipative Zukunftsmethodik vor, die systematisch entwickelt und in der Praxis erprobt wurde. Ziel ist es, aus beobachtbaren Trends konkrete, strategisch nutzbare Anforderungen abzuleiten. Sie verbindet Foresight mit Ideation in einem strukturierten Drei-Phasen-Prozess und fördert kollektives Lernen, kreative Exploration und normative Zielorientierung.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-26

C. Wachter, C. Schönekehs, M. Padrón Hinrichs, F. Sohnius, R. H. Schmitt – WZL, RWTH Aachen; Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie IPT

Datenqualität bei der Informationsbereitstellung durch LLMs

Die Qualität textueller Daten im Produktionskontext stellt einen noch unzureichend betrachteten Stellhebel zur Etablierung LLM-basierter Informationsbereitstellungssysteme dar. Dieser Beitrag zeigt Herausforderungen in der LLM-basierten Informationsverarbeitung hinsichtlich der Datenqualität auf und leitet Handlungsempfehlungen für die Gestaltung textueller Dokumente im Produktionskontext ab.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-35

R. Schrank, F. Shaker, J.-P. Nickel, J. Schatton – FIR e. V., RWTH Aachen

Management der Nutzungsphase in der Industrie

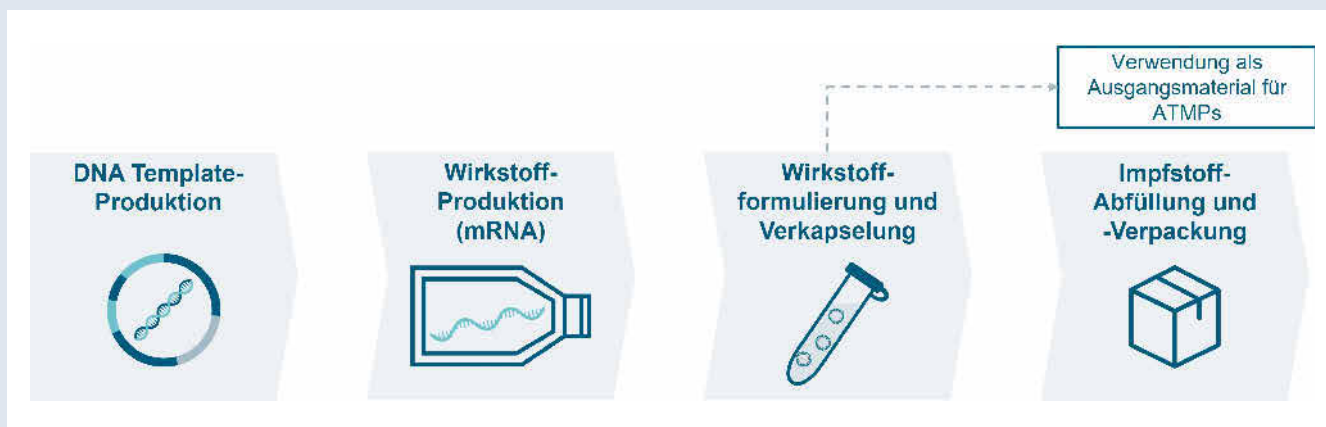
Die Nutzungsphase rückt als Schlüssel für zirkuläre Wertschöpfung in den Fokus industrieller Geschäftsmodelle. Dieser Beitrag zeigt, wie Serviceangebote und ihre Erbringung sich vom reaktiven Support hin zu proaktiven und autonomen Lösungen wandeln. Durch gezielte Upgrades und datenbasierte Dienstleistungen entsteht neuer Mehrwert über den gesamten Lebenszyklus. Dadurch wird die Umsetzung der wertsteigernden Kreislaufwirtschaft strategisch unterstützt.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-43

J. von Garrel; C. Jahn – Hochschule Darmstadt, University of Applied Sciences, Fachbereich Gesellschaftswissenschaften; Technische Universität Hamburg, Institut für Maritime Logistik sowie Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML, Hamburg

KI-basierte Geschäftsmodelle in produzierenden KMU

Der Beitrag untersucht auf Basis von fünf Fallstudien die Gestaltung KI-basierter Geschäftsmodelle in produzierenden KMU. Mithilfe des 4V-Modells werden strukturelle Implikationen entlang von Value Proposition, Value Delivery, Value Creation und Value Capture



Prozess zur Herstellung von mRNA-basierten Impfstoffen [1]. Grafik: Fraunhofer IPT

analysiert. Die Ergebnisse zeigen gemeinsame Muster der daten-basierten Wertschöpfung sowie differenzierende Faktoren im Hinblick auf Branchenkontext und organisationale Voraussetzungen.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-49

Mark P. Sanders, Matthias Bodenbenner, Dominik Wolfschläger, Robert H. Schmitt; Maithili Deshmukh – WZL-IQS | RWTH Aachen University; AxD LLC, Troy/USA

Echtzeit-Kompensation thermischer Fehler von Maschinen mittels OPC UA

Harte Echtzeitanforderungen bei der Pfadinterpolation in Werkzeugmaschinen stellen Systeme zur Fehlerkompensation vor Herausforderungen: Positionsabhängige Korrekturwerte müssen zuverlässig alle 2 ms verfügbar sein. Detaillierte Temperaturmodelle sind hierfür zu rechenintensiv. Die Autoren konzipieren, entwickeln, und testen daher ein kennfeldbasiertes System zur Korrektur thermischer und statischer Fehler. Dieses kodiert das Fehlerverhalten in Geometriefehlertabellen, die regelmäßig per OPC UA aktualisiert werden. So werden die Echtzeitanforderungen der Modelle signifikant reduziert.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-54

J. Liang, A. Moriz, A. Göppert, R. H. Schmitt – WZL der RWTH Aachen

YOLO-unterstützte Echtzeit-Montageassistentz

Die Arbeit präsentiert das systematische Design eines Computer Vision-gestützten Montageanleitungssystems, das YOLO-basierte Objekterkennung mit metadatenbasierten Anleitungsmustern integriert. Der Lösungsansatz liefert Mitarbeitern kontextspezifische Arbeitsanleitungen in Echtzeit, reduziert die kognitive Belastung und verbessert gleichzeitig die Genauigkeit der Aufgabenausführung. Das Konzept bildet die Grundlage für adaptive Assistenzsysteme in dynamischen Montageumgebungen.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-63

R. H. Schmitt, B. Nießing, J. B. Mathews, S. Mack; R.-P. Fischer – Fraunhofer IPT, Aachen; Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE, Kaiserslautern

Digitale Zwillinge in der mRNA-Therapieproduktion

Ausgehend von den steigenden Anforderungen an Flexibilität, Qualität und Skalierbarkeit wurde eine modulare Systemarchitektur zur automatisierten Herstellung von mRNA-basierten Therapeutika mithilfe digitaler Zwillinge im Sinne von Pharma 4.0 entworfen

und implementiert. Die Steigerung von Transparenz, Interoperabilität und Nachvollziehbarkeit durch den digitalen Zwilling wurde durch zwei Anwendungsfälle (Gerätemanagement/Wartung und Prozessdokumentation/Optimierung) aufgezeigt.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-71

Jan Joppien, Martin Perau, Tom Artelt, Tobias Schröer; Katharina Berwing; Kirsten Hoffmann; Lukas Herfort; Matthias Pfeiffer – FIR e. V. an der RWTH Aachen; FIR Aachen GmbH; DUALIS GmbH IT Solution, Dresden; Asprova GmbH, Wetzlar; Wegener International GmbH, Eschweiler

Zukunft der Produktionsplanung

Produktionsplanung ermöglicht die Sicherstellung einer wettbewerbsfähigen Produktion und ist zeitgleich dem technologischen und umweltbezogenen Wandel ausgesetzt. Daher wurden basierend auf einer Studie zentrale Anforderungen und Treiber der Produktionsplanung der Zukunft identifiziert. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Zukunft der Produktionsplanung durch eine integrierte IT-Systemlandschaft, einen Wandel der Rolle der Planenden von operativen Tätigkeiten zu strategisch Optimierenden sowie die stärkere Berücksichtigung ökologischer Zielgrößen gekennzeichnet ist.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-78

E. Uhlmann, J. Polte, C. Mühlich – Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, Berlin

Reinforcement Learning in der Produktionssteuerung

Die Steuerung von Produktionsprozessen stellt aufgrund der hohen Prozesskomplexität eine zentrale Herausforderung für produzierende Unternehmen dar. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Automatisierung von Planungs- und Steuerungsaufgaben durch Algorithmen zunehmend an Bedeutung. Methoden des Reinforcement Learning bieten vielversprechendes Potenzial, um diese Herausforderung zu adressieren. Dieser Beitrag vergleicht Methoden des Reinforcement Learning mit exakten und metaheuristischen Algorithmen, um die Einsatzgrenzen und die Konkurrenzfähigkeit lernbasierter Verfahren im aktuellen Entwicklungsstand zu bewerten.

doi.org/10.37544/1436-4980-2025-11-12-90

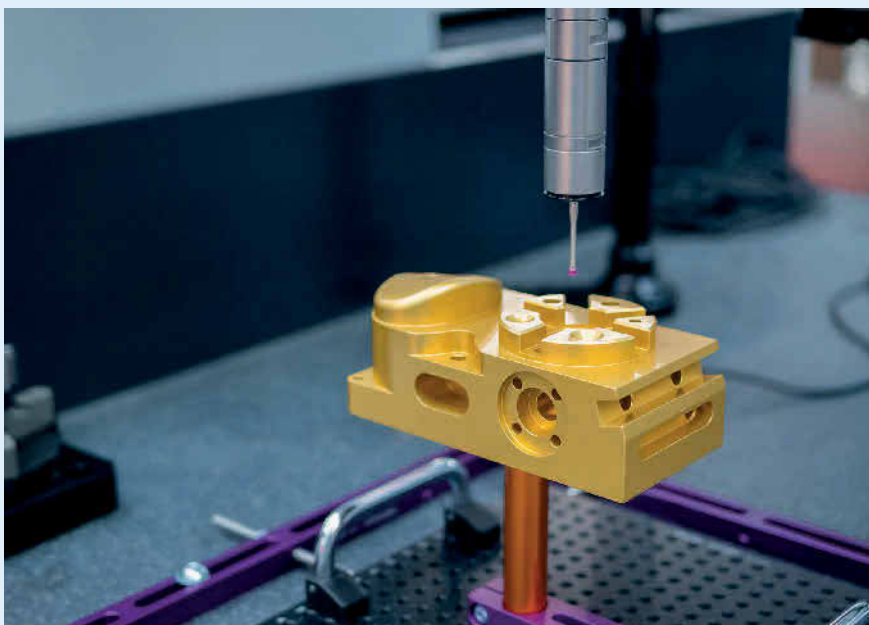
Bei den Beiträgen handelt es sich um Fachaufsätze, die von Experten auf diesem Gebiet wissenschaftlich begutachtet und freigegeben wurden (peer-reviewed).

Neue Richtlinie zur Kalibrierung von Messtastern

Ob in der Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automatisierungs- und Prüftechnik oder Instandhaltung: Taktile Längenmess-einrichtungen mit analoger Messwerterfassung kommen überall dort zum Einsatz, wo kleinste Längenänderungen zuverlässig erfasst und weiterverarbeitet werden müssen. Damit diese Messdaten verlässlich bleiben, sind regelmäßige Prüfung und Kalibrierung unverzichtbar. Genau hier setzt die neue Richtlinie „VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 14.1“ an. Sie beschreibt praxisnah, wie Messtaster mit analoger Messwerterfassung fachgerecht geprüft und kalibriert werden.

Die Richtlinie richtet sich an Prüfinstitute, Kalibriereinrichtungen sowie an alle, die für die Qualität von Längenmessungen verantwortlich sind. Sie gilt für elektrische Längenmeseinrichtungen mit taktile Messwertaufnahme, mit oder ohne separate Anzeigeeinheit gemäß „DIN 32876-1“. Erfasst sind außerdem Systeme, die Messwerte im Kabelanschluss aufbereiten und per Kabel oder Funk übertragen, ebenso wie Geräte mit integrierter Anzeige, die in Maschinen oder Anlagen verbaut sind.

Die Richtlinie fasst alle notwendigen Arbeitsschritte für die einzelnen Prüfungen in einer nachvollziehbaren Arbeitsanweisung



Wie werden Messtaster verlässlich kalibriert? Die neue Richtlinie „VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 14.1“ gibt Auskunft. Foto: smarterpix / Zyabich

zusammen. Diese reichen von der Vorbereitung der Kalibriereinrichtung und des Prüfobjekts über die Prüfung vor Beginn der Kalibrierung bis hin zur Durchführung, Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse. Auch der Umgang mit Messunsicherheiten, die Einhaltung von Grenzwerten sowie die Erstellung von Konformitätsaus-

sagen werden erläutert. Ein ausführlicher Anhang ergänzt die Richtlinie um beispielhafte Messunsicherheitsbilanz.

Die „VDI/VDE/DGQ/DKD 2618 Blatt 14.1“ ist im Dezember 2025 als Entwurf erschienen und kann für 104 € bei DIN Media erworben werden.

www.vdi.de/mitgliedschaft/vdi-richtlinien

Leichter, nachhaltiger, intelligenter: Kunststoffe im Automobilbau

Neuer Ort, neuer Look, neue Konzepte: PIAE (Plastics in Automotive Engineering), der weltweit größte Kongress für kunststofftechnische Anwendungen im Automobil, **Bild**, findet erstmals in Baden-Baden statt. Am 18. und 19. März 2026 kommen führende Köpfe aus Wissenschaft und Forschung, von OEMs und der Zulieferindustrie zusammen, um neueste Trends und Innovationen sowie materialtechnische Fragen zu diskutieren. Die Teilnehmenden erhalten in 50 Fachvorträgen Einblicke in neueste Forschungsprojekte sowie in die gelebte Praxis. Materialtechnologie, Design, Nachhaltigkeit und Digitalisierung greifen dabei ineinander. Mit dem weiterentwickelten Konzept werden Entwicklungen der Pkw- und Nutzfahrzeughersteller sowie Trends aus Exterieur, Interieur und Aggregaten noch stärker in den Fokus gerückt. Zudem präsentieren die TecPart-Innovationspreisträger ihre prämierten Bauteile.

Bekannte Stimmen der Branche bereichern die zweitägige Veranstaltung mit ihren Keynotes. „Lost in Transformation?“ – Unter diesem Titel wird Prof. Dr. Stefan Bratzel, Gründer des Center of Automotive Management, den Kongress eröffnen. Er gibt einen

Überblick zur Transformation der Industrie, analysiert Markt- und Produktionstrends sowie Innovationen. Schwerpunkte sind zum Beispiel: Leichtbau und Materialinnovationen, Design und Oberflächentechnologien, Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, künstliche Intelligenz und Digitalisierung, Elektromobilität und funktionale Werkstoffe. Die begleitende Fachausstellung mit rund 70 Unternehmen erlaubt vertiefende Einblicke in die verschiedenen Themenbereiche. Im Autosalon werden aktuelle Serienfahrzeuge und visionäre Konzeptstudien namhafter Hersteller gezeigt. Parallel zur PIAE 2026 erweitert die Konferenz „Hochvoltbatterien in E-Fahrzeugen“ den fachlichen Horizont für alle, die Werkstoff- und Batteriekompetenz in interoperablen Systemen weiterentwickeln möchten. www.vdi-wissensforum.de/piae/



Die Weiterentwicklung der PIAE soll auch mit einem neuen Logo deutlich werden. Grafik: VDI Wissensforum

Logistik für Unternehmen

LogiMAT 2026: Intralogistik
im Systemwandel.
Foto: Euroexpo



AUTONOME SYSTEME

**Wenn KI die Lieferketten
führt: Logistik im
posthumanen Zeitalter**

INFORMATIONSLOGISTIK

**Engpass im globalen
Handel: Digitale Strategien
für resiliente Supply Chains**

WERKSVERKEHR

**Yard Management
mit geeigneter Software
neu geordnet**



Bild 1. Unter dem Motto „Passion for Details – Discover the Difference“ versammelt die Fachmesse mehr als 1600 Aussteller aus über 40 Ländern und bildet damit einmal mehr die gesamte Bandbreite intralogistischer Technologien, Systeme und Softwarelösungen ab. Foto: Euroexpo

Internationale Fachmesse für Intralogistik-Lösungen und Prozessmanagement

LogiMAT 2026: Intralogistik zwischen Detailtiefe, Automatisierung und Systemintegration

Wenn sich vom 24. bis 26. März 2026 die Tore der Messe Stuttgart öffnen, richtet sich der Blick der internationalen Intralogistikbranche erneut auf die LogiMAT. Unter dem Motto „Passion for details – Discover the Difference“ versammelt die Fachmesse mehr als 1 600 Aussteller aus über 40 Ländern und bildet damit einmal mehr die gesamte Bandbreite intralogistischer Technologien, Systeme und Softwarelösungen ab. Der Fokus liegt auf der Frage, wie sich Lager-, Transport- und Materialflussprozesse angesichts von Automatisierung, Digitalisierung, Nachhaltigkeitsanforderungen sowie Fachkräftemangel resilient, skalierbar und wirtschaftlich weiterentwickeln lassen.

Mit der LogiMAT 2026 bleibt die Internationale Fachmesse für Intralogistik-Lösungen und Prozessmanagement ihrem Anspruch treu, als zentrale Plattform für aktuelle technologische Entwick-

lungen, Markttrends und praxisnahe Anwendungen zu fungieren. Auf einer vollständig ausgebuchten Ausstellungsfläche von mehr als 120 000 m² präsentieren sich die Anbieter entlang der gesamten Wertschöpfungskette intralogistischer Systeme. Die zehn Hallen sowie der Eingangsbereich Ost des Stuttgarter Messege-

ländes sind erneut klar nach Branchensegmenten strukturiert, um Fachbesuchern eine gezielte Orientierung zu ermöglichen.

„Die einzigartige Mischung aus wichtigen Technologie- und innovativen Produktentwicklungen sowie Networking und informativem Rahmenprogramm auf



Kongressniveau macht die LogiMAT auch 2026 zum unabdingbaren Messe-Event für Fast Mover“, erklärt LogiMAT-Messeleiter Michael Ruchty vom Veranstalter Euroexpo Messe- und Kongress-GmbH. „Wer die Intralogistik zukunftsfähig ausrichten oder entsprechend modernisieren will, sollte sich an den drei Messtagen in Stuttgart inspirieren lassen.“

Inhaltlich prägen auch 2026 die großen Megatrends Automatisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeit das Messegeschehen. Hinzu kommen Themen wie Flexibilität und Skalierbarkeit von Systemen, der verstärkte Einsatz Künstlicher Intelligenz sowie der zunehmende Einsatz roboterischer Lösungen in Lager und Produktion. Gleichzeitig reagieren viele Aussteller auf den anhaltenden Fach- und Arbeitskräftemangel mit Lösungen, die Prozesse vereinfachen, ergonomischer gestalten oder vollständig automatisieren.

Lager- und Fördertechnik: Systeme zwischen Modularität und Automatisierung

Regal- und Maschinenbau, Systemintegration sowie Förder- und Sortiertechnik sind traditionell in Halle 1 inklusive Galerie sowie in den Hallen 3, 5 und 7 angesiedelt. In diesen Bereichen zeigt sich besonders deutlich, wie stark sich klassische Intralogistiksysteme weiterentwickelt haben. Neben Weiterentwicklungen etablier-

ter Technologien werden zahlreiche Produktpremieren erwartet, darunter neue Shuttle-Systeme für regalgerechte Lagerlösungen, flexible Robo-Pick-Anwendungen sowie Serviceroboter für innerbetriebliche Transportaufgaben.

Ein markanter Trend ist die zunehmende Modularisierung und Standardisierung von Systemen, die es Anwendern erlaubt, Automatisierung schrittweise einzuführen oder bestehende Anlagen flexibel zu erweitern. Parallel dazu gewinnen Miet- und Leasingmodelle auch im Hardwarebereich an Bedeutung. Automatisierungslösungen werden nicht mehr ausschließlich als langfristige Investitionsgüter angeboten, sondern zunehmend als nutzungsbasierte Modelle, die insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen den Einstieg erleichtern.

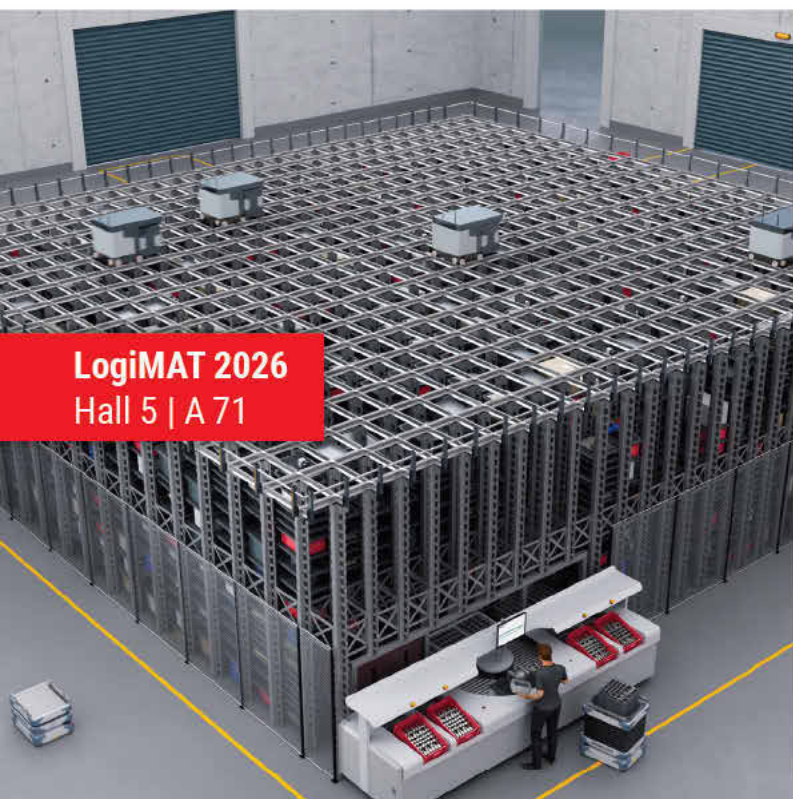
Software als Rückgrat der Intralogistik

Die zunehmende Komplexität intralogistischer Prozesse macht Softwarelösungen zum zentralen Element moderner Anlagen. In Halle 4 präsentieren spezialisierte IT-Anbieter ihre aktuellen Entwicklungen in den Bereichen Warehouse Management, Transport Management und Order Management. Prägend für viele Neuentwicklungen sind KI-gestützte Analyse- und Prognosemodelle, cloudbasierte Architekturen sowie flexible Bereitstellungsmodelle.

Ein Beispiel für diesen Ansatz zeigt Infios in Halle 4, Stand 4F61. Das Unternehmen stellt dort sein Infios Warehouse Management einschließlich autonomer mobiler Roboter sowie Voice-, Vision- und Mobility-Lösungen vor. Ergänzt wird das Portfolio durch das Infios Transport Management und das Infios Order Management. Die interoperablen Lösungen bilden ein modulares Ökosystem für die ausführende Logistik und ermöglichen eine systemübergreifende Orchestrierung von Lager-, Transport- und Auftragsprozessen.

Besucher erhalten Einblicke, wie sich Lagerung, Transport und Auftragsabwicklung mithilfe intelligenter Automatisierung und Echtzeit-Datenanalysen optimieren lassen. Infios-Experten erläutern dabei neue Funktionen und zeigen praxisnah auf, wie Unternehmen die Effizienz und Widerstandsfähigkeit ihrer Lieferketten verbessern können.

„Die LogiMAT ist eine wichtige Plattform für den Austausch in der Branche“, so Michael Brandl, Executive Vice President EMEA bei Infios. „Sie ist immer ein Anlass, gemeinsam die Zukunft auszuloten. Daher freuen wir uns darauf, im Austausch mit Kunden, Partnern und Branchenexperten zu zeigen, dass intelligente Supply Chain Execution die Grundlage für eine höhere operative Exzellenz, Widerstandsfähigkeit und Kundenzufriedenheit bildet.“



LogiMAT 2026
Hall 5 | A 71



SMART FACTORY LOGISTICS

One intelligent Flow



GEBHARDT Intralogistics Group
Neulandstr. 28 | 74889 Sinsheim
T +49 7261 939-0
info@gebhardt-group.com
www.gebhardt.com

	Fördertechnik, Regalbau, Lager- und Betriebseinrichtungen, Systemanbieter, Hallenbau / <i>Materials handling and storage technology, Warehousing and operational equipment, System provider, Hall and marquee construction</i>		Software für Lagerverwaltung und Transport, Simulation, Kommissioniersysteme, Flottenmanagement / <i>Storage and Transport management software, Simulation, Order-Picking systems, Fleet management</i>
	Handling, Krane, Brandschutz und Sicherheit, Verladetechnik, Tore / <i>Handling, Cranes, Fire protection and security, Loading technologies and Door systems</i>		Fahrerlose Transportsysteme, Robotics / <i>Automated Guided Vehicles, Robotics</i>
	Ladungssicherung / <i>Load security</i>		Verpackungen, Verpackungs-Systeme und -maschinen / <i>Packaging, Packaging materials and machinery</i>
	Flurförderzeuge, Batterie- und Energie-Management, Stapleranbaugeräte, Reinigung / <i>Ground conveyors, Batteries, Battery management, Ancillary equipment for stackers, Cleaning</i>		Kennzeichnung, Identifikation – RFID/AUTO-ID / <i>Labeling and printing, Identification – RFID/AUTO-ID</i>
			Intelligente Behälter- und Lagerlösungen / <i>Intelligent Pack & Store solutions</i>



Systemintegration und Cube-Storage-Konzepte

Lagersteuerung sowie digitale Zwillinge in Form von 3D-Emulationen kompletter Anlagen. Ergänzt wird der Messeauftritt durch Neuentwicklungen wie „FlexBins“ und „AutoCase“ sowie ein abonnementbasiertes Automatisierungsmodell.

genge ermöglicht. KPI-Dashboards sorgen für Transparenz über Prozesskennzahlen, während KI-basierte Softwarelösungen eine automatisierte Stückkommissionierung innerhalb von AutoStore-Anlagen ermöglichen. Die gezeigten Konzepte zielen darauf ab, sowohl den Durchsatz als auch die Wirtschaftlichkeit von Lageranlagen zu verbessern und gleichzeitig den Administrationsaufwand zu reduzieren.



Bild 3. In den Hallen 9 und 10 sowie auf den dazwischenliegenden Freiflächen versammeln sich vor allem die etablierten Hersteller von Flurförderzeugen. Foto: Euroexpo

Systemanbieter, Hochleistungsautomatisierung und Software-Lifecycle

Ein breites Bild integrierter Intralogistiksysteme zeichnet auch SSI Schäfer, das auf der LogiMAT 2026 mobile Robotik, stationäre Automatisierung und softwarebasierte Prozessintelligenz in einem ganzheitlichen Ansatz zusammenführt. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, wie sich Automatisierung schrittweise, skalierbar und langfristig absichern lässt. Automatisierung und Flexibilität werden dabei nicht als Gegensätze verstanden, sondern als sich ergänzende Prinzipien moderner Logistikarchitekturen.

„Erfolg in der Intralogistik entsteht durch starke und verlässliche Partnerschaften. Wir begleiten unsere Kunden auf ihrem schrittweisen Weg in die Automatisierung mit agilen Lösungen, die Sicherheit, Zukunftsfähigkeit und Effizienz vereinen. Auf der Messe LogiMAT präsentieren wir uns mit Innovationskraft, Passion und einem starken Netzwerk, welches die Intralogistik unserer Kunden sicher und nachhaltig gestaltet“, sagt Peter Edelmann, CEO der SSI Schäfer Gruppe.

Ein zentrales Element des Messeauftritts ist die Rolle der Software als verbindendes Nervensystem intralogistischer Anlagen. Am Beispiel der Softwarelösungen Wamas, SAP und SupplyBrain wird deutlich, wie Prozessintelligenz, datenbasierte Analysen und KI-gestützte Funktionen über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage hinweg wirken – von der Inbetriebnahme über Wartung und Betrieb

bis hin zur Modernisierung. Der sogenannte Wamas Lifecycle verfolgt dabei das Ziel, Investitionen in die Digitalisierung langfristig abzusichern, unter anderem durch regelmäßige Updates, strukturierte Supportmodelle und einen klaren Fokus auf IT- und Cybersicherheit.

Auch im Bereich der Hochleistungsautomatisierung zeigt SSI Schäfer neue Systemansätze. Die FastBots Solution adressiert Anwendungen mit hohen Durchsatzanforderungen und wechselnden Lastprofilen. Die modulare Architektur erlaubt eine schrittweise Skalierung, während Redundanzmechanismen und standardisierte Komponenten auf eine stabile Systemverfügbarkeit ausgelegt sind. Ergänzt wird das Portfolio durch neue Shuttle- und Robotiklösungen, darunter ein Vier-Wege-Shuttle für Palettenanwendungen sowie das RackBot System Elevate, bei dem mobile Roboter sowohl horizontal als auch vertikal an Regalen bis zu zwölf Metern Höhe agieren können.

Digitale Plattformen für Hof- und Transportlogistik

Neben der innerbetrieblichen Logistik rücken auf der LogiMAT 2026 zunehmend auch vorgelagerte und nachgelagerte Prozesse in den Fokus. In Halle 4, Stand F21, zeigt Cargoclix seine cloudbasierte Plattform für die Digitalisierung von Hof- und Transportlogistikprozessen. Die Collaborative Logistics Platform bildet Yard- und Zeitfenstermanagement, digitale Kommunikation zwischen allen Beteiligten sowie Asset- und Palettenmanagement ab und

lässt sich in bestehende ERP- oder SAP-Systeme integrieren.

„Im fortlaufenden Dialog mit Kunden und Interessenten haben wir die Erfahrung gemacht, dass viele Unternehmen verstärkt nach umfassenden IT-Logistiklösungen statt nach einzelnen Produkten suchen“, sagt Victor Meier, beratender Gesellschafter von Cargoclix. „Mit seinen umfassenden Lösungen bietet Cargoclix weit mehr als die bekannten Produkte im Bereich Zeitfenstermanagement und Ausschreibung von Transporten und agiert als Partner mit einem ganzheitlichen Ansatz entlang der gesamten Hof- und Transportlogistik.“

Mobile Robotik und autonome Systeme als strukturelles Element der Intralogistik

Die Dynamik innerhalb der mobilen Robotik zählt zu den prägendsten Entwicklungen der vergangenen Jahre und ist auch auf der LogiMAT 2026 deutlich sichtbar. In den Hallen 8, 9 und 10 konzentrieren sich Anbieter von Fahrerlosen Transportfahrzeugen, Autonomen Mobilen Robotern und hybriden Systemen, die klassische Flurförderzeuge mit autonomen Funktionen kombinieren. Während die Hallen 9 und 10 vor allem die etablierten Hersteller von Flurförderzeugen versammeln, ist Halle 8 als zentrale Plattform für spezialisierte FTF- und AMR-Anbieter positioniert.

Im Fokus vieler Exponate stehen Weiterentwicklungen bei alternativen Antriebskonzepten, insbesondere Lithium-Ionen-Technologien, sowie neue Assistenz- und Sicherheitssysteme. Ergänzt werden diese durch intelligente Sensorik, kamerabasierte Warnsysteme und biometrische Zugangslösungen, die sowohl die Sicherheit als auch die Effizienz im Lagerbetrieb erhöhen sollen. Gleichzeitig werden neue Telemetrie- und Flottenmanagementsysteme vorgestellt, die eine detaillierte Auswertung von Betriebsdaten ermöglichen.

Einen Schwerpunkt bildet dabei die Optimierung der Flottensteuerung durch Künstliche Intelligenz. Ziel ist es, Transportaufträge dynamisch zu priorisieren, Verkehrsflüsse zu entzerren und Stillstandzeiten zu minimieren. Diese Entwicklungen spiegeln sich nicht nur in einzelnen Fahrzeugtypen wider, sondern zunehmend in ganzheitlichen Steuerungsar-



Bild 4. Mensch trifft Maschine: Begegnungen, die so wohl nur auf der Logistik-Fachmesse in Stuttgart möglich sind. Foto: Euroexpo

chitekturen, die unterschiedliche Fahrzeugklassen innerhalb einer Anlage koordinieren.

Fahrerlose Transportsysteme zwischen Verfügbar- und Skalierbarkeit

Ein Beispiel für diese Entwicklung zeigt Melkus Mechatronic in Halle 8, Stand 8A67. Der österreichische Hersteller präsentiert dort seine AGV-Flotte mit Fokus auf Effizienz und Verfügbarkeit. Im Mittelpunkt steht der weiterentwickelte Palettentransporter G130 3.0, der über eine erhöhte Batteriekapazität und ein optimiertes induktives Ladesystem verfügt. Ergänzt wird dies durch ein erweitertes Sensorsystem, das einen echten 360-Grad-Rundumblick ermöglicht.

„Mit dem neuen Batterie- und Lade-konzept steigern wir die Verfügbarkeit unseres Paletten-AGV Melkus G130 3.0 um bis zu 80 %“, erklärt Martin Lindner, CEO von Melkus Mechatronic. „Die Ausrüstung bei der Sensorik für eine echte 360°-Rundumsicht steigert Sicherheit und Effizienz zugleich.“

Neben dem G130 3.0 werden weitere Fahrzeuge der AGV-Familie gezeigt, die unterschiedliche Transportaufgaben abdecken – vom Paletten- bis zum Behältertransport.

Die Systeme sind modular aufgebaut und lassen sich sowohl in Neuplanungen als auch in bestehende Lagerumgebungen integrieren.

„Über alle
Ausstellungsbereiche
hinweg werden wir
auf der LogiMAT
2026 absehbar
wieder Welt- und
Europapremieren im
dreistelligen Bereich
sehen können.“

Flurförderzeuge, Automatisierung und eine neue Nachhaltigkeit

Im Bereich der Flurförderzeuge und automatisierten Transportlösungen prägen auf der LogiMAT 2026 sowohl technologische Weiterentwicklungen als auch neue strategische Ansätze das Bild.

Toyota Material Handling zeigt in Halle 10, wie sich manuelle, automatisierte und digitale Lösungen zunehmend zu integrierten Systemen verbinden lassen. Neben neuen Elektro-Gegengewichtstaplern, Elektroschleppern und Kommissioniergeräten stehen dabei automatisierte Fahrzeuge aus der Swarm-Automation-Serie im Fokus.

„Die Logistikbranche befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel – getrieben

von Automatisierung, Nachhaltigkeit und dem steigenden Anspruch unserer Kunden an ganzheitliche Lösungen“, erklärt Jan Lorenz, Geschäftsführer von Toyota Material Handling Deutschland, und ergänzt: „Auf der LogiMAT 2026 zeigen wir, wie wir diesen Wandel aktiv mitgestalten: Mit leistungsstarken neuen Produkten, intelligenten Automatisierungslösungen und einem klaren Bekenntnis zur Zusammenarbeit und zu Open Innovation.“

Ein Schwerpunkt liegt auf der Weiterentwicklung automatisierter Geräte für Punkt-zu-Punkt-Transporte und einfache Stapelaufgaben, die sowohl in Produktions- als auch in Lagerumgebungen eingesetzt werden können. Ergänzend dazu thematisiert Toyota Material Handling Fragen des Energiemanagements, der Fahrersicherheit und des CO₂-armen Betriebs. Die Messe dient zugleich als Plattform zur Einordnung der eigenen Nachhaltigkeitsstrategie und zur Veröffentlichung des aktuellen Nachhaltigkeitsberichts.

Einen stärker individualisierten Ansatz zeigt Linde Material Handling, das in Halle 10 ein breites Automatisierungs- und Digitalportfolio präsentiert. Neben standardisierten Lösungen werden branchenspezifische Anwendungen gezeigt, etwa für die Getränkeindustrie mit schweren und komplexen Ladungsträgern. Diese werden über die individualisierte Portfolio-Linie Linde I-Matic realisiert und durch stationäre Systeme wie zum Beispiel den Shuttle Linde S-Matic cube ergänzt.

„Das Angebot von Linde MH zielt darauf ab, den innerbetrieblichen Materialfluss unserer Kunden wettbewerbsfähiger zu machen. Dafür spannen wir den Bogen von kostenoptimierten Angeboten bis hin zu hoch performanten Lösungen auf Basis innovativer Technologien“, erläutert Dr. Monika Laurent-Junge, Senior Director Marketing und Brand Communications bei Linde MH.

Zentraler Bestandteil der digitalen Strategie ist die Kundenplattform myLinde, die Flottenmanagement-, Sicherheits- und Energiedaten bündelt und zunehmend KI-gestützte Funktionen integriert. Mit dem Real Time Locating System RTLS+ werden darüber hinaus präzise Bewegungs- und Positionsdaten manueller Fahrzeuge erfasst, die als Grundlage für Sicherheitsanalysen und die schrittweise Migration hin zu hybriden Flotten dienen.

Goods-to-Person-Konzepte für Fulfillment und E-Commerce

Ein weiterer Schwerpunkt der LogiMAT 2026 liegt auf Goods-to-Person-Lösungen, insbesondere für Fulfillment- und E-Commerce-Anwendungen. In Halle 5, Stand 5C29, zeigt SAafelog mobile Robotiklösungen, die gezielt die Übergangszonen zwischen Kommissionierung, Konsolidierung und Verpackung adressieren.

„Wir beobachten, dass ein Großteil der Automatisierungsprojekte unserer Kunden aktuell Goods to Person Projekte sind“, sagt Mathias Behounek, Geschäftsführer der Safelog GmbH. „Die Anforderungen sind klar: Schneller durchlaufen, weniger Fehler, mehr Ergonomie sowie gleichzeitig flexibel und skalierbar bleiben. Unsere Roboter sind genau dafür gemacht.“

Safelog präsentiert unter anderem das Modell GT1 spin für Shelf- und Pallet-to-Person-Anwendungen sowie das XS1 für Hochgeschwindigkeits-Transporte zwischen Pick- und Packstationen. Die Fahrzeuge arbeiten mit einer agentenbasierten Steuerungssoftware, die ohne zentralen Leitstand auskommt und eine Schwarmkommunikation ermöglicht.

Dies erlaubt eine flexible Skalierung der Flotte und erhöht die Robustheit gegenüber einzelnen Fahrzeugausfällen.

Digitale Zwillinge als Werkzeug für Planung und Betrieb

Digitale Zwillinge haben sich in den vergangenen Jahren von reinen Planungswerkzeugen zu dauerhaften Begleitern im Anlagenbetrieb entwickelt. Unitechnik zeigt in Halle 1, Stand J21, wie sich diese Technologie über den gesamten Lebenszyklus intralogistischer Systeme hinweg einsetzen lässt.

Der digitale Zwilling dient dabei sowohl als Projektwerkzeug für Simulation, Emulation und Inbetriebnahme als auch als Serviceinstrument im laufenden Betrieb.

„Ein Test an der physischen Anlage ist mit hohem Aufwand und Risiken verbunden. Daher ist die Nutzung des digitalen Zwillings eine ideale Methode, existierende Systeme nachzubilden und zu testen, ohne die reale Anlage anzufassen“, erläutert Michael Huhn, Vertriebsleiter bei Unitechnik.

Im Betrieb ermöglicht der digitale Zwilling eine kontinuierliche Spiegelung



Bild 5. In der LogiMAT-Arena finden auch in diesem Jahr wieder interessante Experten-Foren statt. Foto: Euroexpo

relevanter Prozessdaten und unterstützt damit Optimierungen, Schulungen und Anpassungen ohne Eingriffe in den laufenden Materialfluss. Diese doppelte Nutzung – als Projekt- und Betriebswerkzeug – gewinnt insbesondere bei Modernisierungen und Retrofit-Projekten an Bedeutung.

IT-gestützte Prozessintelligenz und datenbasierte Optimierung

Neben klassischen Warehouse-Management-Systemen rücken zunehmend Analyseplattformen in den Vordergrund, die auf Basis realer Bewegungs- und Aktivitätsdaten Optimierungspotenziale identifizieren. MotionMiners präsentiert in Halle 4, Stand C25, eine Erweiterung seiner Analyseplattform um einen sogenannten virtuellen Prozessmanager.

Dieser erkennt Prozessschwachstellen automatisiert und ordnet ihnen konkrete Lösungsansätze zu.

„Die Kennzahlenanalyse, die bislang fundiertes Prozesswissen und manuelle Interpretation erforderte, wird dabei von unserem Analysedashboard übernommen“, präzisiert MotionMiners-Geschäftsführer Sascha Kaczmarek die Neuerung.

Grundlage hierfür sind mehrere hunderttausend erfasste Prozessdatenstunden aus realen Projekten, die anonymisiert ausgewertet werden. Der virtuelle Prozessmanager identifiziert typische Problemfelder wie lange Laufwege oder hohe Wartezeiten und verknüpft diese mit passenden Optimierungsoptionen.

SAP-basierte Transformation von Lager-, Yard- und Transportprozessen

Einen weiteren softwareseitigen Schwerpunkt setzt leogistics in Halle 4, Stand 4C17. Das Unternehmen zeigt praxisbewährte Lösungen für die SAP-basierte Digitalisierung von Logistikprozessen und adressiert dabei insbesondere die bevorstehende Ablösung klassischer SAP-Komponenten. Im Mittelpunkt stehen S/4HANA-Transformationen sowie integrierte Lösungen für Warehouse-, Yard- und Transportmanagement.

„Mit der SAP Business Technology Platform hat SAP eine cloudbasierte und offene Plattform geschaffen, mit der sich Innovationen schnell bereitstellen und bestehende Logistiklösungen gezielt erweitern lassen. Für Unternehmen ist das die Chance, ihre meist noch On-Premise betriebenen Logistiklösungen mit den Vorteilen der Cloud bereits jetzt zu verbinden“, sagt Christiaan Carstens, Managing Director der leogistics GmbH.

Die gezeigten Konzepte zielen darauf ab, operative Logistikprozesse stabil, skalierbar und transparent zu gestalten und gleichzeitig neue KI-gestützte Funktionen schrittweise zu integrieren.

Verpackung, Kennzeichnung und Identifikation als integrale Prozessbausteine

Neben Automatisierung und Robotik rücken auf der LogiMAT 2026 auch die klassischen, oft weniger sichtbaren Pro-

zessschritte stärker in den Fokus. Verpackung, Kennzeichnung und Identifikation bilden die Grundlage für stabile Materialflüsse und durchgängige Transparenz entlang der Supply Chain. In Halle 6 bündeln sich Anbieter aus dem Bereich Verpackungstechnik und Behälterlösungen, während Halle 2 als zentrale Plattform für AutoID-, Kennzeichnungs- und Identifikationslösungen fungiert.

Im Verpackungsumfeld stehen material-effiziente Konzepte, Mehrwegstrategien und anwendungsspezifische Anpassungen im Vordergrund. Gleichzeitig zeigen Hersteller leistungsfähige Verpackungsstraßen, Umreifungsmaschinen und automatisierte Lösungen, die hohe Durchsätze mit reduziertem Materialeinsatz verbinden. Die Entwicklungen verdeutlichen, dass Verpackung zunehmend als dynamischer Bestandteil des Gesamtprozesses verstanden wird und nicht mehr als isolierter Endschnitt.

In Halle 2 präsentieren Anbieter von AutoID-Lösungen neue Scanner-Generationen, RFID- und RTLS-Systeme sowie digitale Etiketten auf E-Paper-Basis. Im Zusammenspiel mit Vision-Systemen und KI-gestützter Bilderkennung entstehen Lösungen, die weit über die reine Identifikation hinausgehen und als Datenquelle für nachgelagerte Steuerungs- und Optimierungprozesse dienen.

End-to-End-Digitalisierung von Hof- und Transportlogistik

Ein Beispiel für die konsequente Digitalisierung angrenzender Logistikbereiche zeigt Cargoclix in Halle 4, Stand F21. Das Unternehmen stellt seine cloudbasierte Plattform für die durchgängige Digitalisierung von Hof- und Transportlogistikprozessen vor. Die Lösung bildet Yard-, Zeitfenster- und Transportprozesse digital ab und vernetzt alle beteiligten Akteure entlang der Kette.

„Im fortlaufenden Dialog mit Kunden und Interessenten haben wir die Erfahrung gemacht, dass viele Unternehmen verstärkt nach umfassenden IT-Logistiklösungen statt nach einzelnen Produkten suchen. Mit seinen umfassenden Lösungen bietet Cargoclix weit mehr als die bekannten Produkte im Bereich Zeitfenstermanagement und Ausschreibung von Transporten und agiert als Partner mit einem ganzheitlichen Ansatz entlang der gesamten Hof- und Transportlogistik“,

sagt Victor Meier, beratender Gesellschafter von Cargoclix.

Die Plattform ermöglicht eine strukturierte Abwicklung von Prozessen vom Check-in bis zur finalen Dokumentation und unterstützt darüber hinaus KI-gestützte Analysen zur vorausschauenden Planung. Ergänzend zeigt Cargoclix mit Flow eine Lösung für die Echtzeit-Disposition von Transportaufträgen, die sich sowohl für eigene Flotten als auch für Subunternehmer einsetzen lässt.

„Wer die Intralogistik zukunftsfähig ausrichten oder entsprechend modernisieren will, sollte sich an den drei Messetagen in Stuttgart inspirieren lassen.“

Künstliche Intelligenz als Entscheidungshilfe entlang der Wertschöpfungskette

Die zunehmende Verfügbarkeit von Daten und Rechenleistung führt dazu, dass KI-gestützte Entscheidungsunterstützung auf der LogiMAT 2026 eine zentrale Rolle spielt. Inform präsentiert in Halle 4, Stand D61, neue Entwicklungen im Bereich entscheidungsintelligenter Softwarelösungen für Supply Chain, Produktion und Logistik.

Im Mittelpunkt steht der neue Forecast-Service Demand AI, der Bedarfs- und Absatzprognosen automatisiert erstellt und sich ohne aufwendige Implementierung in bestehende Systeme integrieren lässt. Ergänzt wird das Portfolio durch Lösungen für Produktionsplanung, Intralogistik und Yard Management, die auf KI-gestützte Optimierung in Echtzeit setzen.

„Auf der diesjährigen LogiMAT zeigen wir, wie Unternehmen KI gezielt einsetzen können, um in Supply Chain Management, Produktion und Logistik die bestmöglichen Entscheidungen zu treffen“, sagt Dr. Bernd Heinrichs. „Entscheidend ist dabei erklärbare KI, die Transparenz

schaftt und den Menschen als verantwortliche Instanz im Entscheidungsprozess stärkt. Wir freuen uns darauf, diesen Ansatz auf der LogiMAT im direkten Austausch mit Fachbesuchern zu vertiefen und praxisnahe Einsatzmöglichkeiten zu diskutieren.“

Vernetzte Lagerprozesse, Machine Vision und autonome Systeme

Einen breiten Überblick über vernetzte Logistiklösungen bietet Zetes in Halle 4, Stand 4D77. Das Unternehmen zeigt Lösungen zur Digitalisierung von Lager-, Verpackungs- und Distributionsprozessen, darunter die Logistics-Execution-Plattform ZetesMedea sowie Machine-Vision-Anwendungen zur automatisierten Warenkontrolle.

Ein Schwerpunkt liegt auf ZetesMedea ImageID, das Wareneingangs- und -ausgangsprozesse visuell dokumentiert und mithilfe KI-basierter Asset-Erkennung Abweichungen automatisch erkennt. Ergänzt wird das Angebot durch autonome mobile Roboter für innerbetriebliche Transporte sowie Lösungen zur Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit, die auch im Hinblick auf künftige regulatorische Anforderungen wie den Digitalen Produktpass relevant sind.

„Unternehmen stehen auch 2026 vor der Aufgabe, ihre Produktivität zu steigern, Fachkräfte zu entlasten und gleichzeitig Transparenz sowie Nachhaltigkeit in ihren Lieferketten zu erhöhen. Zudem rückt der ab 2027 geforderte Digitale Produktpass näher. Auf der LogiMAT zeigen wir, wie sich diese Anforderungen mit digitaler Transformation, vernetzter Automatisierung und intelligenter Software konkret umsetzen lassen“, sagt Cordula Steinhart, Marketing Managerin der Zetes GmbH.

Stahlbaulösungen und Mezzanine-Systeme für verdichtete Lagerstrukturen

Auch bauliche Aspekte der Intralogistik sind auf der LogiMAT 2026 präsent. MiTek zeigt in Halle 1, Stand 1K46, Stahlbaubühnen und Mezzanine-Systeme für große Lager- und Logistikumgebungen. Die Lösungen schaffen zusätzliche Nutzfläche und lassen sich sowohl in manuelle als auch automatisierte Lagerkonzepte integrieren.

„Wir sind Partner verschiedener Branchen – vom Automobil- über den Mode- und Lebensmittelsektor bis hin zum E-Commerce und Omnichannel-Vertrieb. Für fast jede Nutzung und spezielle Anforderung finden wir die passende Lösung“, sagt Bart Pulles, Operations & Sales Manager bei MiTek. „Unsere Stahlbau-bühnen werden individuell an die Anforderungen jedes Kunden angepasst. Dabei bieten wir alles aus einer Hand: Beratung, Planung und Umsetzung bis zur schlüsselfertigen Übergabe.“

Die gezeigten Projekte verdeutlichen, dass Mezzanine-Systeme zunehmend als langfristige Infrastruktur verstanden werden, die bereits heute auf mögliche spätere Automatisierung ausgelegt ist.

Integrierte Systemlösungen für Distribution und Sortierung

In Halle 5, Stand 5C51, präsentiert die Beumer Group integrierte Lösungen für Distributionszentren. Im Fokus stehen automatisierte Sortier- und Pouch-Systeme, robotergestützte Beladung sowie datenbasierte Diagnosekonzepte. Ein zentrales Element ist das Beumer Customer Diagnostic Center, das Anlagen kontinuierlich überwacht und frühzeitig auf mögliche Störungen hinweist.

„Mit dem Innovation Corner zeigen wir, wie sich modernste Technologien, ein ausgereiftes Produktportfolio und langjährige Systemkompetenz zu einem echten Mehrwert für unsere Kunden verbinden“, erklärt Dr. Volker Jungbluth, Leiter Innovation & Development bei der Beumer Group. „Unser Ziel ist es, gemeinsam mit unseren Partnern die Zukunft der Intralogistik aktiv zu gestalten und individuelle Anforderungen mit innovativen, skalierbaren Lösungen zu erfüllen.“

Service, Retrofit und Lebenszyklusbetrachtung intralogistischer Systeme

Ergänzt wird das Messebild durch Anbieter, die sich auf den Lebenszyklus intralogistischer Anlagen konzentrieren. Telogs beispielsweise stellt auf der LogiMAT 2026 Strategien für herstellernerneutlichen Service, Retrofit und Modernisierung vor. Ziel ist es, die Verfügbarkeit bestehender Anlagen langfristig zu sichern und Stillstandzeiten zu minimieren.

„Im ungünstigsten Fall stehen die Anlagen dann über mehrere Wochen oder Monate verteilt immer wieder vorübergehend still, was den Betrieb jedes Mal beeinträchtigt und letztlich auch dem Umsatz schaden kann“, sagt Jürgen Dönges, Geschäftsführer der Telogs GmbH. Durch herstellerunabhängige Ansätze lassen sich Service- und Modernisierungsmaßnahmen besser koordinieren und in bestehenden Anlagen integrieren.

Ausblick: Detailtiefe als Schlüssel für zukunftsfähige Intralogistik

Die LogiMAT 2026 zeigt, dass die Weiterentwicklung der Intralogistik weniger durch einzelne disruptive Technologien als durch die konsequente Optimierung vieler Details geprägt ist. Automatisierung, Digitalisierung und KI greifen immer stärker ineinander, während Flexibilität, Skalierbarkeit und Resilienz zu zentralen Bewer-

tungskriterien für Investitionsentscheidungen werden.

„Über alle Ausstellungsbereiche hinweg werden wir auf der LogiMAT 2026 absehbar wieder Welt- und Europapremieren im dreistelligen Bereich sehen können“, resümiert Messeleiter Michael Ruchty. „Ergänzt von einem Rahmenprogramm auf Kongressniveau mit 25 hochkarätig besetzten Expert Forums erstmals auf zwei Forenflächen, ‚Exhibitor Insights‘ der LogiMAT-Aussteller, dem neuen Retrofit-Anwenderforum ‚Smart Maintenance‘, dem LogiMAT CareerDay, den bewährten Live-Events zu den Themen AutoID-Technologien und Ladungssicherung sowie dem Anwenderforum ‚Mobile Robotik‘ ein einzigartiges Messeangebot.“

Damit positioniere sich die LogiMAT 2026 erneut als Spiegel aktueller Entwicklungen und als Arbeitsmesse, auf der Fachbesucher konkrete Impulse für die Weiterentwicklung ihrer intralogistischen Prozesse gewinnen können. ■

Armbrusters Robotoman surft in der Logistik



*)Zitat Prof.Dr.Dr. Henke, Seite 9/Logistik entdecken'25



Bild 1. Der Blick auf die aktuelle Entwicklung humanoider Robotik zeigt, dass ihre Leistungsfähigkeit in einfachen manuellen Tätigkeiten dem Menschen nahekommt und das zu Leasingraten, die unter dem Mindestlohn in Deutschland liegen werden. Foto: Smarterpix/BiancoBlue

Autonome Systeme in der Logistik

Wenn KI die Lieferketten führt: Logistik im posthumanen Zeitalter

Humanoide Roboter, autonome KI-Agenten und digitale Lieferketten verändern die Logistik schneller, als viele Unternehmen reagieren können. Forschende rund um das Fraunhofer IML und die TU Dortmund gehen deshalb einen Schritt weiter: Sie fragen nicht mehr, wie Technik den Menschen unterstützt – sondern wie Logistik funktioniert, wenn der Mensch aus den operativen Prozessen verschwindet.

TEXT: Michael ten Hompel, Alice Kirchheim, Moritz Roidl

Was sich liest wie die Überschrift eines Science-Fiction-Romans, ist alles andere als das. Die Dortmunder Logistikforschung rund um das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik und das logistische Ökosystem der TU Dortmund hat sich zum Ziel gesetzt, die Logistik gänzlich neu zu denken. Es geht um die zentrale Frage, wie eine Logistik aussieht, wenn die laufende Entwicklung Künstlicher Intelligenz, autonomer Soft-

ware-Agenten und humanoider Roboter konsequent Anwendung findet, und wie eine Logistik weitgehend ohne den Menschen zu gestalten ist.

Wirft man etwa einen Blick auf die aktuelle Entwicklung humanoider Robotik, so wird deutlich, dass ihre Leistungsfähigkeit in einfachen manuellen Tätigkeiten dem Menschen nahekommt und das zu Leasingraten, die unter dem Mindestlohn in Deutschland liegen werden.

So erreicht der neue Roboter des Unternehmens Figure AI in ersten Versuchen eine Leistung von 900 Picks/h beim Grei-

fen und Ausrichten von Artikeln am laufenden Band. Sicher ist noch zu klären, wie standfest solche Maschinen im industriellen Dauerbetrieb sind, aber die Entwicklung scheint vorgezeichnet.

Der Weg zur autonomen Logistik

Ein posthumanes Zeitalter verlangt nach einem radikalen Perspektivwechsel: Weg von der Frage, wie Technik den Menschen unterstützen kann, hin zur Überlegung, wie Logistik in Abwesenheit des Men-



Bild 2. Michael ten Hompel ist Mitglied des Direktoriums des Lamarr-Instituts (KI). Bis 2024 war er geschäftsführender Institutsleiter am Fraunhofer IML und Ordinarius des FLW der TU Dortmund. Er ist Beiratsmitglied der Fachgruppe VDI-GPL.

Foto: Fraunhofer-Institut Materialfluss und Logistik



Bild 3. Alice Kirchheim ist seit April 2024 Institutsleiterin am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) und ist zugleich Professorin für Förder- und Lagerwesen an der TU Dortmund. Zuvor arbeitete sie unter anderem bei der Kion Group.

Foto: Fraunhofer-Institut Materialfluss und Logistik



Bild 4. Moritz Roidl ist seit 2015 Oberingenieur am Dortmunder Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen. Er forscht seit vielen Jahren in der Intralogistik, insbesondere zu cyberphysischen Zwillingen und Hochleistungsrobotik wie dem Load-Runner-Sortiersystem.

Foto: Fraunhofer-Institut Materialfluss und Logistik

schen zu funktionieren vermag und dennoch ihrer gesellschaftlichen Bedeutung gerecht wird. Eine solche Logistik ist eben nicht mehr notwendig menschenzentriert, aber sie sollte menschenbezogen bleiben, da sie auf ein gesellschaftliches Umfeld wirkt, das weiterhin sozial, rechtlich und wirtschaftlich gerahmt ist.

Auch autonome KI-Agenten werden in der Zukunft wesentliche Aufgaben in der Logistik erfüllen. So postulierte Roland Busch (CEO von Siemens) zur Eröffnung der Hannover Messe 2025: „Die nächste Generation von Managern wird ein Team aus Menschen und KI-Agenten leiten.“ Damit wird deutlich, dass auch auf der organisatorisch überlagerten Ebene der Weg zu einem posthumanen Zeitalter nicht mehr weit ist.

Ein wesentliches Ziel der Dortmunder Forschung ist dabei nicht nur die Optimierung des Status quo, sondern die Infragestellung seiner Prämissen. Wie wird die Bewegung von Dingen und Daten im logistischen Material- und Informationsfluss vernünftig gestaltet, wenn der Mensch weder physisch eingreift noch als Ordnungsinstanz dient? Welche neuartigen Prozesse entstehen, wenn Disposition, Ausführung und Kontrolle vollständig durch autonome Systeme erfolgen? Das posthumane Zeitalter ist nicht hypothetisch – es bricht bereits an.

Die technische Entwicklung wird zudem durch den bestehenden Arbeitskräf-

temangel und den demografischen Wandel befeuert. Sie erinnert an die Zeit der dritten Industriellen Revolution, in der insbesondere im Automobilbau Roboter Einzug hielten und menschliche Arbeitskraft verdrängten. So titelte 'Der Spiegel' im April 1978 zur Einführung von Robotern: „Uns steht eine Katastrophe bevor“. Trotzdem entstanden in den folgenden Jahren des wirtschaftlichen Wachstums deutlich mehr neue Arbeitsplätze in Deutschland, als durch Roboter verloren gingen.

Diesmal ist der Wandel jedoch weitaus grundlegender, geht es doch um den Einsatz Künstlicher Intelligenzen und autonomer Systeme auf allen Ebenen, und damit um eine Neuausrichtung logistischer Systeme, deren technologische, strukturelle und normative Gestaltung sich künftig an einer Realität ohne menschliche Beteiligung orientieren muss.

Auf dem Weg ins „Digitale Kontinuum“

Das Digitale Kontinuum bildet die infrastrukturelle Grundlage einer posthumanen Logistikarchitektur. Es bezeichnet im logistischen Umfeld ein Konzept in dem autonome KI-Agenten Lieferketten und Wertschöpfungsnetzwerke zu einem digitalen Kontinuum verbinden – vom intelligenten Ladungsträger über digitale Zwillinge und (souveräne) Datenräume bis zu KI-Plattformen.

Es kennzeichnet auch eine logische und erwartbare Fortentwicklung:

- von einer Industrie 4.0 mit ihren cyberphysischen Systemen und Digitalen Zwillingen
- über das Industrial Metaverse als virtuelle Umgebung für industrielle Anwendungen und ihre Simulation
- hin zum Digitalen Kontinuum, in dem autonome KI-Agenten aktiv handeln und Wertschöpfungsnetzwerke und Lieferketten zu einem Kontinuum verbinden.

In diesem Kontext wird eine erhebliche Beschleunigung industrieller, logistischer und wirtschaftlicher Prozesse erwartet. [1] Bereits 61 % der Supply-Chain-Unternehmen rechnen schon bis zum Jahr 2030 mit einer adäquaten und vollständig autonomen, agentenbasierten KI, die in der Lage ist, eigenständig zu handeln, um bestimmte Ziele zu erreichen. [2]

Inhärenter Bestandteil des Digitalen Kontinuums ist die Fähigkeit logistischer Systeme, neue Module, Funktionen und Agenten dynamisch zu integrieren – nicht durch Umrüstung, sondern durch systemische Anschlussfähigkeit.

Dieses Prinzip der „strukturierten Offenheit“ erlaubt in einem digitalen Kontinuum die flexible Rekonfiguration technischer Instanzen entlang sich wandelnder Prozessanforderungen.

„Lernen, was wir nicht verstehen“

Die Dortmunder Logistikforschung betrachtet traditionell nicht nur das aktuell technisch Machbare, sondern nimmt die naheliegende Zukunft in den Blick – in diesem Fall umfasst der Betrachtungszeitraum die nächsten 15 Jahre und damit den Zeitraum, der bis zum endgültigen Eintritt in ein posthumanes Zeitalter antizipiert wird. In diesem Zeitraum wird von vielen Expertinnen und Experten die Entwicklung einer generellen Künstlichen Intelligenz (Artificial General Intelligence) prognostiziert, die dem Menschen in vielen, vielleicht allen intellektuellen Belangen überlegen ist – manche sprechen sogar schon von einer „Superintelligenz“.

Wie auch immer die Entwicklung verläuft, ist anzunehmen, dass KIs mit ihren großen Fundamentalmodellen weitere, auch analytische Fähigkeiten entwickeln, die dem Menschen nicht nur in der Logistik überlegen sein werden. Die Simulation kann in diesem Zusammenhang als Experimentierraum verstanden werden und das Motto „Lernen, was wir nicht verstehen“ impliziert eine maschinell-lernende Abbildung und Betrachtung der Logistik in der Simulation, um nicht nur die Realität abzubilden, sondern neue und letztlich praktikable Lösungen aus dem Erlernten zu abstrahieren, Erkenntnisse zu gewinnen und gegebenenfalls sogar algorithmisch abzubilden.

Die technischen Voraussetzungen scheinen gegeben und weltweit wird bereits an großen Fundamentalmodellen für eine simulationsbasierte KI und an den korrespondierenden Entwicklungsplattformen gearbeitet.

Zu Ende gedacht

Es erscheint unabdingbar, sich den technischen Entwicklungen unserer Zeit zu stellen. Nicht um zwingend an vorderster Front die besten und größten Sprachmodelle und KIs dieser Welt selbst zu bauen, sondern daran zu arbeiten, welche Wirkung sie im Logistikland Deutschland entfalten können und wie die Logistik für ein posthumanes Zeitalter zu gestalten ist. Mit anderen Worten, die Entwicklung konsequent und jenseits von Partikularinteressen vorbehaltlos zu Ende zu denken und die Techniksoveränität zu sichern, die wir insbesondere in der Intralogistik

noch in Händen halten. Aber klar ist auch: Wir werden uns nicht in eine Techniksoveränität regulieren können.

Warum Logistik

Bleibt die Frage, warum ein posthumanes Zeitalter ausgerechnet in der Logistik Wirklichkeit wird. Logistik ist weit mehr als das Paradigma, die richtige Ware zur richtigen Zeit an den richtigen Ort zu bringen. „Die Logistik ist ein alles Physische und seine Bewegung durchdringendes Prinzip. Sie ist zugleich Ausdruck des Strebens der Menschen, Dinge in Bewegung zu versetzen.“ [3] Es ist die Aufgabe der Logistik, Dinge vernünftig zu bewegen,¹ und die Logistik ist die bewegende Instanz einer Industrie 4.0 ebenso wie eines weltweiten Handels.

„Der Mensch wird transhumanistisch nicht ersetzt, sondern transformiert – mit dem Ziel, Anschluss an eine sich verselbstständigende Künstliche Intelligenz zu halten.“

Dabei ist die einzelne logistische Operation zumeist einfach: Der Transport von A nach B, die Disposition eines einzelnen Kommissionierauftrags, der Griff in die Kiste etc. Aufgaben, die nach heutigem Stand der Technik absehbar mithilfe Künstlicher Intelligenz automatisiert werden können. Folgerichtig stehen aktuell häufig logistische Beispiele im Vordergrund der allgemeinen KI-Entwicklung – vom selbstfahrenden Lkw über Roboter die Pakete tragen bis zu Vorhersage des Sendungsaufkommens.

Die neue Position des Menschen

Der Mensch steht weiterhin im Mittelpunkt der Betrachtung, aber seine Position wird sich entscheidend verändern. Das

Posthumane ist hierbei sowohl vom Posthumanismus und der Suche nach neuen Formen von Subjektivität als auch vom Transhumanismus zu unterscheiden, der den Menschen in Zukunft als kybernetisch aufgerüstetes Subjekt sieht. Unternehmen wie Neuralink und Menschen wie Elon Musk et al. propagieren zum Beispiel Gehirn-Computer-Schnittstellen als Mittel der „Koexistenz mit Superintelligenzen“. Der Mensch wird transhumanistisch nicht ersetzt, sondern transformiert – mit dem Ziel, Anschluss an eine sich verselbstständigende Künstliche Intelligenz zu halten.

Im Ideal des Posthumanen hingegen übergibt der Mensch nicht nur die physische Arbeit, sondern auch einen entscheidenden Teil der Kontrolle und der geistigen Tätigkeiten an die KI. Sie wird zum Partner des Menschen, dem sie Ergebnisse und „Erdachtes“ präsentiert. Es geht darum, die Logistik zu verändern und nicht den Menschen.

Resümee

Noch haben wir die Chance einer entscheidenden Teilhabe und Teilnahme an einer technischen Entwicklung, welche nicht nur die Welt der Logistik von Grund auf verändern wird. Wir sollten nicht in dystopischen oder eutopischen Betrachtungen verharren, die den Blick für eine Zukunft verstellen, die längst begonnen hat. Es gilt jetzt, die technischen Chancen und Möglichkeiten zu nutzen, die wir in Händen halten und mit Zuversicht an einer Zukunft zu arbeiten, in der wir leben wollen. Denn Zukunft wird durch Zuversicht gemacht. ■

[1] Vgl. Henke, M., Kirchheim, A., ten Hompel, M.: Das Digitale Kontinuum – Ein Memorandum, 2025.

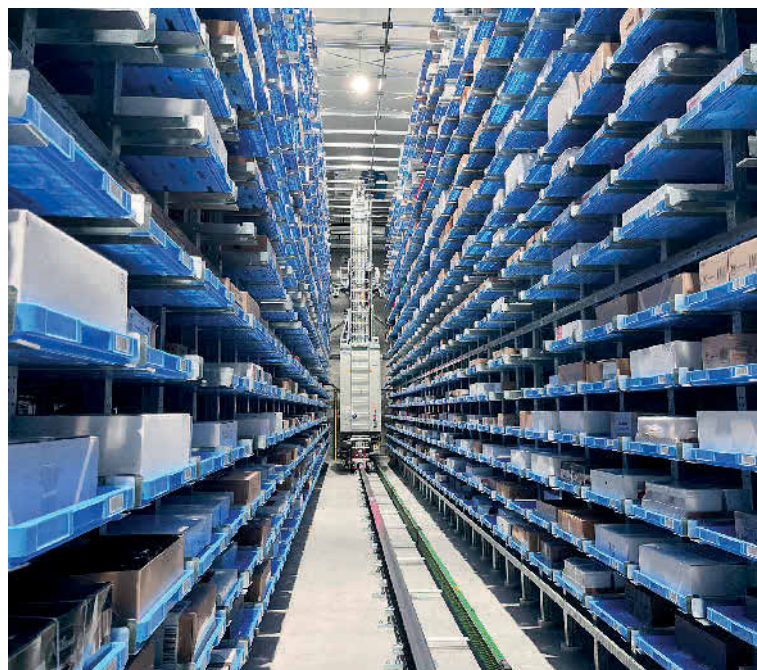
[2] Studie von Manhattan Associates Inc. und Vanson Bourne, Basis: 1.450 Entscheidungsträger in Nordamerika, Lateinamerika, Europa und Australien, in: www.openPR.de am 15.7.2025.

[3] ten Hompel, M., Rehof, J.: Menschen und Dinge bewegen! Ein Memorandum zur Logistik als Disziplin und Wissenschaft, Spitzencluster EffizienzCluster LogistikRuhr 2013.

Automatisierung im Tiefkühlbereich steigert Effizienz

Vollautomatisiertes Tiefkühlager in Betrieb genommen

Mit dem neuen automatisierten Tiefkühlager setzt Früchte Jork GmbH einen wichtigen Meilenstein in seiner Logistikentwicklung: Schnellere Kommissionierung, ergonomischere Arbeitsplätze und energieeffizientere Prozesse prägen den nächsten Wachstumsschritt des Allgäuer Frischegroßhändlers.



Das automatische Tiefkühlager verfügt über 26280 Tablarstellplätze.

Foto: Früchte Jork

Die Früchte Jork GmbH aus Isny im Allgäu – ein familiengeführter Großhändler für frische Lebensmittel – hat einen wichtigen Meilenstein erreicht: Das neue, vollautomatisierte Tiefkühlager ist in Betrieb. Was für Außenstehende vielleicht „nur“ nach einem weiteren Hochregal aussieht, bedeutet für das Unternehmen einen Quantensprung: Schnellere Kommissionierung, optimierte Abläufe und deutlich verbesserte Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Realisiert wurde das Projekt von den Intralogistik-Experten der Klinkhammer Intralogistics GmbH.

Als einer der führenden Lebensmittelgroßhändler der Region beliefert Früchte Jork rund 600 Gastronomie- und Hotelleriebetriebe im Umkreis von 180 km mit mehr als 13000 Artikeln. Das stetige Wachstum brachte das bisherige manuelle Tiefkühlager, in dem bei -22 °C mit Staplern kommissioniert wurde, an seine Grenzen. Gemeinsam mit der Klinkhammer entwickelte die Eigentümerfamilie daher ein Konzept, das Lagerkapazität, Kommissionierleistung und Energieeffizienz auf ein neues Niveau hebt. „Wir haben uns in den letzten Jahren vom traditionellen Obst- und Gemüsegroßhandel zum Frische-Dienstleister entwickelt. Das automatisierte Logistikzentrum ist ein weiterer Meilenstein unserer Wachstumsstrategie“, sagt Maximilian Jork, Geschäftsführer der Früchte Jork GmbH.

Fünf Gassen voller Power

Das neue, automatisierte Tiefkühlager verfügt über 26280 Tablarstellplätze. Hier lagern die Waren platzsparend und energieeffizient – und verlassen das Lager ebenso vollautomatisch, wie sie hineinkommen. Die Ware-zur-Person-Kommissionierung bringt die Tablare auf ergonomischer Höhe direkt an den Arbeitsplatz.

Das bedeutet: weniger Bücken, weniger Heben, weniger Zeit im frostigen Lagerbereich.

Ein integrierter Sequenzpuffer sorgt dafür, dass Aufträge in der exakt richtigen Reihenfolge bearbeitet werden. Flexible Tablarlösungen ermöglichen die Lagerung unterschiedlichster Kartongrößen. Modernste Regalbediengeräte mit Kamertechnik optimieren die Steuerung und sparen durch Energierückgewinnung beim Bremsen zusätzlich Strom. Ergebnis: höhere Präzision, kürzere Wege und weniger Energieverbrauch.

Für die Positionierung ihrer Regalbediengeräte setzt Klinkhammer auf das FBPS 607i von Leuze. Das Barcode-Positioniersystem mit redundanter SSI-Schnittstelle und integrierter Heizung ermöglicht den Einsatz selbst bei Temperaturen bis -30 °C. Direkt an den Frequenzumrichter des Fahrantriebs angebunden, reagiert das System in nur 10 Millisekunden. Zugleich erfüllt das FBPS die verschärften Anforderungen der neuen Maschinenrichtlinie: Wo früher zwei unterschiedliche Geräte zur Erreichung des geforderten Performance Levels notwendig waren, genügt heute ein einziges FBPS. Das spart Zeit bei Installation und Integration und macht die Lösung auch wirtschaftlich attraktiv.

Weiterer Ausbau geplant

Das neue Tiefkühlager ist erst der Anfang. In einer zweiten Ausbaustufe wurden automatische Shuttlelager für Kühl- und Trockenware in Betrieb genommen, die Aufträge automatisch zusammenführen. Mit dieser Investition stärkt Früchte Jork nicht nur seine Wettbewerbsfähigkeit, sondern setzt auch ein deutliches Zeichen: Moderne Automatisierung kann Produktivität steigern, Energie sparen – und gleichzeitig für bessere Arbeitsbedingungen sorgen. ■

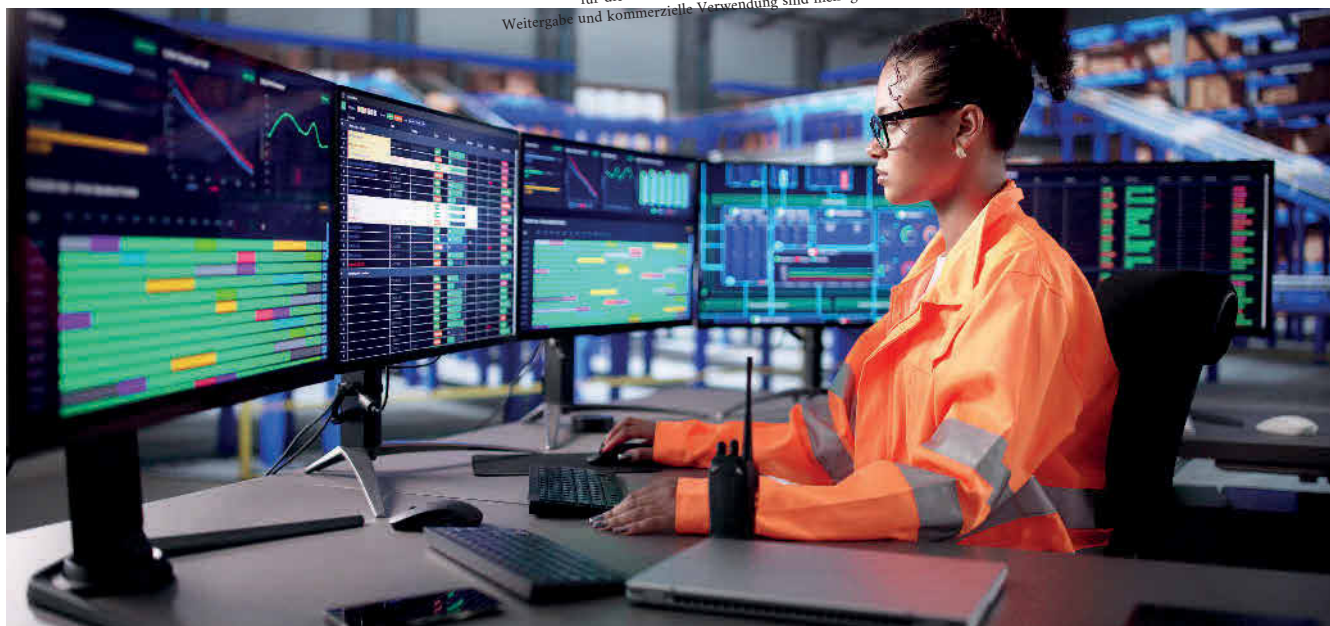


Bild 1. Globale Lieferketten geraten durch geopolitische Krisen, Klimawandel und infrastrukturelle Engpässe zunehmend unter Druck. Unternehmen müssen deshalb von starren Transportstrukturen auf resiliente, digital gesteuerte Netzwerke umstellen. Foto: Smarterpix/AndreyPopov

Digitale Systeme verändern globale Warenströme

Engpass im globalen Handel: Digitale Strategien für resiliente Supply Chains

TEXT: Felix Wagner

Globale Lieferketten sind anfällig. Politische Spannungen, Naturereignisse, geopolitische Machtverschiebungen – und nicht zuletzt der Klimawandel – erhöhen zunehmend den Druck auf Handelsströme. Unternehmen, die bislang auf bewährte Transportwege und reibungslose Prozesse setzen konnten, sehen sich heute mit Unsicherheiten und teils massiven Verzögerungen konfrontiert. Wer zukunftsfähig bleiben will, muss seine Lieferketten aber nicht nur effizient, sondern vor allem resilient gestalten. Dabei auf die passenden digitalen Technologien zu vertrauen, ist ein Garant für Flexibilität, Transparenz und Sicherheit.

Nicht nur die Situation im Panamakanal ist herausfordernd – doch besonders hier werden aktuelle globale Herausforderungen sichtbar. Wasserknappheit, politische Spannungen und Engpässe an den Schleusen bringen Logistiker und Reedereien an ihre Belastungsgrenze und bedrohen die Zuverlässigkeit weltweiter Lieferketten. Verzögerungen bei der Durchfahrt von Frachtschiffen sorgen wiederum für lange Wartezeiten, höhere Kosten und eine unvorhersehbare Planbarkeit. Ähnliche Entwicklungen zei-

gen sich im Roten Meer, in Teilen Südostasiens oder an Nordseehäfen.

Bestehende Routen verlieren somit an Verlässlichkeit und Attraktivität. Hinzu kommen gesetzliche Anforderungen an Nachhaltigkeit und Rückverfolgbarkeit, die Prozesse zusätzlich verkomplizieren. Verzögerungen, hohe Kosten, rechtliche Verpflichtungen und Co. zwingen Unternehmen also zum Umdenken: Alternative Transportwege müssen her. Um diese schnell und faktenbasiert identifizieren zu können, braucht es digitale Unterstützung. Weiterhin auf Excel-Listen und dezentrale Lösungen zu setzen, würde einem Stillstand gleichen.

Digitalisierung für flexible und sichere Lieferketten

In einer zunehmend volatilen Welt ist Digitalisierung unumgänglich, um Lieferketten robuster und gleichzeitig effizienter aufzustellen. Moderne Transport Management Systeme (TMS) bilden dabei das digitale Rückgrat logistischer Prozesse. Sie vernetzen Transportdaten, Warenflüsse und Kommunikation in einer zentralen Plattform und ermöglichen eine durchgängige Steuerung aller Abläufe – von der Planung über die Ausführung bis hin zur Analyse.

Durch Echtzeit-Tracking, automatisierte Routenoptimierung und integrierte Schnittstellen zu Partnern und Zollsystemen gewinnen Unternehmen deutlich an Transparenz. Lieferzeiten lassen sich präziser prognostizieren, Umleitungen kurzfristig umsetzen und Störungen frühzeitig erkennen. Gleichzeitig senkt die Digitalisierung manuelle Aufwände – etwa durch digitale Dokumentenerstellung, automatisierte Buchungen oder systemgestützte Auswertungen.

Wichtig ist: Die Digitalisierung endet nicht bei der Software. Die dahinterliegende Infrastruktur muss ebenso mitziehen. Cloudbasierte Lösungen mit globalem Zugriff, standardisierte Schnittstellen (APIs) sowie integrierte Sicherheitsmechanismen sorgen dafür, dass alle Standorte weltweit auf dieselbe, stets aktuelle Datenbasis zugreifen – unabhängig von Zeitzone, Endgerät oder Rolle im Prozess.

IT-Sicherheit mitgedacht

Doch wer seine IT nicht resilient aufstellt, gerät hier schnell ins Straucheln. Mit der wachsenden Digitalisierung steigen gleichfalls die Anforderungen an die IT-Sicherheit. Schließlich können Cyber-Angriffe auf kritische Infrastrukturen oder Logistiksysteme Lieferketten destabilisieren. Digitale Lösungen wie cloudbasierte Transport Management Systeme, Echtzeit-Tracking-Tools oder integrierte Schnittstellen zu Partnernetzwerken schaffen die notwendige Transparenz. Sind sie jedoch nicht zukunftsfähig aufgestellt, fehlt das nötige stabile und sichere IT-Fundamenten.

Unternehmen müssen deshalb in eine zweigleisige Digitalstrategie investieren: Einerseits in flexible Systeme, die sich schnell an sich verändernde Rahmenbedingungen anpassen lassen. Andererseits in umfassende Cyber-Security-Maßnahmen, die sensible Daten und betriebsrelevante Systeme aktiv schützen. Dies reicht von sicheren Cloud-Infrastrukturen über mehrstufige Zugriffskontrollen bis hin zu kontinuierlichem Monitoring und gezieltem Awareness-Training für Mitarbeiter.

Cyber-resilient in fünf Schritten

Die Umsetzung digitaler Resilienz ist als strategischer Prozess zu sehen. Wer seine Supply Chain zukunftssicher aufstellen will, sollte folgende Aspekte eingehend



Bild 2. Felix Wagner unterstützt die q.beyond logineer GmbH am Standort in Charlotte (North Carolina). In seiner Zeit als Supply Chain Consultant hat er sich in zahlreichen Projekten den Herausforderungen der Logistikbranche bezüglich der Lieferkette gewidmet. Foto: Privat

„Die Digitalisierung endet nicht bei der Software. Die dahinterliegende Infrastruktur muss ebenso mitziehen.“

beleuchten und nötige Schritte daraus ableiten:

- **Bestandsaufnahme durchführen:** Unternehmen sollten ihre bestehenden Transport- und IT-Strukturen analysieren: Wo bestehen Abhängigkeiten? Welche Prozesse sind störanfällig? Welche Systeme arbeiten nicht integriert?
- **Kritische Prozesse priorisieren:** Nicht alles muss auf einmal digitalisiert werden. Zuerst gilt es, die Prozesse zu identifizieren, bei denen Ausfälle besonders teuer oder folgeschwer wären – etwa internationale Disposition, Lagerumschlag oder Zolldokumentation.
- **Plattformen und Schnittstellen planen:** Je dezentraler die Partnerlandschaft, desto wichtiger sind zentrale Plattformen und offene Schnittstellen. Ziel ist eine durchgängige Datenbasis – vom Spediteur bis zur Buchhaltung.
- **Sicherheitsarchitektur mitdenken:** IT-Sicherheit darf kein nachgelagerter Gedanke sein. Bereits bei der Auswahl von Tools und Cloud-Anbietern sollten Verantwortliche Datenschutz, Zertifizierungen und Sicherheitsfunktionen mitprüfen.

zierungen und Sicherheitsfunktionen mitprüfen.

- **Organisation und Know-how stärken:** Technische Systeme allein genügen nicht. Unternehmen müssen Mitarbeiter schulen, Zuständigkeiten klären und Prozesse anpassen. Resilienz entsteht erst, wenn Technik, Organisation und Kultur zusammenspielen.

Wer diese Schritte konsequent angeht, schafft operative Stabilität ebenso wie Entscheidungsfähigkeit in kritischen Momenten – ein zentraler Faktor in einer sich wandelnden globalen Handelswelt.

Mehr Resilienz durch digitale Vorsorge

Wer demnach Digitalisierung und IT-Sicherheit zusammen denkt, profitiert auf mehreren Ebenen. Zum einen steigt die operative Belastbarkeit: Systeme reagieren schneller auf unerwartete Ereignisse, Lieferwege lassen sich dynamisch anpassen, Engpässe frühzeitig erkennen. Zum anderen verbessern sich strategische Entscheidungsgrundlagen – etwa durch KI-gestützte Simulationen oder automatisierte Risikobewertungen.

Auch Kunden profitieren, da sich Liefertermine verlässlicher gestalten lassen, Informationsflüsse an Transparenz gewinnen und Kommunikationswege effizienter ablaufen. In einem angespannten Marktumfeld kann sich genau das zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil entwickeln. Nicht zuletzt stärken Unternehmen mit resilienten Supply-Chain-Strukturen ihre Position gegenüber Partnern, Investoren und Aufsichtsbehörden. Denn belastbare, datensichere Prozesse gelten zunehmend als Kriterium für langfristige Geschäftsbeziehungen und regulatorische Konformität.

Resilienz beginnt in der IT

Die physische Sicherheit von Handelswegen lässt sich oft nur bedingt beeinflussen. Die digitale Stabilität dagegen ist gestaltbar. Wer seine Lieferketten zukunftsfähig aufbauen will, muss deshalb beides im Blick behalten. IT-Sicherheit, Cloud-Technologien und datengestützte Prozesssteuerung sind nicht länger optional, sondern integraler Bestandteil moderner Lieferketten. Unternehmen, die heute investieren, gewinnen an Widerstandskraft und sichern sich die Fähigkeit, in einer zunehmend unsicheren Welt handlungsfähig zu bleiben. ■



ce-Ziele besser unterstützt. Foto: Smarterpix/ar130405

Lieferkettentransparenz erhöhen mit SAP BN4L

über die gesamte Lieferkette verbessert.

TEXT: *Florian Pfeil, Enes Akgümüs*

BN4L als Cloudplattform hilft Unternehmen, die Herausforderungen der modernen Logistik zu meistern und gleichzeitig die Nachhaltigkeit und Verantwortung gegenüber der Umwelt zu fördern. Es ist ein Schritt in Richtung einer transparenteren und verantwortungsbewussteren Geschäftswelt. Global Track and Trace er-

möglicht es, Sendungen in Echtzeit zu verfolgen und so einen genauen Überblick über den Standort und Status von Waren zu erhalten. Freight Collaboration verbindet Transportunternehmen und Logistikdienstleister auf einer Plattform, um den Austausch von Dokumenten zu erleichtern und die gemeinsame digitale Kommunikation effizient zu verwalten. Mate-

rial Traceability sorgt schließlich für eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Materialien und Produkte, was nicht nur für die Einhaltung von Compliance-Anforderungen, sondern auch für die Qualitätssicherung von entscheidender Bedeutung ist. Diese drei Säulen des SAP Business Network for Logistics sind technologische Werkzeuge und bilden das Rückgrat einer

intelligenten, vernetzten und nachhaltigen Lieferkette, die den Herausforderungen der modernen Wirtschaft gewachsen ist.

Global Track and Trace

Das Global Track and Trace (GTT) bietet im BN4L eine umfassende Lösung für die Echtzeit-Überwachung und -Verfolgung von Lieferkettenaktivitäten. Die Plattform ermöglicht es Unternehmen, Sendungen über verschiedene Transportmodi hinweg zu verfolgen und gibt Einblicke in den Status von Bestellungen und Sendungen.

Mit GTT können Benutzer die physische Bewegung von Gütern mit dem Informationsfluss verbinden, was ein verbessertes Situationsbewusstsein über die bloße Meilensteinberichterstattung hinaus erlaubt. Dies führt zur Erkennung von Abweichungen in der Transportdurchführung (siehe Bild 2 SAP Source), liefert handlungsrelevante Erkenntnisse und hilft, Unternehmenssilos abzubauen.

Durch die Verwendung von geolokationsangereicherten Echtzeitdaten können Unternehmen Ankunftszeiten vorhersagen und Auswirkungen von Verzögerungen auf Kunden und Geschäftsprozesse verstehen und kommunizieren. GTT bietet auch analytische Einblicke, um eingehende und ausgehende Bestellungen, Mengenabweichungen und Schlüsselmeilensteinausnahmen auf einen Blick zu überwachen.

Die Echtzeit-Transparenz und Vorhersagefähigkeiten von GTT ermöglichen es, interne und externe Einflüsse zu überwinden, zuverlässigere Liefertermine zu gewährleisten und den Bedarf an überschüssigem Inventar und Eiltransporten zu verringern. Durch die Erhöhung des Situationsbewusstseins mit geolokationsbasiertem Tracking und regelbasierten prädiktiven Warnungen können Risiken und Einnahmeverluste reduziert werden. Darüber hinaus trägt GTT dazu bei, das Kundenerlebnis zu verbessern, indem es Kostenkontrolle mit verbesserten Kundenerfahrungen in Einklang bringt.

Freight Collaboration

Die Freight Collaboration im SAP Business Network for Logistics (BN4L) bietet eine Plattform für die Zusammenarbeit zwischen Versendern, die SAP Transportation Management (TM) nutzen, und ihren Frachtführern.

Dadurch entsteht die Möglichkeit, Ausschreibungen mit einem Netzwerk aus Spediteuren zu teilen und diese per

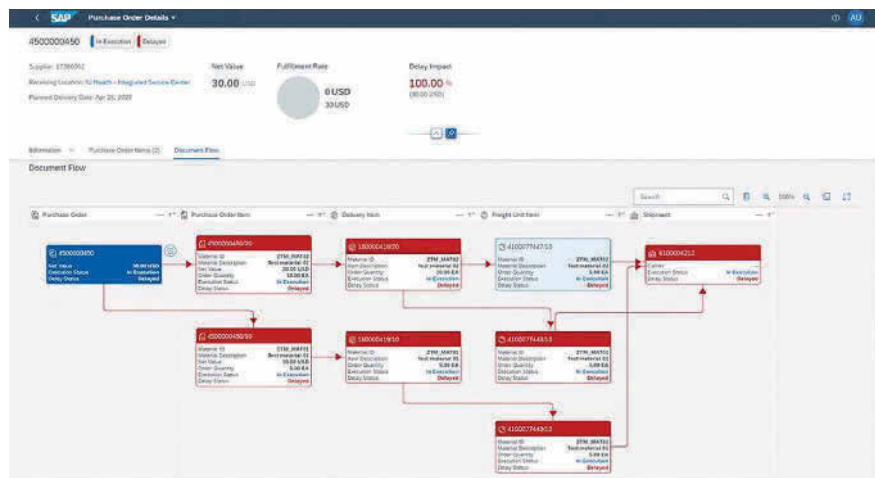


Bild 2. SAP Source ist eine cloudbasierte Anwendung von SAP, mit der Unternehmen Lieferanten identifizieren, Angebote einholen und Beschaffungsentscheidungen vorbereiten können.
Screenshot: Leogistics

E-Mail über neue Ausschreibungen zu informieren. Auch Spediteure ohne direkten Zugang zu einem SAP-System können dabei die Ausschreibungen einsehen und diese bestätigen.

Bei der Transportplanung können die Dienstleister kollaborieren und Transportressourcen für geplante Transport eingeplant werden. Weiterhin haben Anwender die Möglichkeit, Anliefertore direkt im System zu verwalten und die Be- und Entladezeiten zu planen und zu buchen.

Zusätzlich erlaubt die Plattform die Durchführung der Be- und Abrechnung von Transportleistungen. Um die Effizienz zu steigern, können Dokumente und Notizen mit den im Fluss involvierten Dienstleistern ausgetauscht und Klärungsfälle zu Abrechnungen direkt über das System gesteuert werden.

Optimierung entlang der Lieferkette

All diese unterschiedlichen Bausteine der Freight Collaboration erhöhen die Effizienz und Reaktionsfähigkeit von Verladern und Spediteuren gleichermaßen. Dadurch lassen sich Optimierungen entlang der gesamten Lieferkette erzielen, welche sich bspw. durch eine Senkung der Frachtkosten und Optimierung der Auslastung bemerkbar machen.

Das SAP Business Network for Logistics (SAP BN4L) bietet eine Vielzahl von Vorteilen für die kollaborative Frachtabwicklung und unterstützt eine effiziente und optimierte Lieferkette durch Digitalisierung, zentrale Datenverwaltung und globale Vernetzung.

Material Traceability

Eine umfassende, mehrstufige Produktverfolgbarkeit wird für Unternehmen zunehmend relevant. Die Fähigkeit, die Herkunft und Charakteristika von Produkten in komplexen Lieferketten zu erfassen und Auskunft darüber geben zu können, kann den Nachhaltigkeitsgedanken stärken und einen positiven Einfluss auf das Vertrauen der Verbraucher haben.

Durch die nahtlose Integration mit SAP- und Drittanbieterquellen wird über das BN4L eine dynamische, Echtzeit-Visualisierung des Materialflusses über die Herkunft von Produkten ermöglicht. Erweiterte Analysen und Berichte werden durch verknüpfte APIs gewährleistet und gewonnene Erkenntnisse können im gesamten Unternehmen genutzt werden.

Die effiziente Ausführung von Sicherheitsrückrufen und Rückverfolgungen werden durch Echtzeitwarnungen und die grafische Aufbereitung der zugrundeliegenden Informationen erleichtert. Ergebnisse sind Senkungen der Kosten und des Zeitaufwands, um einen Rückruf schnell und effektiv durchzuführen. Zu guter Letzt, können Nachhaltigkeitskennzahlen in der Lieferkette dazu beitragen, die ökologische Verantwortung des Unternehmens zu stärken und transparent zu gestalten. ■

Florian Pfeil, Consultant SAP Logistics;
Enes Akgümüş, Associate Consultant
bei der leogistics GmbH



Bild 1. Am Coca-Cola HBC Standort im österreichischen Edelstal steuert die intelligente Software Syncrosupply von Inform den gesamten Lkw-Verkehr vom Check-in bis zur Ausfahrt nahezu vollständig automatisiert. Foto: Inform

Wie intelligente Software den Werksverkehr neu ordnet

Erfrischend effizient: Coca-Cola HBC Österreich automatisiert Yard Management

Am Coca-Cola HBC Standort im österreichischen Edelstal steuert die intelligente Software Syncrosupply von Inform den gesamten Lkw-Verkehr vom Check-in bis zur Ausfahrt nahezu vollständig automatisiert. Seit der Einführung sank die Durchlaufzeit der Lkw um 45 %, während die Termintreue auf 85 % stieg. Das Projekt wurde 2021 mit dem Österreichischen Logistikpreis ausgezeichnet und dient heute als Best-Practice innerhalb der Coca-Cola Hellenic Beverage Company (HBC). Mehrere internationale Standorte haben die Lösung inzwischen erfolgreich ausgerollt.

Im burgenländischen Edelstal läuft die Produktion bei Coca-Cola HBC Österreich auf Hochtouren. Als lokaler Abfüllpartner der The Coca-Cola Company produziert das Unternehmen hier rund 83 % der für den österreichischen Markt bestimmten Getränke. Bis zu 90000 Dosen pro Stunde, also fast 25 pro Sekunde, laufen hier

über moderne Produktionslinien, werden abgefüllt, verpackt und für den Weitertransport vorbereitet. Damit verbunden ist ein stetiger Strom an Anlieferungen und Warenausgängen: Täglich passieren dafür im Schnitt rund 140 Lkw das Werkstor. Sie holen abgefüllte Produkte ab, bringen Verpackungsmaterial und weitere Grundstoffe, oder liefern Leergut zu-

rück. Etwa jeder vierte Lkw ist ein solcher Leerguttransport. Das zurückgeführte Material wird am Standort direkt aufbereitet und fließt unmittelbar wieder in die laufende Produktion ein. In saisonalen Spitzenzeiten wie der Sommerhochsaison im Juni oder dem Weihnachtsgeschäft im Dezember kann das Verkehrsaufkommen sogar auf bis zu 200 Lkw pro Tag steigen.

Täglicher Balanceakt auf dem Werksgelände

Bei dieser Vielzahl an An- und Auslieferungen gerät insbesondere das Yard Management in den Fokus. Jeder Lkw muss erfasst, gewogen und zielgerichtet über das Werksgelände gelenkt werden. Um Staus und Verzögerungen zu vermeiden, ist eine gleichmäßige Auslastung der vorhandenen Ladestellen unerlässlich. Der dahinterliegende Ablauf ist nicht nur komplex, sondern auch ressourcenintensiv. Lkw, Stapler und Mitarbeitende müssen vorausschauend geplant und genau dort eingesetzt werden, wo sie zum jeweiligen Zeitpunkt tatsächlich benötigt werden.

Frühere Abläufe im Werksverkehr basierten stark auf festen Zeitvorgaben, Erfahrungswerten und manueller Abstimmung. „Früher verfügten wir lediglich über grundlegende Informationen wie beispielsweise die Ankunft, Beladung oder Abfahrt des Lkw. Eine Nachverfolgung war nur mit hohem manuellem Aufwand möglich“, erinnert sich Thomas Franz Topf, Warehouse Manager bei Coca-Cola HBC Österreich. „Heute haben wir vollständige Transparenz über den gesamten Prozess – etwa, ob ein Lkw pünktlich beladen wird oder wo es zu Verzögerungen kommt. Das ermöglicht eine deutlich präzisere Steuerung und effizientere Abläufe.“ Denn Coca-Cola HBC Österreich entschied sich, die Abläufe im Werksverkehr grundlegend zu modernisieren. Ziel war es, nicht nur die Ankunftszeiten der Lkw besser zu planen, sondern alle Bewegungen auf dem Gelände transparent abzubilden und aktiv zu steuern. Zudem sollten vorhandene Kapazitäten besser ausgelastet und Wartezeiten deutlich reduziert werden. Gleichzeitig wollte man die Planbarkeit im Tagesgeschäft erhöhen, die Betriebskosten senken und die Termintreue sowie das Servicelevel spürbar verbessern.

Digitale Steuerung auf neuem Niveau

Überzeugen konnte die entscheidungst intelligente Yard Management Software Syncrosupply des Aachener Softwareunternehmens Inform. Sie kombiniert ein digitales Zeitfenstermanagement mit einer intelligenten Steuerung des Yard Managements und ermöglicht damit eine nahezu vollautomatisierte Abwicklung sämtlicher Lkw-Bewegungen vom ersten Kontakt am



Bild 2. Ein täglicher Balanceakt auf dem Werksgelände. Lkw, Stapler und Mitarbeitende müssen vorausschauend geplant und genau dort eingesetzt werden, wo sie zum jeweiligen Zeitpunkt tatsächlich benötigt werden. Foto: Inform

Standort bis zur Ausfahrt. Anfangs noch on-premise betrieben, wurde sie inzwischen in eine vollständige Cloud-Infrastruktur überführt.

Beginnend mit der ressourcenbasierten Zeitfensterbuchung können Spediteure über ein zentrales Buchungsportal ihre Anlieferungen planen und mehrere Buchungen für verschiedene Kunden oder Fahrten gebündelt verwalten. Die Vergabe der Zeitfenster orientiert sich dabei an den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort. Faktoren wie beispielsweise die voraussichtliche Ankunftszeit, verfügbares Personal und Stapler, oder Transportprioritäten werden dabei automatisch berücksichtigt. Gleichzeitig haben die Mitarbeitenden im Werk jederzeit einen transparenten Überblick darüber, welche Lkw sich aktuell auf dem Gelände befinden und welche in den kommenden Stunden erwartet werden.

Reibungslose Abläufe von der Einfahrt bis zur Ausfahrt

Zusätzlich übernimmt die Software die operative Steuerung des gesamten Lkw-Durchlaufs, von der Einfahrt ins Werk über das Wiegen bis hin zur Be- oder Entladung an der Rampe. Änderungen im Ablauf, etwa durch verspätete Ankünfte oder belegte Ladezonen, werden automatisch erkannt und die Planung entsprechend angepasst. Ebenso kommt bei dem Getränkehersteller eine spezielle App zum

Einsatz, die die Fahrer Schritt für Schritt durch den Hofprozess begleitet. Sie ermöglicht es, den Pre-self Check-in bereits vor der Ankunft am Werk bequem auf dem eigenen Gerät abzuschließen, alternativ erfolgt die Anmeldung direkt vor Ort am Selbstbedienungsterminal. Ist der Fahrer registriert, bekommt er die Einfahrtfreigabe direkt aufs Gerät und wird anschließend per Onsite Yard Navigation im Stil von Augmented Reality zur richtigen Position auf dem Gelände geleitet, ohne dass er die Fahrerkabine verlassen muss. Gleichzeitig erhält der Staplerfahrer alle relevanten Informationen, damit Ladegut und Zeitfenster genau abgestimmt sind. Dank der Schnittstelle zur Hardware-Infrastruktur auf dem Gelände sind dabei auch alle Schranken, Waagen und Erkennungssysteme integriert. Auch fahren erste E-Lkw mit, für die der Ablauf so angepasst wurde, dass sie direkt an der Ladesäule be- und entladen werden können.

Neben dem Warenausgang wurde auch die Anlieferung von Rohmaterialien in die digitale Steuerung integriert. „Wenn zum Beispiel eine Zuckeranlieferung eintrifft, wird sie automatisch abgerufen, sobald ein Entladeplatz frei wird“, erklärt Warehouse Manager Topf. „Zeitgleich wird automatisch eine E-Mail an die Qualitätsabteilung versendet, um die Probenentnahme zu veranlassen. Während früher der Staplerfahrer telefonisch Kontakt aufnehmen und anschließend auf Unterstützung war-



Bild 3. Die Software übernimmt die operative Steuerung des gesamten Lkw-Durchlaufs, von der Einfahrt ins Werk über das Wiegen bis hin zur Be- oder Entladung an der Rampe. Foto: Inform

ten musste, ist heute idealerweise die:der zuständige Mitarbeiter:in der Qualitätssicherung bereits vor Ort, wenn der Lkw an der Entladestelle ankommt.“

Durchlaufzeit gesenkt, Termintreue gesteigert

Mit der intelligenten Lösung hat sich vor allem die Transparenz deutlich verbessert. „Wir haben heutzutage hundertprozentige Transparenz“, so Topf. „Wir können jeden einzelnen Schritt eines Lkw lückenlos nachvollziehen: Jeder Zeitstempel, jede Bewegung, jede Verzögerung ist dokumentiert und auswertbar. Diese Transparenz gibt uns die Möglichkeit, gezielt zu analysieren, Prozesse zu verbessern oder Probleme frühzeitig zu erkennen.“ Besonders deutlich zeigt sich dies auch an der sogenannten Gate-to-Gate-Zeit, also der gesamten Verweildauer eines Fahrzeugs auf dem Gelände. Seit Projektstart konnte dieser Wert um rund 45 % gesenkt werden. Auch die Termintreue hat sich spürbar verbessert und konnte auf 85 % erhöht werden. Davon profitieren nicht nur interne Abläufe, sondern auch die Zusammenarbeit mit den Frachtführern. „Unsere Partner wissen, dass sie bei uns zuverlässig und ohne lange Wartezeiten abgewickelt werden. Das sorgt für Vertrauen und macht die tägliche Zusammenarbeit deutlich einfacher“, sagt Topf.

„Heute haben wir vollständige Transparenz über den gesamten Prozess – etwa, ob ein Lkw pünktlich beladen wird oder wo es zu Verzögerungen kommt. Das ermöglicht eine deutlich präzisere Steuerung und effizientere Abläufe.“

Edelstal war innerhalb der gesamten Coca-Cola HBC Gruppe der erste Standort, an dem die Lösung eingeführt wurde. Als Pilotprojekt bot die Umsetzung im österreichischen Werk nicht nur die Gelegenheit, die eigenen Prozesse zu optimieren, sondern diente gleichzeitig als Blaupause für mögliche Rollouts in anderen Ländern der Gruppe. Die Rolle als Pilotstandort brachte dabei nicht nur viel Ge-

staltungsspielraum mit sich, sondern auch die Verantwortung, eine Lösung zu entwickeln, die sich auf weitere Werke übertragen lässt. Dieser Anspruch hat sich ausgezahlt: Inzwischen wurde Syncrosupply an Standorten in Rumänien, Tschechien, Italien und Serbien ausgerollt. Weitere Standorte in Griechenland und der Schweiz stehen bereits in den Startlöchern.

Standortspezifische Prozesse flexibel abgebildet

„Ein großer Vorteil des Systems ist, dass es sich flexibel an die Prozesse verschiedener Standorte anpassen lässt“, erklärt Topf. „Nicht überall braucht es den vollen Funktionsumfang, wie wir ihn in Edelstal nutzen.“ Während kleinere Werke zum Beispiel nur mit der Zeitfensterbuchung arbeiten könnten, haben andere Standorte deutlich komplexere Prozesse. Ein Beispiel dafür ist das Werk im italienischen Nogara, eines der größten in der HBC-Gruppe. Dort gehört ein umfangreiches Trailer-Konzept zum Alltag: Statt einen Lkw komplett abzufertigen – also Anfahrt, Be- oder Entladung und Abfahrt in einem Schritt – wird der Trailer vom Zugfahrzeug getrennt. Die internen Trailer-Bewegungen übernimmt ein Shunter-Fahrzeug. So werden Transport und Verladung entkoppelt, Wartezeiten reduziert und die Abläufe auf dem Gelände deutlich effizienter gestaltet.“

Im gesamten Unternehmen gilt die Umsetzung in Edelstal als Vorzeigeprojekt für Industrie 4.0. „Mit Inform hatten wir von Anfang an einen Partner an unserer Seite, der unsere Anforderungen verstanden und mit uns auf Augenhöhe gearbeitet hat“, fasst Topf zusammen. „So konnten wir unsere Prozesse ganzheitlich neu denken und eine Lösung aufbauen, die flexibel erweiterbar ist und sich inzwischen an vielen weiteren Standorten bewährt.“ Und die Entwicklung geht bereits weiter. Derzeit arbeitet Coca-Cola HBC Österreich an der Integration eines digitalen Zwillings, der künftig direkt mit SAP verknüpft wird und die Steuerung der Abläufe noch vorausschauender gestalten soll. Parallel dazu bereitet sich das Werk im italienischen Nogara auf den nächsten Schritt vor und führt mit Syncrotess künftig ein intelligentes Transportleitsystem ein, das auch die innerbetrieblichen Fahrzeugbewegungen im Werk effizienter und transparenter steuern soll. ■



Relevante Prozessschritte für Dichtheitsprüfungen bei der Massenfertigung von Batteriezellen. Grafik: Inficon

Elektrolyt-Dichtheitsprüfung von Li-Ion-Batterien optimiert

Qualitätssicherung von Batteriezellen und -modulen

Dem Erfinder der direkten Elektrolyt-Dichtheitsprüfung für Lithium-Ionen- und Natrium-Ionen-Batteriezellen ist es gelungen, die Empfindlichkeit dieses Verfahrens um den Faktor zehn zu steigern.

TEXT: Sandra Seitz

Jetzt lässt sich mit der Methode gegen eine Grenzleckrate von 5 x 10⁻⁸ mbar·l/s testen. Dies eröffnet der industriellen Dichtheitsprüfung eine Reihe neuer Möglichkeiten. Anwender können um rund 30 % schneller prüfen als bisher – um ihren Durchsatz in der Linie nochmals zu erhöhen. Zudem gestattet es die höhere Empfindlichkeit, auch in größeren Vakuumkammern zu prüfen. Das heißt, die Methode ist nicht mehr auf Chargen von vielleicht 32 Batteriezellen beschränkt – sie eignet sich jetzt ebenso für die Prüfung größerer, fertig zusammengebauter Batteriemodule. Sogar für die zukünftigen Semi-Solid-State-Batterien mit ihrem gelartigen Elektrolyt ist die Methode dank der höheren Empfindlichkeit nun gerüstet. Selbst wenn aus Lecks in der Zelle statt einer Flüssigkeit ein viskoses Gel austritt, wird die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung dies zuverlässig nachweisen.

Bedeutung der Dichtheit

Lithium-Ionen oder Natrium-Ionen-Batteriezellen müssen ihre Dichtheit über viele Jahre bewahren. Lecks im Zellgehäuse könnten dazu führen, dass Elektrolyt aus der Batteriezelle austritt, sodass sie an Kapazität verliert. Ebenso darf keine Luftfeuchtigkeit in die Zelle eindringen, denn Wasser würde mit dem Elektrolyten zu ätzender Flusssäure reagieren – sodass noch mehr Lecks entstehen, was die Kapazität weiter reduziert. Die Herausforderung bei der Fertigung der Batteriezellen besteht allerdings darin, dass eine Dichtheitsprüfung besonders dann unerlässlich ist, wenn die Gehäuse bereits mit flüssigem Elektrolyt befüllt worden sind. Jedoch scheitern hier alle herkömmlichen Dichtheitsprüfverfahren. In diesem speziellen Anwendungsszenario – Prüfung befüllter Zellen – sind auch grundsätzlich empfindliche Methoden ungeeignet.

Herkömmliche Prüfverfahren stoßen an ihre Grenzen

Beim „Helium-Bombing“ wird ein Prüfteil zunächst einer Helium-Atmosphäre ausgesetzt, sodass das Helium durch etwaige Lecks in das Prüfteil eindringen kann. Anschließend stellt man in einer Vakuumprüfkammer fest, ob gegebenenfalls durch Lecks eingedrungenes Helium-Prüfgas durch diese Lecks auch wieder austritt.

Weil aber sowohl Lithium-Ionen als auch Natrium-Ionen-Zellen mit einem flüssigen Elektrolyten befüllt sind, ist es wahrscheinlich, dass das Helium-Prüfgas in der Zelle einfach nach oben steigt und der flüssige Elektrolyt das Leck blockiert. Und weil das Prüfgas dann nicht aus dem Zellgehäuse austreten kann, lässt es sich in der Vakuumkammer auch nicht nachweisen. Helium-Bombing eignet sich also nicht für Prüfteile, die mit Flüssigkeiten

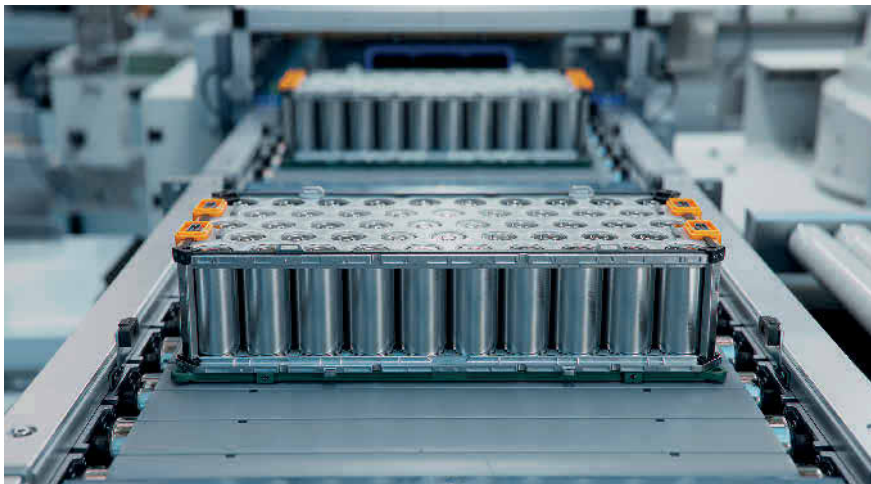


Bild 1. Mit der neuen Generation des Elektrolyt-Dichtheitsprüfers „ELT Vmax“ sind erstmals Tests an kompletten Batteriemodulen möglich. Foto: Shutterstock/IM Imagery

befüllt sind, wie beispielsweise Batteriezellen.

Elektrolyt-Lösungsmittel fungieren als Prüfgas

Die innovative Lösung, die der Dichtheitsprüfspezialist Inficon aus Köln für das Problem der Prüfung befüllter Batteriezellen entwickelt hat, **Bild 1**, besteht darin, kurzerhand den flüssigen Elektrolyten selbst als Prüfgas zu nutzen – genauer gesagt: das Elektrolyt-Lösungsmittel in der Zelle. Wenn dieses durch ein Leck in das Vakuum einer Prüfkammer austritt, wird es sofort gasförmig, sodass das Massenspektrometer des Prüfgeräts es nachweisen kann.

Die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung hat sich nun seit einigen Jahren bewährt, in Batteriefertigungsanlagen in Europa ebenso wie in Fertigungsanlagen in China. Das allererste Gerät, das die patentierte direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung nutzt – Inficon hat es 2019 vorgestellt –, verfügt über eine Steuereinheit für die Gasflüsse. Damit eignet es sich auch für den Stand-alone-Betrieb, etwa bei der Dichtheitsprüfung in der Prototypen-Entwicklung. Das neueste Gerät „ELT Vmax“, **Bild 2**, hat Inficon dagegen speziell für den Einsatz in industriellen Fertigungsanlagen und für den Einbau in automatisierte Prüfanlagen konzipiert.

Methode für Tests nach dem Befüllen / Formieren

Grundsätzlich existieren Zellgehäuse für Lithium-Ionen und Natrium-Ionen-Batterien in drei Bauformen. Es gibt Zellen

mit starrem Gehäuse – dies sind prismatische oder Rundzellen –, und es gibt Pouchzellen mit weichem, beutelartigem Gehäuse. Es hängt von der Bauform ab, an welchen Stellen im Fertigungsprozess der Zellen Dichtheitsprüfungen sinnvoll und möglich sind. Bei allen Zellen mit festen Gehäusen bietet es sich an, die Gehäuse schon vor dem Befüllen mit Elektrolyten erstmals auf ihre Dichtheit zu testen. Hierzu füllt man die Gehäuse mit Helium-Prüfgas und ermittelt anschließend in einer Vakuumkammer, ob und wie viel Helium aus der Zelle durch ein etwaiges Leck austritt: eine Helium-Vakuumprüfung. Für den zweiten Dichtheitsprüfungsschritt – nach dem Befüllen und Versiegeln der Batteriezelle – eignet sich dann nur noch die innovative Methode der direkten Elektrolyt-Dichtheitsprüfung. Um sicherzustellen, dass die Zelle auch nach dem anschließenden Fertigungsschritt der Formierung noch dicht ist, empfiehlt es sich, die Elektrolyt-Dichtheitsprüfung ein zweites Mal anzuwenden.

Einzige Prüfmethode für Pouchzellen

Aktuell werden die Pouchzellen mit ihren beutelartigen Gehäusen wieder beliebter. Vor der Entwicklung der direkten Elektrolyt-Dichtheitsprüfung existierte gar keine sinnvolle Methode, um diese weichen Gehäuse auf ihre Dichtheit zu testen. Denn ihre endgültige Form erhält eine Pouchzelle erst, wenn sie formiert und versiegelt worden ist. Zuvor ist an der Pouchzelle noch ein Sack angebracht, der beim Formieren entstehendes Gas

auffängt. Erst durch das Abtrennen dieses Sacks erhält die weiche Pouchzelle ihre abschließende Gestalt, und erst dann wird sie endgültig versiegelt. Das bedeutet: Ganz grundsätzlich ist eine aussagefähige Dichtheitsprüfung an einer Pouchzelle erst nach dem Fertigungsschritt des Formierens und Versiegeln möglich – mit der Elektrolyt-Dichtheitsprüfung als einzigem dafür geeigneten Verfahren.

Prüfen im Takt der Produktion

Inficon hatte seinen ELT Vmax von Anfang an auf einen hohen Durchsatz in der Linie hin entwickelt. Das Prüfgerät ist dazu konzipiert, in automatisierte Prüfanlagen mit mehreren Prüfkammern integriert zu werden. Auf diese Weise lassen sich im Prüfprozess Wartezeiten des Geräts bei der Evakuierung und Belüftung einer einzelnen Prüfkammer vermeiden. Wird das Gerät mit mehreren Kammern betrieben, kann es sich praktisch ständig im Prüfbetrieb befinden. Ein weiterer Ansatz, um eine Qualitätssicherung im Takt der Produktion zu gewährleisten, besteht darin, anstelle von einzelnen Zellen immer mehrere Zellen gleichzeitig in der Prüfkammer zu testen. Die Anzahl von Zellen in einer Charge ist dabei oft eine 2er-Potenz, wie etwa 16, 32 oder 64. Denn sollte eine Charge beim Batch-Testing durchfallen, muss sie für die dann erforderlichen Nachprüfungen immer weiter geteilt werden können – in diesem Fall halbiert. Dies geschieht so lange, bis die undichte Zelle in einem Batch der Größe 1 identifiziert ist.

„Abgespeckte“ Hardware für höhere Empfindlichkeit

Die erste Generation des ELT Vmax gestattete Prüfungen gegen eine kleinste Grenzleckrate von 5×10^{-7} mbar-l/s. Mit einer neu entwickelten Firmware konnte diese Empfindlichkeit nun um den Faktor 10 gesteigert werden: auf 5×10^{-8} mbar-l/s. Die neue Firmware arbeitet mit einer optimierten Sensoransteuerung und macht sich zugleich die Tatsache zunutze, dass das kompakte, für den Einbau in 19-Zoll-Racks vorgesehene Prüfgerät kleinere interne Totvolumina aufweist als sein größerer Stand-alone-Bruder. Hinzu kommt die hohe Linearität, mit der das Gerät austretendes Elektrolytlösungsmittel detektiert. So kann der Auswertungsal-

gorithmus schon früh den Signalanstieg extrapolieren und die Leckrate dadurch schneller bestimmen. Die neuentwickelte Firmware nutzt die Möglichkeiten, die hier die Hardware mitbringt, optimal aus. Bei der industriellen Prüfung von Lithium-Ionen und Natrium-Ionen-Batteriezellen arbeitet die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung typischerweise in einem Leckratenbereich von ungefähr 10–6 mbar·l/s. Dank seiner zehnfach höheren Empfindlichkeit und der neuen Firmware prüft das weiterentwickelte Gerät die Zellen nun faktisch 30 % schneller: Statt 10 s bis 11 s dauert der Messzyklus bei den Grenzleckraten, die für Batteriezellen typisch sind, jetzt nur noch 7 s bis 8 s.

Ganze Batteriemodule in nur einer Kammer prüfen

Ein Prüfgerät mit höherer Empfindlichkeit kann also auch dazu dienen, gegen die bisherigen Leckraten schneller zu prüfen als bisher. Eine weitere interessante Option, die eine höhere Empfindlichkeit eröffnet, ist die Prüfung in einer größeren Vakuumkammer – also ein Test an größeren Prüfteilen. Denn wie klein bei einer Dichtheitsprüfung die kleinste nachweisbare Leckrate ist, hängt immer auch von der verwendeten Prüfkammer ab. Der Zusammenhang ist einfach: Je größer das Totvolumen der Prüfkammer – also der freie Raum um das Prüfteil –, desto größer fällt die kleinste nachweisbare Leckrate in dieser Kammer aus. Dies bedeutet wiederum: Ein Prüfgerät mit zehnfach höherer Empfindlichkeit kann in einer großen Kammer mit einem zehnfach größeren Totvolumen dieselbe Grenzleckrate prüfen, die ein weniger empfindliches Prüfgerät nur in einer kleineren Prüfkammer erreicht. Durch diese Eignung auch für größere Prüfkammern wird die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung nun zur ersten Methode, die geeignet ist, die Dichtheit von Zellen auch noch nach deren Zusammenbau zu Batteriemodulen zu testen – gegen die erforderlichen Grenzleckraten im Bereich von 10–6 mbar·l/s.

Auch für geschweißte Zellen in Batteriemodulen

Bisher gab es kein Verfahren, mit dem sich nach dem Zusammenbau der Batteriemodule, die oft einige Dutzend Batteriezellen enthalten, noch hätte prüfen lassen, ob einzelne Zellen bei der Montage



Bild 2. Der Dichtheitsprüfer ELT Vmax ist für die Integration in industrielle Batterie-Fertigungslinien konzipiert. Foto: Inficon

vielleicht Lecks davongetragen haben. Die einzelnen Batteriezellen in einem Batteriemodul müssen in Parallel- oder in Reihenschaltung miteinander verbunden werden – dafür werden sie über eine Sammelschiene (engl. Busbar) aneinandergeschaltet. Die Busbar wird fest mit den Elektrokontakten jeder einzelnen Zelle verschweißt. Es ist vor allem dieser Schweißprozess, der die Gefahr birgt, die Zellgehäuse zu beschädigen. Bei den weichen Pouchzellen ist das Beschädigungsrisiko besonders ausgeprägt. Ob der Fertigungsschritt des Festschweißens unbeabsichtigt zu Lecks in den Zellen geführt hat, ließ sich bisher nicht zuverlässig testen. Erst die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung eröffnet nun diese Möglichkeit.

Tests am Semi-Solid-State-Zellen

Bislang weisen von den Li-Ion-Zellen, die üblicherweise für die Elektromobilität eingesetzt werden, die Typen NCA (Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxid) und NMC (Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid) die wohl höchsten Energiedichten auf, mit bis zu 250 oder sogar 260 Wh/kg. Für zukünftige „Semi-Solid-State“-Batterien mit Li-Ion-Technologie versprechen Forschungsergebnisse dagegen Energiedichten im Bereich von 300 bis 500 Wh/kg. Semi-Solid-State-Batterien – auch Halbfestkörperbatterien genannt – verdanken ihren Namen der Tatsache, dass der Elektrolyt in ihnen nicht mehr flüssig, sondern gelartig ist. Durch diese neue Batterietechnologie verdoppelt sich nicht nur die Energiedichte, die neuen Batterien haben bei Schnellladevorgängen auch nicht mehr mit Überhitzungsproblemen zu kämpfen. Doch auch dabei gilt: Voraussetzung für eine lange Lebensdauer

ist, dass sie dicht genug sind, um den Elektrolyt- und Kapazitätsverlust auf ein Minimum zu begrenzen.

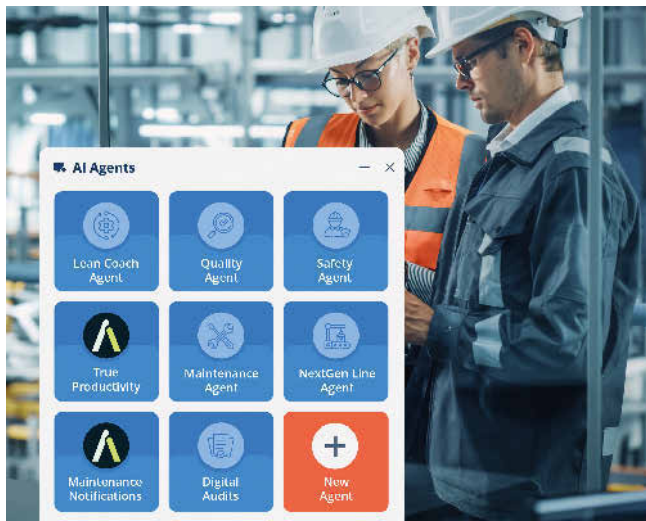
Ein Elektrolyt mit gelartiger Konsistenz tritt während einer Dichtheitsprüfung in der Vakuumkammer natürlich langsamer aus einem etwaigen Leck im Zellgehäuse aus. Aber auch hier spielt die neueste Generation der Geräte für die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung wieder den Vorteil ihrer Empfindlichkeit aus. Schnell lassen sich alle Lecks mit einer kritischen Größe identifizieren, und zwar wie gewohnt: im Takt der Produktion.

Breitere Qualitätssicherung in der Batteriefertigung

Die jetzt zehnfach höhere Empfindlichkeit der direkten Elektrolyt-Dichtheitsprüfung bedeutet sowohl einen quantitativen als auch einen qualitativen Sprung für die Qualitätssicherung in der Batterieherstellung. Schon die um 30 % kürzeren Prüfzyklen sind ein wichtiger Vorzug in der Fertigungslinie. Völlig neu ist die Option, die Zellen – und insbesondere Pouchzellen – nun auch nach dem Zusammenbau zu Batteriemodulen noch daraufhin prüfen zu können, ob sie beim Fertigungsschritt des Verschweißens intakt geblieben sind. Last but not least: Die direkte Elektrolyt-Dichtheitsprüfung verspricht Zukunftssicherheit. Denn jetzt ist die patentierte Methode empfindlich genug, um mit ihr auch innovative, mit Elektrolyt-Gel befüllte Semi-Solid-State-Zellen auf ihre Dichtheit zu testen. ■

www.inficon.com

Sandra Seitz ist Market Manager Automotive Leak Detection Tools bei Inficon in Köln.



Immer mehr Anwendungsfelder werden mit unternehmensspezifischen KI-Agenten ausgestattet. Grafik: Augmentir

Der Software-Hersteller Augmentir hat aus zahlreichen Studien und eigener Projekterfahrung acht Entwicklungen abgeleitet. Für 2026 blicken Experten etwas positiver in die Zukunft als noch im letzten Jahr. Der Sachverständigenrat erwartet in seinem Jahresgutachten 2025/26 ein Plus von 0,9 % für das Bruttoinlandsprodukt. Auch die Standort-Deutschland-Stimmung hellt sich auf: Laut einer McKinsey-Umfrage unter den Vorständen der Top-100-Unternehmen wollen 48 % ihre Präsenz hierzulande in den nächsten fünf Jahren ausbauen. Vor einem Jahr hatte dies nur jeder Dritte vor. Welche Veränderungen sich abzeichnen, zeigt die Auswertung von Studien und Kunden durch den Software-Hersteller Augmentir.

Vernetzung von Industrie-Arbeitskräften

Immer mehr Firmen erkennen, dass auch in der Fabrikhalle papierbasierte Prozesse ausgedient haben. Entsprechend wächst der globale Markt für „Connected-Worker“-Lösungen stabil im hohen zweistelligen Prozentbereich pro Jahr. Denn hier liegt ein Schlüssel für mehr Produktivität, Arbeitssicherheit und Qualität.

Gleichzeitig steigt das Bewusstsein für die unterschiedlichen Arbeitnehmer-Bedürfnisse im Job: 2022 gingen noch 51 % der Unternehmen davon aus, dass Industrie 4.0 auch gering qualifizierte Mitarbeitende für komplexe Tätigkeiten befähigt. 2025 waren es nur noch 44 %. Das zeigt die Bitkom-Studie „Industrie 4.0“. Um so effizient und sicher wie möglich zu arbeiten, muss das Personal in der vernetzten Fabrik individuell unterstützt werden. Genau hier setzen Systeme an, die auf einem integrierten „Skill Management“ basieren und dadurch für jede anstehende Aufgabe situationsangepasste Unterstützung bieten.

Digitale Assistenten sollen operative Teams im Alltag unterstützen. Sie übernehmen Routineaufgaben, dokumentieren Abläufe korrekt und halten Prozesse nachvollziehbar. Ihr Ziel: Ausfälle und Stillstände reduzieren, Wartungsprobleme früher erkennen und die Produktivität messbar steigern. Praxisbeispiele zeigen, dass dies gelingen kann. Doch nun entscheidet sich, ob Unternehmen den nächsten Schritt gehen. „Wer jetzt nicht in Umsetzung und Skalierung investiert, riskiert vom Markt abgehängt zu wer-

Entwicklungstrends für Produktion und Wartung

Industriearbeit: Das ändert sich 2026

Womit sollten Verantwortliche von Produktionsbetrieben in 2026 rechnen? Trotz etlicher Unsicherheiten zeichnen sich einige klare Trends für die Industrie ab. Viele haben mit KI zu tun – und wie Unternehmen damit umgehen.

den“, mahnt Benedikt Höck, Head of AI bei KPMG, in der Studie „Generative KI in der deutschen Wirtschaft 2025“.

KI-Anwendung forcieren

Laut einer Untersuchung von Lenovo befindet sich eine signifikante Mehrheit der KI-Anwender erst in der Anfangs- oder Pilotphase. 43 % planen, in GenAI zu investieren. Auch das Analystenhaus IDC verzeichnet eine Vielzahl an Tests und Machbarkeitsstudien. Die Technologie von groß angelegten Business-Software-Lösungen ist da schon zwei Schritte weiter. Sie integrieren mehr und mehr proaktive KI-Agenten. Diese werden zunehmend eigenständig Aufträge ausführen, vernetzt zusammenarbeiten und ganze Produktions- oder Wartungsabläufe steuern. Gartner sagt vorher, dass bis 2026 bereits 40 % der Unternehmensanwendungen über aufgabenspezifische KI-Agenten verfügen. Diese sollten exakt auf die jeweiligen Anforderungsprofile zugeschnitten sein, **Bild**. Deshalb empfiehlt es sich, Agenten selbst zu entwickeln.

Außerdem: Mensch und KI rücken 2026 enger zusammen. Teams bestehen künftig aus Mitarbeitenden sowie aus KI-Assistenten und Agenten. Während die Algorithmen Routineaufgaben übernehmen, treten Menschen als Supervisoren, Entscheider und kreative Problemlöser auf. Als „Human in the Loop“ tragen sie eine zunehmend höhere Verantwortung. Der Frage, wie ein menschengerechtes Miteinander von Belegschaft und Technologie möglich ist, müssen sich jedoch alle Unternehmen stellen.

Und: Es gibt ein Comeback der Augmented Reality (AR). Sie gibt Hilfestellung in speziellen Einsatzbereichen, kombiniert mit KI. Wenn Menschen eine Aufgabe das erste Mal ausführen, zeigt industrielle AR präzise, wo angepackt, kontrolliert oder bedient werden muss, sei es beim Umrüsten oder bei komplexen Montagen. AR baut inzwischen auf nativer KI auf und stellt dynamisch immersive Anleitungen bereit. Fazit: Die letzten Jahre haben technologisch große Veränderungen hinsichtlich generativer KI, KI-Assistenten und KI-Agenten gebracht. Nach dem Hype kann es nun in die konkrete Umsetzung gehen – eine Chance, die deutsche Unternehmen mit Blick auf den internationalen Wettbewerb nutzen sollten. www.augmentir.com

Alle
auch als
E-Paper



10 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 573,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 491,00 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 517,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 444,00 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 271,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 233,00 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 612,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 525,00 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 299,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 257,00 EUR

**Die erste
Adresse für
Technikwissen:
VDI Fachmedien**



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 304,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 261,00 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 388,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 334,00 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 324,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 279,00 EUR

Die VDI Fachmedien bieten Ihnen eine breite Palette renommierter Fachzeitschriften aus den Bereichen **Bau, Konstruktion/Produktion, Logistik, Energie und Umwelt**. In direkter Anbindung an den VDI, das größte technisch-wissenschaftliche Netzwerk für Ingenieur*innen Deutschlands. Unsere Autor*innen berichten über Innovationen und Hintergrundwissen in ihrem jeweiligen Fachgebiet. Und das jederzeit praxisorientiert, ohne den wissenschaftlichen Background aus dem Blick zu verlieren.



Technikwissen für Ingenieur*innen – jetzt auswählen und bestellen:

T +49 6123 9238-202

E vdi-fachmedien@vuservice.de

vdi-fachmedien.de

Inlandsbruttopreise – Ausland auf Anfrage



Keine Kompromisse bei ISO-S Werkstoffen

Standzeitstark knackt
der MonsterMill – ISO-S
anspruchsvollste Materialien



CERATIZIT ist eine Hightech-Engineering-Gruppe,
spezialisiert auf Zerspanungswerkzeuge und
Hartstofflösungen.

Tooling a Sustainable Future

ceratizit.com



CERATIZIT
GROUP