



Trends für Forschung und Entwicklung
2022 / 2023

Digital integrierte Produktion

Trends für Forschung und Entwicklung
2022 / 2023



Digital integrierte
Produktion



Wir schauen nach vorn.

Wir erleben eine Zeit tiefgreifender Umbrüche. Nachdem Unternehmen aller Wirtschaftszweige pandemiebedingt in kürzester Zeit ihre Prozesse radikal umstellen mussten, folgen mit Materialknappheit und Energiesorgen die nächsten Herausforderungen auf dem Fuße. Zudem belasten Faktoren wie der Klimawandel und der Fachkräftemangel die Industrie.

Wir am Fraunhofer IPK wollen unseren industriellen Auftraggebern in dieser Zeit starke und vorausschauende Partner sein. Motiviert und mit innovativen Ansätzen finden wir kreative Antworten auf drängende Fragen unserer Kundinnen und Kunden. Dabei kommt uns zugute, dass wir Produktionsexpertise mit starker Digitalkompetenz verbinden. Die digital integrierte Produktion, die Integration hocheffizienter Fertigungslösungen mit digitalen Technologien, wird mit unserer Unterstützung für Mittelständler wie Großkonzerne gelebte Realität.

Unserem Auftrag als FuE-Dienstleister mit Blick auf künftige Bedarfe der Industrie möchten wir mit dem vorliegenden Heft »Trends aus Forschung und Entwicklung« Rechnung tragen. Im Zentrum steht die Idee, den Blick auf die Aufgaben zu richten, die vor uns liegen. Die Basis für die Publikation bildet ein intensiver Austausch mit Leitungspersonen verschiedener Branchen im produzierenden Gewerbe. In Hintergrundgesprächen haben sie ihre Einschätzung zum technischen und methodischen Entwicklungsstand sowie zu anstehenden Aufgaben in ihren jeweiligen Industriezweigen mit uns geteilt.

Um nur ein paar übergreifende Trends zu nennen: Die industrielle Fertigung generiert eine wachsende Zahl von Daten, die – zielgerichtet ausgewertet und in Zusammenhang gesetzt – eine äußerst flexible Neuordnung von Produktion ermöglicht. Hochleistungsanlagen unterstützen Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit gleichermaßen. Und kontextsensitive Assistenzsysteme nutzen Künstliche Intelligenz, um die Belegschaft in allen Unternehmensbereichen situationsgerecht zu unterstützen.

Wir freuen uns darauf, diese und viele andere Themen 2022 und 2023 mit unseren Partnern anzugehen. Wir laden Sie ein, uns dabei zu begleiten.

PROF. DR. H. C. DR.-ING. ECKART UHLMANN

Institutsleiter

Inhalt

Quo vadis, Produktion?	8
Produktion 2022 / 2023	10
Datenmanagement, -vernetzung und -analyse	14
Fertigungssysteme und Produktionssteuerung	22
Intelligente mechatronische Anlagentechnik	30
Wissen und Assistenz in der Produktion	38
Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit	46
Fraunhofer IPK im Porträt	54
Das Institut auf einen Blick	56
Kompetenzen	58
Branchen und Industrietrends	60
Zusammenarbeit	62
Standort	64
Veranstaltungen	66
Ansprechpersonen	68
Impressum	69



Quo vadis, Produktion?

Welche Herausforderungen und Bedarfe beschäftigen Fertigungsunternehmen in den nächsten Jahren? Wir haben uns bei unseren Industriepartnern umgehört. Das Ergebnis: Technologien für fünf Themenfelder bestimmten die Gespräche branchenübergreifend. Sie haben in den nächsten Jahren für uns oberste Priorität.

Produktion 2022 / 2023

Erfolgreich produzieren im volatilen Umfeld

Gäbe es eine Initiative, die das Produktionswort des Jahres kürt, dann wäre der aktuelle Gewinner vermutlich: Wandlungsfähigkeit. Flexibilität bei gleichzeitig hoher Resilienz wird für fertigen- de Unternehmen zunehmend zur Grundvoraus- setzung für wirtschaftliche Existenz. Ohne sie lassen sich nicht nur Krisensituationen, sondern auch alltägliche Kundenerwartungen kaum noch bewältigen. In diesem Kontext werden Digi- talisierung und Vernetzung unverzichtbare Schlüssel zum Erfolg.

Volatilität ist das Merkmal unserer Zeit. Glaubte man Anfang 2020 noch, die größte Transformationsaufgabe für die Fertigungsindustrie in den nächsten Jah- ren resultiere aus dem Klimawandel, stellen seitdem eine Reihe internationaler Krisen jahrzehntelange Produktionsgewissheiten in Frage. Etablierte Lieferketten geraten ins Wanken, Absatzmärkte und Standortbedingungen verändern sich radikal. Gleichzeitig kämpfen Unternehmen mit lange bekannten Schwierigkei- ten wie dem wachsenden Fachkräftemangel und harter internationaler Konkur- renz, die den Kosten- und Zeitdruck verschärfen. All diese Faktoren zwingen die Industrie, ihre Methoden, Prozesse und Technologien neu zu denken.

Mehrere enge Industriepartner unseres Instituts haben sich die Zeit genom- men, ihre Einschätzungen zu methodischen und technologischen Innovations- aufgaben im produzierenden Gewerbe mit uns zu teilen. Diesen Bedarf werden wir am Fraunhofer IPK in den nächsten Jahren gemeinsam mit unseren Partnern adressieren.

Produktionswelt im Umbruch

Die Herausforderungen, die innovative Lösungen verlangen, sind vielfältig. Materialengpässe, ein Symptom der COVID-19-Krise, könnten zum Dauer- thema werden. Hohe Energiekosten waren speziell am Standort Deutschland schon lange ein Problem. Die weltpolitische Lage setzte sie Anfang 2022 an die Spitze der Agenda in der Wirtschaft. Hinzu kommen regulatorische Vorga- ben im Interesse von Sicherheitsstandards oder zum Kampf gegen den Klimawandel, aber auch im Kontext von Regionalisierungsbestrebungen und Autokratien. Nicht zuletzt belasten der demographische Wandel und der dadurch drohende Wissensverlust die Unternehmen.

Gleichzeitig verändern sich die Erwartungen von Kundinnen und Kunden sowie die Ziele, die Unternehmen sich selbst stecken. Individualisierte Kunden- bedarfe führen zu stark ausdifferenzierten Angebotsportfolios, teilweise bis Losgröße 1. Solch eine Dynamik verlangt Flexibilität – und Erfolgsrezepte, die Nachahmer auf den Plan rufen. Der Konkurrenz immer einen Schritt voraus zu sein, wird zur Existenzfrage. So befassen sich die Unternehmen nicht nur mit Lösungen für Agilität, sondern unter anderem auch mit folgenden Fragen: Wie können wir an weltweit verteilten Standorten gleichartige Maschinen- parks betreiben und warten? Wie garantieren wir an diesen Standorten die gleiche Qualität mit unterschiedlich befähigten Kräften? Wie schützen wir unser Know-how? Und wie werden wir bei all dem nachhaltig?

Digital integrierte Produktion erhöht Wettbewerbsfähigkeit

Immer mehr Unternehmen packen diese Herausforderungen mit digitalen Methoden an. So kommt in der Praxis an, was als Industrie 4.0 postuliert wurde und was wir im Fraunhofer IPK als digital integrierte Produktion bezeichnen: Es entsteht eine Produktionswelt, in der alle beteiligten Ressourcen – Menschen ebenso wie einzelne Anlagen oder vernetzte Systeme – Daten erheben, ihren Zustand kommunizieren und Aufgaben interaktiv koordinieren. So wird Flexibi- lität unterstützt und die damit verbundene Komplexität beherrschbar. Unter- nehmen stellen sich vorausschauend auf sich ständig verändernde Anforderun- gen ein. Gleichbleibende Qualität lässt sich zuverlässiger gewährleisten, während

»Digitalisierung und die Anwendung von künstlicher Intelligenz zeichnen einen Hightech- konzern der Gegen- wart aus. Diesen Weg geht SCHOTT konsequent.«

Volker Trinks, SCHOTT

Im White Paper »RESYST« erläutern wir, wie Unternehmen sich krisenfest aufstellen können.
www.ipk.fraunhofer.de/resyst

sich mechanisch produzierende Fertigungsbetriebe zu Hightech-Unternehmen wandeln.

Aus den Gesprächen mit unseren Partnerinnen und Partnern haben wir fünf übergeordnete Themenfelder abgeleitet, die die Unternehmen branchenübergreifend beschäftigen und auf die wir in den nächsten Jahren unsere Forschung fokussieren:

- Datenmanagement, -vernetzung und -analyse
- Fertigungssysteme und Produktionssteuerung
- Intelligente mechatronische Anlagentechnik
- Wissen und Assistenz in der Produktion
- Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit

Mit Konzepten, Technologien und Lösungen für diese Bereiche wollen wir dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden und Partner zu erhöhen. Mit unseren aktuellen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben sind wir dafür hervorragend vorbereitet. Die Highlightaktivitäten, die wir in diesem Jahrbuch vorstellen, unterstreichen unsere Nähe zu den Lösungen, die aktuell die Industrie erreichen und verändern, sowie zu den Innovationsaufgaben, die dort als nächstes anstehen.

Im Gespräch

Folgende Experten und Expertinnen haben ihre Einschätzungen zum Entwicklungsstand der Industrie mit uns geteilt. Wir danken herzlich für die Gespräche!



Sven Hamann

Geschäftsführer,
Bosch Connected Industry



Dr.-Ing. Christoph Hübert

Senior Director Development Leads,
BIOTRONIK SE & Co. KG



Martin Kapp

Gesellschafter und
Beiratsvorsitzender,
KAPP GmbH & Co. KG



Holger Klempnow

Geschäftsführer,
KleRo GmbH Roboterautomation



Dr.-Ing. Ansgar Kriwet

Vorstand Sales,
Festo SE & Co. KG



Dr.-Ing. Andreas Kühl

Global Executive Officer
Corporate Unit Research,
Technology, Complexity,
KSB SE & Co. KGaA



Dr.-Ing. Patrick Müller

Direktor Innovationsstrategie,
CONTACT Software GmbH



**Prof. Dr.-Ing.
Helmut-Joseph Schramm**

Leiter internationale Produktion
BMW Motorrad,
BMW Group



**Dr.-Ing. Anne-Katrin
Tomys-Brummerloh**

Managerin Produktionsplanung
Trucks Montage,
Daimler Truck AG



Dr.-Ing. Volker Trinks

Vice President Technology
Tubing,
SCHOTT AG

Datenmanagement, -vernetzung und -analyse

Nullen und Einsen in der Fabrik

Egal, mit wem man spricht im industriellen Umfeld, alle reden von der Herausforderung, Daten zu erfassen und geeignet zu speichern, sicher zu übertragen und intelligent auszuwerten. Hinter all dem steht das Ziel, mit datengetriebenen Lösungen Prozesse effizienter zu gestalten oder neue Geschäftsmodelle zu generieren. Doch wie soll das funktionieren?

Unsere Lösungen für dieses Themenfeld

- **IIoT-Architekturen**, die aus Rohdaten aussagefähige Daten extrahieren
- **Cloud- und Edge-Technologien** zur Anwendung in der Produktion
- **Datendurchgängigkeit** auf Basis von PDM, PLM und weiteren Technologien
- **Digitale Zwillinge** für alle Unternehmensbereiche und Technologieebenen
- **Unternehmenscockpits**, die domänenübergreifend Daten zusammenführen

Es gab eine Zeit, da waren Werkzeugmaschinen geschlossene Systeme. Zwar erhielten sie seit den 1960er Jahren zunehmend digitale Steuerungen, die neben der automatischen Steuerung von Zuständen und Bewegungen die Einrichtung der Bearbeitungsprozesse erleichterten und bis zu einem gewissen Grad auch deren Überwachung ermöglichten. Doch umfassendes Zustandsmonitoring oder gar die Anbindung der Maschine an eine unternehmensübergreifende Fertigungsleitebene wären auf dieser Basis nicht möglich gewesen. Seit Aufkommen der Idee »Industrie 4.0« ändert sich das: Funkeinheiten in Werkzeugmaschinen stellen heute Netzwerkfähigkeit her, Sensoren übermitteln verschiedenste Betriebsdaten. Doch wozu das Ganze?

Vom selektiven Monitoring bis zum 360°-Digital Twin

Die Grundidee: Durch Auswertung der Sensordaten können das Maschinenverhalten überwacht oder Bearbeitungsprozesse optimal eingestellt werden. Über die Funktechnik signalisiert eine Maschine der Fertigungsleitung, dass sie bereit für den nächsten Auftrag ist. Und das ist nur ein Bruchteil der Möglichkeiten. Umfassender wird das Bild mit dem sogenannten Digitalen Zwilling. Das virtuelle Abbild eines Prozesses oder einer Anlage spiegelt Geometrie und Aufbau sowie das Verhalten. Man stelle sich vor, alle Prozessebenen im Unternehmen, von Produktentwicklung und Einkauf über Fertigung und Montage bis zu Vertrieb und Marketing würden mit solchen Systemen unterfüttert. Werden diese auch noch disziplinübergreifend verknüpft, entsteht ein 360°-Zwilling, ein hochintegriertes Unternehmensabbild, mit dessen Hilfe ein bisher unerreichter Grad an Effizienz in die Wertschöpfung gebracht werden kann.

Das ist keine Zukunftsmusik mehr. Digitale Zwillinge haben Anwendungsreife erreicht, werden von der Industrie nachgefragt und unter anderem an unserem Institut für diverse Branchen und Einsatzbereiche fit gemacht. Im Zertifikatsprogramm »Mastering Digital Twins« vermitteln wir Hintergrundwissen, mit dem Unternehmen Digitale Zwillinge zum Einsatz bringen können.

»Unser größter Fortschritt in den letzten Jahren besteht darin, Daten aus unseren Anlagen aktiv zu nutzen, um Prozesse zu analysieren, unsere Unternehmensperformance zu beschreiben oder Entscheidungen bezüglich neuer Technologien zu untermauern«, sagt Dr. Christoph Hübert, Senior Director Development Leads beim Medizingerätehersteller BIOTRONIK SE & Co. KG. Doch so weit sind die wenigsten. Selbst etablierte Unternehmen der produzierenden Industrie stehen bei der intelligenten Datennutzung noch ganz am Anfang.

Geeignete Datensätze erheben mit IIoT-Plattformen

Das ist auch nicht verwunderlich, denn die Herausforderungen beginnen schon zwei Stufen früher. »Im Moment vermitteln manche Beratungsunternehmen, man müsse nur reichlich Sensoren in Maschinen integrieren und massenhaft Daten in eine Cloud streamen, dann wäre man Industrie 4.0«, kritisiert Dr. Ansgar Kriwet, Vorstand Sales bei der Festo SE & Co. KG und Mitglied des Fraunhofer IPK-Kuratoriums. »Aber davon hat keiner was.« Vielmehr gehöre am Beginn einer Fertigungsdigitalisierung zunächst analysiert, welche Daten für den unternehmensspezifischen Use Case sinnvoll sind, weil sie Mehrwerte ermöglichen. Häufig seien diese Daten durch vorhandene Sensoren auch

»Ziel ist nicht, dass Massen von Sensoren möglichst viele Daten in Clouds spülen. Es müssen die richtigen Daten sein.«

Ansgar Kriwet, Festo

Informationen zum Programm

»Mastering Digital Twins« finden Sie

↪ auf Seite 67.

schon abgreifbar. Dieser Frage widmen wir uns in einer Reihe von Forschungsprojekten mit der CONTACT Software GmbH zum Thema Industrial Internet of Things (IIoT)-Plattformen. Ziel ist, von Big Data zu Smart Data zu kommen, um Datenvolumina überschaubar zu machen und genau die Daten zu erheben, die für das jeweilige Unternehmen von Wert sind.

Und die Zusammenarbeit mit CONTACT geht noch weiter: Wie können große Datenmengen sicher übertragen, abgelegt und aufgefunden werden? »Die Einbindung der Maschinen in ein Netzwerk erfordert eine IT-Infrastruktur, die bei vielen Unternehmen gar nicht vorhanden ist«, berichtet Martin Kapp von der Unternehmensgruppe KAPP NILES und ein weiteres Mitglied unseres Kuratoriums. Hier können Cloud- und Edge-Technologien eine Lösung sein. Das komplexe Zusammenspiel von Datenökosystem, Infrastruktur und Services wird unter anderem im europäischen Cloud-Projekt »Gaia-X« adressiert, an dem Forschende aus unserem Institut mitwirken. Dabei werden auch Datensicherheit und Datensouveränität adressiert, denn: »Die Akzeptanz verteilter Lösungen setzt voraus, dass diese Themen gelöst werden«, wie Sven Hamann, Geschäftsführer bei Bosch Connected Industry bemerkt.

Produktdatenmanagement über den gesamten Lebenszyklus

Einen letzten Zwischenschritt vor der Datenverwertung bildet die Datendurchgängigkeit. Ziel muss sein, Daten aus frühen Lebenszyklusphasen eines Produkts über den Produktionsprozess durchzureichen bis zur Anwendung. Im Idealfall fließen vom letzten Punkt der Kette Nutzungsdaten in Optimierungsschleifen. Solch umfassendes Product Lifecycle Management (PLM) ist seit Jahren ein wichtiger Forschungsgegenstand bei uns. Im Zertifikatsprogramm »PLM Professional« bilden wir zudem praxisnah Fachleute für Produktdatenmanagement aus. Der nächste logische Schritt im Datenhandling muss dann sein, PLM mit der Ablaufsteuerung bis auf den Hallenboden zu verknüpfen, sodass etwa Konstruktionsdaten ohne Umwege zur Einrichtung der Fertigungsprozesse herangezogen werden.

»Aber der richtig große Sprung wäre, in die Gesamtschau des eigenen Daten-netzes auch Daten von Zulieferfirmen einzubeziehen,« formuliert Dr. Hübert die nächste Herausforderung. »Das würde Zertifizierungen und Qualitätskontrollen enorm vereinfachen.« Noch ist der Blick ins Datenumfeld von Unternehmen schwer zu realisieren. Doch es gibt vielversprechende Ansätze. Mit dem »interaktiven Lagebild« bieten wir ein Tool, mit dem Unternehmen Umfeldinformationen mit internen Fähigkeiten verknüpfen können. So lassen sich schnell Handlungsalternativen entwickeln, wenn etwa eine Lieferkette abreißt.

Datenbasierte Wertschöpfung erhöht die Wirtschaftlichkeit

Effizientes Datenhandling und intelligente Datennutzung heben die Wertschöpfung auf eine neue Stufe. Prozesse können vereinfacht und beschleunigt werden, zum Beispiel mit Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen. Intelligente Ablaufsteuerung wird ebenso Realität wie adaptive Assistenzsysteme, die das Handling von Varianten, die Qualitätssicherung oder die Instandhaltung des Maschinenparks unterstützen. Es ergeben sich sogar ganz neue Geschäftsmodelle, etwa Serviceangebote auf Basis von Daten aus Anlagen.

Beachten Sie das erste Highlight
↪ auf Seite 18.

»Daten einsammeln ist das Pflichtprogramm. Aber datenbasierte Wertschöpfung beginnt erst, wenn ich auf der Basis Prozesse verbessere.«

Patrick Müller, CONTACT

Informationen zum Programm
»PLM Professional« finden Sie
↪ auf Seite 67.

Interaktives Lagebild
↪ www.ipk.fraunhofer.de/lagebild



Drei
Fragen
an

Dr.-Ing. Patrick Müller
CONTACT Software GmbH

studierte und promovierte an der Technischen Universität Berlin und war anschließend am Fraunhofer IPK tätig. Von dort wechselte er als Produktmanager in den Themenfeldern PLM und IIoT zu CONTACT. Aktuell ist er für strategische Aufgaben als Mitglied in der Geschäftsleitung aktiv. Zugleich ist er Gründungsmitglied der Unternehmenseinheit CONTACT Research.

Durchgehende Datenflüsse realisieren

Dr.-Ing.
Patrick Müller

CONTACT Software wandelt sich in den letzten Jahren vom PLM-Profi zum IIoT-Anbieter. Wie kommt das? Wir sind groß geworden mit Daten- und Prozessmanagement im Bereich der Produktentwicklung. Doch neue Methoden des Handlings und der Verknüpfung von Daten – auch mit KI – machen es inzwischen sinnvoll, weiter zu schauen: Wie können Daten aus der Produktentstehungsphase direkt in die Produktion übermittelt werden? Wie muss ich Produktionsschritte koppeln mit meinem Logistikkonzept und der Abwicklung des Auftrags, also aus der Perspektive der Informationslogistik? Wie kommt Nutzerfeedback zurück in die Produktoptimierung? Mit den neuen Technologien erreicht man eine Datendurchgängigkeit, die einen Mehrwert für die Prozesslandschaft in Unternehmen generiert. Die Bereitschaft, solche Themen anzufassen, ist in der Industrie massiv gestiegen.

Wie weit sind die Unternehmen in Punkto Datendurchgängigkeit? Weniger weit, als man erwarten würde. Die Produktion wird seit Jahren aufgeräumt, es wird viel automatisiert. Im Bereich durchgehender Datenflüsse besteht dagegen viel

Nachholbedarf. Das hat diverse Gründe. Es gibt zum Beispiel viele IIoT-Plattformen, aber fast alle bedienen ein eingeschränktes Anwendungsfeld. Das macht es schwer, Konnektivität herzustellen, um Daten aus allen relevanten Unternehmensbereichen im Sinne integrierter Anwendungen, beispielsweise Cockpits, zusammenzuführen. Um also Losgröße 1 optimal informationstechnisch zu unterstützen, müssen erst einmal Informationsebenen harmonisiert werden. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IPK entwickeln wir Technologien, die genau das anstreben.

Wissen die Produktionsunternehmen denn, was sie davon haben? Das schon. Vor einigen Jahren wusste man das noch nicht so genau: Was ist ein Digitaler Zwilling in meinem Applikationsbereich? Was heißt Digital Thread für mich? Was bedeutet das überhaupt in Form von Technologie? Da gibt es nun ein deutlich klareres Bild. Es gibt technologische Antworten und damit verbunden auch die Bereitschaft, darauf einzugehen. Jetzt müssen wir all diese Dinge auf die nächste Stufe heben und uns gemeinsam in den Liefernetzwerken für die Kreislaufwirtschaft und eine Industrie 5.0 einsetzen.

Die Plattform CONTACT Elements kann für das digitale Daten- und Prozessmanagement in den Bereichen PLM und IIoT eingesetzt werden und unterstützt zentrale Unternehmensprozesse.

Dazu bietet sie eine sogenannte Composable Architecture nach Gartner, die für unternehmensspezifische Anwendungsfälle individuell zusammengestellt werden kann.

FuE-Highlights zu Datenmanagement, -vernetzung und -analyse

Unsere ausgewählten Aktivitäten zu Datenhandling und -anwendung zeigen, wie wir datenbasierte KI in die Produktion bringen: mit Digitalen Zwillingen, der optischen Identifikation von Bauteilen und der Fehlervorhersage über Prozessdaten.

01

MEHRWERT MIT DIGITALEN ZWILLINGEN SCHAFFEN



Kooperationsvertrag Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für Industrie 4.0-Lösungen

Seit rund zehn Jahren beschreibt der Begriff Industrie 4.0 eine in allen Bereichen durch das Industrial Internet of Things (IIoT) vollständig vernetzte Produktion. Doch obwohl inzwischen 95 Prozent der deutschen Unternehmen das Konzept als Chance begreifen, haben noch immer 66 Prozent Schwierigkeiten bei der Einführung. IIoT-Plattformen sind eine wesentliche Voraussetzung für die effiziente Erhebung und Auswertung von Fertigungsdaten sowie deren Verwertung in Digitalen Zwillingen – die Basis für Industrie 4.0-Anwendungen. Um Unternehmen den Einstieg in die vernetzte Produktion zu erleichtern, sind wir eine strategische Partnerschaft mit der CONTACT Software GmbH eingegangen, um gemeinsam Konzepte, Szenarien, Show Cases und konkrete Prototypen rund um den Einsatz von Digitalen Zwillingen für die Industrie 4.0 zu entwickeln.

Partner:
CONTACT Software GmbH

02

INFORMATIONSKONZEPT FÜR DIE ENTWICKLUNG HYBRID-ELEKTRISCHER ANTRIEBE



Entwicklung und Erprobung integrierter und vernetzter Wertschöpfungsprozesse und integrierter Fertigungskonzepte als Grundlage für ressourcenschonendes Fliegen mittels hybrid-elektrischer Antriebe mit dem Ziel einer europäischen Technologieführerschaft

Ein Beispiel, was man mit Digitalen Zwillingen erreichen kann: Fliegen klimafreundlicher machen. Bei der Entwicklung von elektrischen oder hybrid-elektrischen Antrieben sind zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen. Dazu gehört, elektrische Energie effizient zu

speichern und bereitzustellen oder entsprechende Batteriesysteme zu integrieren. Um das neue Antriebskonzept effizient umzusetzen, haben unsere Forschenden ein lebenszyklusübergreifendes Informationskonzept für den Flugzeugbau entwickelt. Es vernetzt alle Wertschöpfungsschritte digital, sodass vor allem an den Schnittstellen unterschiedlicher Funktionen das Verständnis der Systemabhängigkeiten vertieft wird.

Partner:

- 7 Fraunhofer-Institute
- Rolls-Royce Deutschland

Förderhinweis:

Fraunhofer-Gesellschaft



© Rolls-Royce plc

03



AUTOMATISCHE IDENTIFIKATION UND BEWERTUNG VON ALTEILEN

EIBA: Sensorische Erfassung, automatisierte Identifikation und Bewertung von Altteilen anhand von Produktdaten sowie Informationen über bisherige Lieferungen

Daten- und KI-basierte adaptive Assistenzsysteme können in der Produktion die unterschiedlichsten Aufgaben unterstützen. Etwa die Wiederverwendung von Altteilen: Nicht jedes gebrauchte Bauteil ist »reif für die Tonne«. Viele können weiterverwendet werden – vorausgesetzt, sie werden zuverlässig identifiziert. Doch viele Produktmodelle unterscheiden sich nur geringfügig oder sind aufgrund von Rost, Verschmutzung oder fehlenden Teilen schwer zu identifizieren. Wir haben eine Technologie entwickelt, die mit KI Objekte identifiziert, unabhängig von Zustand und Markern. Die KI lernt mit jeder

Anwendung dazu. Sie kann sich automatisch an neue Objekte und veränderte Umgebungsbedingungen anpassen und verbessert sich kontinuierlich.

Partner:

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Circular Economy Solutions GmbH
- TU Berlin, Fachgebiet Handhabungs- und Montagetechnik

Förderhinweis:

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Förderprogramms »Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)« unter dem Förderkennzeichen 033R226 gefördert.



04



SCHWEISSFEHLER ÜBER PROZESS-DATEN ERKENNEN

Aktuell ist es kaum möglich, Schweißnähte in Großserien zu prüfen, ohne das Ergebnis zu zerstören. Gleichzeitig steigt die Vielfalt an Sensoren, die in Schweißprozessen eingesetzt werden. Auch die Möglichkeiten der Datenausgabe an Schweißanlagen erweitern sich kontinuierlich. Allerdings reicht eine einzelne Datenquelle für sich genommen in der

Regel nicht aus, um einen guten Rückschluss auf das Ergebnis zu erzielen. Wir entwickeln Methoden, die mehrere Sensordaten gemeinsam auswerten. So wird eine zuverlässige Prüfung des Schweißprozesses möglich, auf deren Basis sogar bei Abweichungen wie Spritzer- oder Porenbildung gegengesteuert werden kann.

Fertigungssysteme und Produktionssteuerung

Fertigung ohne Takt und Band

Das wichtigste Argument für eine datengetriebene, vernetzte Fertigung liegt in ihrem Potenzial, Flexibilität in die Produktion zu bringen. Lange Zeit waren starre Produktionsstrukturen alternativlos, wenn schnelle Durchläufe gefragt waren. Jetzt werden sie obsolet. Statt hochintegrierter, fest verketteter Anlagen favorisieren Produktionsfachleute zunehmend modulare Anlagensysteme, die flexibel kombiniert werden.

Unsere Lösungen für dieses Themenfeld

- **Agiles Prozessmanagement** für flexible Produktionsorganisation
- **Virtuelle und physische Adapter und Sensoren** als Basis für Vernetzung
- **Modulare Shopfloor IT** zur Synchronisierung heterogener Produktionssysteme
- **Intraprozesslogistik** mit fahrerlosen Transportsystemen
- **Teilautonome Prozessketten** bis hin zu selbstorganisierender Produktion
- **Virtuelle Inbetriebnahme** mit digitalen Prozess-, Fabrik- und Anlagenzwillingen

Die Effizienz von Serienprozessen und fest verketteten Produktionslinien ist unbestritten. Wenn ein Prozessschritt zuverlässig in den nächsten greift, werden Aufträge in kurzer Zeit abgearbeitet. Aber starre Produktionsstrukturen haben auch Nachteile. Der größte: Es ist aufwendig bis unmöglich, damit kundenindividuelle Spezialaufträge zu realisieren. Die sind in vielen Unternehmen aber längst Alltag, selbst im klassischen Seriengeschäft. Manche Anbieter operieren mit 50 000 Systemprodukten bei jährlichen Wiederholraten von 1,4.

Soviel Agilitätsbedarf macht hochintegrierte Anlagen unwirtschaftlich. »Hochintegration ist das Gegenteil von agil. Da sind Neuprogrammierungen für Kunden, die Spezialfeatures brauchen, viel zu aufwendig und teuer«, resümiert Dr. Hübert von BIOTRONIK. Mit dieser Einschätzung ist er nicht allein. Unternehmen, die einen großen Teil ihrer Produkte nur einmal herstellen, nehmen viele Prozessschritte in Handarbeit vor. Umfassende Automatisierung lohnt für sie nicht, sie favorisieren stattdessen kleinere, hochflexible Anlagentechnik.

Vernetzung macht die Fabrik der Zukunft hochgradig flexibel

Maschinenbauer und Systemlieferanten reagieren inzwischen auf diesen Bedarf. »Stellen Sie sich eine Fabrik vor, in der nur Boden und Decke fix sind, der Rest ist flexibel«, skizziert Sven Hamann von Bosch die Fabrik der Zukunft. »Darin stehen Roboter, mobile Einrichtungen, Handarbeitsplätze mit Bedienungsführung oder wiederverwendbare Standardmaschinen. All das kann ich in kürzester Zeit neu anordnen und konfigurieren.« In solch einer Produktionsumgebung sind die Maschinen produktagnostisch: Mit derselben Anlage werden verschiedenste Varianten eines Produkts produziert – oder unterschiedliche Produkte.

In der flexiblen Fabrik wird der Netzwerkknoten ein ebenso essenzieller Maschinenbestandteil wie das Spannfutter. Denn die Verkettung von Produktionsschritten erfolgt informationstechnisch. Eine große Aufgabe, weil dazu Anlagen in Dialog gebracht werden müssen, die von verschiedenen Herstellern stammen oder heterogene Standards verwenden. Das lässt sich zum Beispiel mit IT-Adaptoren umsetzen, die die Maschinensteuerung für Vernetzung öffnen. Ergebnis ist idealerweise eine selbstorganisierende Produktion, wie sie das Fraunhofer IPK vorantreibt. Darin kommunizieren und kooperieren sämtliche Fertigungsinstanzen – Menschen, Werkstücke, Maschinen und Werkzeuge – direkt miteinander. So kann zum Beispiel ein Werkstück eigenständig seinen Weg durch die Fertigung organisieren, indem es passende Bearbeitungsressourcen anfragt. Bearbeitungsstationen bieten freie Kapazitäten an oder lehnen ab, wenn ihre Datenlage auf einen Wartungsbedarf hindeutet.

Automatisierungslevel kann unterschiedlich ausfallen

Der Automatisierungsgrad kann je nach Unternehmen sehr unterschiedlich ausfallen. Daher gibt es keine universelle Antwort auf die Frage, wie Industrie 4.0 aussieht. Manche Unternehmen profitieren am meisten von einer digital unterstützten Prozesssteuerung. Diese kann im einfachsten Fall lediglich von einer Station zur nächsten das Wissen darüber weitergeben, um welchen Auftrag es sich handelt, welche Bauteile dazu gehören und wie sie im nächsten Schritt zu bearbeiten sind. Autonomere Ablaufsteuerungen sprechen die Anlagen direkt an, um Prozesse zu orchestrieren. Mit modellbasierten, modularen Konzepten

Agiles Prozessmanagement
untersuchen wir im Projekt »MAP«
↳ www.ipk.fraunhofer.de/map

»In der Fabrik der Zukunft ist alles flexibel, kann in kürzester Zeit neu angeordnet und konfiguriert werden.«

Sven Hamann, Bosch Connected Industry

»Unsere Produktionseinrichtungen werden produktagnostischer. Egal wie das Produkt aussieht, sie müssen es produzieren.«

Christoph Hübert, BIOTRONIK

Modulare Shopfloor IT
↳ www.ipk.fraunhofer.de/msfit

können Prozessschritte dabei in immer neue Abläufe kombiniert werden. So wird die Produktion variabel und kundenindividuelle Fertigung oder schnelle Reaktionen auf Ausnahmesituationen werden mühelos machbar. Das erhöht nicht zuletzt die Resilienz gegenüber Krisensituationen.

Für manche Betriebe wird es sich weiterhin lohnen, bestimmte Prozessteile voll zu automatisieren. Besonders geeignet sind die Kommissionierung, die Maschinenbestückung oder auch Werkzeugwechsel. Mit KI-basierten Methoden der optischen Erkennung lassen sie sich auch bei wechselnden Produktrohlingen oder Werkzeugtypen effizient gestalten.

Logistiklösungen ins Prozessmanagement einbeziehen

Auch für die Intraprozess-Logistik bieten sich umfassend automatisierte Lösungen an. Dies ist ein Gebiet, das in der Fertigungslehre lange Zeit nur ein Randthema bildete. »Bisher wird die Logistik im Prozess gemeinhin nicht als Teil der Wertschöpfung verstanden, doch dieses Denken ist nicht mehr zeitgemäß«, meint Prof. Helmut-Joseph Schramm, Leiter internationale Produktion BMW Motorrad und Mitglied unseres Kuratoriums. Denn wer Takt und Band verlässt, braucht alternative Lösungen, damit das Produkt im Produktionsprozess von A nach B kommt und an jeder Bearbeitungsstation das erforderliche Material bereitsteht.

An dieser Stelle kommen zum Beispiel fahrerlose Transportsysteme (FTS) oder Automated Guided Vehicles (AGV) ins Spiel. Sie lassen sich sogar in die Ablaufsteuerung integrieren – die Logistik wird integraler Teil des Produktionsprozesses. Dieses Konzept wendet die Daimler Truck AG an. »In einigen unserer Werke fahren die Fahrzeugkabinen nicht mehr auf dem Band, sondern auf AGV von einer Bearbeitungsstation zur nächsten«, berichtet Dr. Anne-Katrin Tomys-Brummerloh, Managerin Montageplanung und Implementierung innovativer Technologie bei Daimler Truck. »Das AGV führt die Information mit, welche Produktionsnummer es gerade fährt. Wenn es in eine Station einläuft, wird dort der Arbeitsauftrag ausgelesen.«

Methodenbaukasten von Fertigungsfachkräften erweitert sich

Wenn Produktionsanlagen und andere Shopfloor-Einrichtungen flexibel in immer neue Prozesse zusammengesteckt werden, sollten sich auch die Methoden und Technologien für Pilotierung und Absicherung ändern. Digitale Zwillinge und virtuelle Inbetriebnahme spielen hier eine entscheidende Rolle. Mit ihnen lässt sich prüfen, ob bei einer Neuordnung jede Maschine an den vorgesehenen Platz passt und die Anordnung sinnvoll ist. Wird ein Prozess neu konfiguriert, kann sichergestellt werden, dass er reibungslos durchlaufen wird. So werden Ausfallzeiten bei Inbetriebnahme und Rekonfiguration gering gehalten.

Durch all diese neuen Ideen verändert sich die Sicht darauf, was »der Produktionsprozess« umfasst und wie er zu gestalten ist. Die Interaktion mit IT und Logistik erweitert die Aufgabengebiete in der Systemgestaltung. Expertinnen und Experten unterschiedlicher Domänen müssen viel stärker als bisher zusammenarbeiten. Am Fraunhofer IPK ist das bereits gelebte Realität. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass künftig digitale Technologien ebenso wie Logistiklösungen Domänenwerkzeuge der Produktionstechnik werden.

Im Projekt »PoWer« entsteht ein automatisiertes Wechselsystem für Wendeschneidplatten
www.ipk.fraunhofer.de/power

»In der flexiblen Produktion ist die Logistik eine wichtige Querschnittsfunktion.«

Helmut-Joseph Schramm,
BMW Group

Drei Fragen an



Flexible Produktionsprozesse ganzheitlich denken

Prof. Dr.-Ing.
Helmut-Joseph Schramm

Was motiviert Sie, Produktionsabläufe bei BMW Motorrad zu flexibilisieren?

Wir haben die größte Variantenvielfalt in der Motorradindustrie. Individualität ist quasi ein Markenzeichen von BMW Motorrad. Kein Bike ist wie das andere, jeder Kunde kann sich sein Motorrad individuell zusammenstellen. Im Berliner BMW Group Werk arbeiten wir mit rund 11 000 lebenden Sachnummern – die Komplexität, die sich daraus ergibt, ist nur mit intelligenten Lösungen zu handhaben. Flexibilität ist zudem ein entscheidendes Instrument zur Erhöhung der Resilienz. Durch unser flexibles Produktionssystem sind wir als Team auch in Zeiten hoher Volatilität erfolgreich.

An welche Art intelligenter Lösungen denken Sie da?

Die Palette der Möglichkeiten reicht von intelligenten Lösungen zur Fertigung von kundenindividuellem Design innerhalb des Serienfertigungsprozesses bis zur Vernetzung der Produktionsabläufe mit Methoden der Künstlichen Intelligenz. Ein Beispiel aus der sogenannten Smart Logistics sind intelligente Roboter, die den Produktionsprozess erleichtern. Wie etwa der »Sortbot«. Dieser sortiert autonom ca. 5000 Leergut-Behälter

Das BMW Motorradwerk in Berlin ist Leitwerk der internationalen BMW Motorradproduktion. Dort entstehen Motorräder für den Export in über 130 Länder.

am Tag, stapelt diese und stellt sie schließlich der Logistik zur Abholung bereit. Dabei ist der Roboter durch eine 3D-Kamera in der Lage, die verschiedenen Behälterformen und Typen zu identifizieren und diese mittels Künstlicher Intelligenz auf die richtige Palette zu sortieren. Wichtig ist, dass wir stets den gesamten Produktionsprozess betrachten.

Was meinen Sie damit?

Die sogenannte Intraprozess-Logistik spielt eine ganz entscheidende Rolle. Ich nehme wahr, dass in der Produktion die Logistik zwischen den Bearbeitungsschritten häufig vernachlässigt wird. Sie ist jedoch eine wichtige Querschnittsfunktion: Produktionsabläufe scheitern meist nicht an einzelnen Produktionsschritten wie beispielsweise der spanenden Bearbeitung, sondern an der Abstimmung vom einen zum nächsten Prozessschritt – zum Beispiel, wenn beim nächsten Bearbeitungsschritt Material fehlt. Deswegen kommen wir ohne Smart Logistics nicht zu sich selbst optimierenden Systemen.

Mit Unterstützung des Fraunhofer IPK entwickelt BMW Motorrad eine Technologie, mit der kundenindividuelles Design in einen Serienfertigungsprozess integriert wird.

Prof. Dr.-Ing. Helmut-Joseph Schramm
BMW Group

leitet seit 2017 die weltweite Produktion von BMW Motorrad sowie das BMW Motorradwerk in Berlin-Spandau. Seit 2004 ist er zudem Honorarprofessor für das Fachgebiet Logistik- und Produktionswirtschaft an der Technischen Hochschule Wildau.

FuE-Highlights zu Fertigungssystemen und Produktionssteuerung

Unsere Referenzen aus dem Themenfeld Fertigungssysteme und Produktionssteuerung zeigen, wie wir Prozesse autonomer machen und welche Lösungen wir für ihre Pilotierung und Inbetriebnahme entwickeln.



01 MONTAGELINIEN SCHNELLER EINRICHTEN MIT DIGITALEN ZWILLINGEN



Roboterbasierte Pilotanlage für die Absicherung komplexer Automatisierungsprozesse

Die Automatisierung von Montagelinien kostet Unternehmen viel Geld und Zeit. Ein großer Teil dieser Aufwendungen fließt in Pilotanlagen, an denen die automatisierten Prozesse entwickelt und sorgfältig geprüft werden. Denn Fehler im Entwurf eines automatisierten Prozesses haben oft einen erheblichen Mehraufwand zur Folge. Wir haben eine Pilotanlage entwickelt, an der verkettete Produktionsanlagen mithilfe eines digitalen Zwillings kostengünstig entwickelt und komplexe Prozesse sicher getestet werden können – mit vergleichsweise geringen Investitionskosten. Die Zeit für Aufbau und Neukonfiguration reduziert sich auf ein Drittel.

02 AUTONOME FERTIGUNG ELEKTRISCHER ANTRIEBE FÜR INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN



Elektrische Antriebe: Forschungsprojekt Produktionstechnischer Wandel, Werner-von-Siemens Centre for Industry and Science (WvSC)

Wie lassen sich elektrische Antriebe für die Metallindustrie, den Bergbau oder die Energie-, Öl- und Gaswirtschaft wettbewerbsfähig und dennoch ressourcenschonend herstellen? Die Digitalisierung bietet hier enorme Chancen. In Kooperation mit dem Werner-von-Siemens Centre realisieren wir durchgängig digitalisierte und automatisierte Produktionsketten, die eine schnelle Inbetriebnahme von elektrischen Maschinen gewährleisten. Zudem stellen wir Methoden und Technologien rund um elektrische Maschinen bereit: Wir gestalten Digitale Zwillinge für die Konstruktion und Herstellung von elektrischen Antriebskomponenten, entwickeln neue Technologien für deren Additive Fertigung und definieren Prozesse für eine vorausschauende Wartung und Instandhaltung.

Ausgewählte Partner:

- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
- Siemens AG
- Technische Universität Berlin

Förderhinweis:

Dieses Projekt wird kofinanziert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).



03 TRAININGS IN VIRTUAL REALITY AUF BASIS EINER VIRTUELLEN INBETRIEBNAHME



VR-basierte Entwicklungswerkzeuge für die virtuelle Inbetriebnahme

Bei der Integration neuer Roboteranlagen in eine Fertigungsumgebung werden Verhalten und Bahnverlauf aufwendig an die räumliche Situation am Standort angepasst. Geschieht dies real vor Ort, geht wertvolle Zeit verloren, in der der Roboter nicht für den produktiven Betrieb zur Verfügung steht. Wirtschaftlicher ist es, große Teile der Einrichtung mithilfe intuitiver Virtual-Reality-Methoden vorzunehmen. Unsere Forschenden haben eine Softwarearchitektur entwickelt, die eine vollständige immersive virtuelle Inbetriebnahme von Roboterkinematiken inklusive Kollisionsanalyse ermöglicht. Digitale Zwillinge berücksichtigen dabei den realen Anlagenzustand. Das erhöht die Genauigkeit der Simulation und senkt Entwicklungszeiten. Mit ViCom-Game-Train, einer Extended-Reality-basierten Trainingsumgebung, kann zusätzlich Instandhaltungspersonal schnell und kostengünstig für die Arbeit mit den Systemen geschult werden.

Partner:

- Baby Giant Hollyberg GmbH
- BenThor automation s.r.o.

Förderhinweis:

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.



04 AUTOMATISIERTE MASCHINEN- BELADUNG MIT MOBILEN ROBOTERN



Tend-O-Bot

Um die Flexibilisierung der Fabriksteuerung aus der Leitebene auf den Hallenboden zu bringen, bedarf es neuer Lösungen für automatisierte Handhabungs- und Transportsysteme. Bisher verfügbare Systeme setzen starre und sorgfältig strukturierte Umgebungen für den Einsatz von robotischen Lösungen voraus. Deshalb entwickeln wir Algorithmen, die die sensorischen und kognitiven Fähigkeiten von Robotersystemen erweitern. So erschließt die Kombination dieser Algorithmen neue Anwendungen, wie die Kombination eines

Leichtbau-Industrieroboters mit einem autonomen Transportsystem (AMR) für die automatisierte und schnelle Maschinenbeladung. Das System ermöglicht zudem das automatische Handhaben unterschiedlicher Werkstücke bis hin zu vorab unbekanntem Objekten ohne manuelle und auftragsindividuelle Programmierung des Roboters.

Förderhinweis:

Fraunhofer-Gesellschaft



Intelligente mechatronische Anlagentechnik

Wenn die Maschine ihren Zustand meldet

Auch wenn das zentrale Anliegen von digital integrierter Produktion oder Industrie 4.0 die Vernetzung von Industrieanlagen ist – die einzelne Maschine bleibt ein zentraler Ansatzpunkt für Optimierung. Das aus mehreren Gründen: Vernetzung erfordert Schnittstellen, die zunächst an der individuellen Anlage realisiert werden müssen. Und auch bei Themen wie der Ressourceneffizienz geht auf der Anlagenebene die Entwicklung stetig weiter.

Unsere Lösungen für dieses Themenfeld

- **Sensorik für Anlagen** für Erstausrüstung und Retrofit
- **Bearbeitungsstrategien und -technologien** für neue Werkstoffe
- **Kraftgeregelte und handgeführte Robotik** für Bearbeitung und Handling
- **Innovative Fertigungsverfahren** wie Additive Fertigung oder Spritzguss mit metallischen Werkstoffen
- **Sensorintegration** in additiv gefertigte Bauteile

Vernetzte Prozesse fußen auf Daten aus einzelnen Anlagen. Maschinen – ob Werkzeugmaschine oder Roboter – erhalten immer mehr Digitalfunktionen. Dafür gibt es mehrere Gründe. »Flexibilisierung spielt eine Rolle«, erklärt Dr. Kriwet von Festo. »Die Anlagen sollen schneller umrüstbar sein. Also bevorzugen viele Maschinenbauer zunehmend elektrische Antriebstechnik gegenüber pneumatischer, weil man damit Zwischenpositionen anfahren kann.« Da bei elektrischer Antriebstechnik zudem die Bewegungsdynamik präziser geregelt werden kann als bei pneumatischer, erreicht sie auch hochwertigere Ergebnisse.

Vor allem aber ermöglicht die Integration von Elektronik, den Zustand und das Verhalten von Anlagen laufend zu überwachen und in Digitalen Anlagenzwillingen abzubilden. So können Produktions- und Umgebungseinflüsse erkannt und korrigiert sowie Anpassungen vorab simuliert werden. Damit lassen sich Prozesse effizienter einstellen als je zuvor. Zudem kann frühzeitig eingegriffen werden, wenn ein Prozess unrund läuft oder ein Maschinenschaden droht.

Sensorik überwacht Maschinen und unterstützt ihre Regelung

Die Basis bilden in die Anlagen integrierte Sensorik und Netzwerktechnologien. Diese Komponenten werden immer günstiger. »Früher kostete die Mechanik 100 Euro und gewisse elektronische oder sensorische Ausstattung 200«, berichtet Dr. Kriwet. »Inzwischen kostet die Mechanik immer noch 100, aber die Sensorik und Elektronik nur noch zwei Euro. Jetzt macht es Sinn, die Mechanik mit sehr viel mehr Elektronik, Sensorik und Kommunikationstechnik aufzuwerten.«

Der Benefit besteht in der exakten Überwachung von Parametern wie Temperaturen, Vibrationen und Energieverbrauch. Algorithmen des Maschinellen Lernens und der Künstlichen Intelligenz können aus solchen Daten zum Beispiel lernen, wie der »Normalzustand« einer Maschine aussieht – und warnen, wenn Abweichungen vom Soll auftreten oder sich problematische Trends abzeichnen. So können im Sinne einer smarten und vorausschauenden Instandhaltung Wartungen vorgenommen werden, ehe eine Maschine ausfällt. Das ermöglicht völlig neue Maintenance-Konzepte.

Doch auch die Einrichtung und das optimale Fahren von Bearbeitungsprozessen profitieren massiv von intelligenter Datenanalyse auf Basis von Sensorik. »Analysesysteme können unerkannte Verbesserungspotentiale in Prozessen aufzeigen. Die vorgeschlagenen Parameterveränderungen haben die Qualität von Expertenempfehlungen in Tests erreicht, zum Teil sogar übertroffen«, berichtet Dr. Volker Trinks, Vice President Technologie und Entwicklung Tubing bei der SCHOTT AG. Knappe oder teure Ressourcen wie Energie können so sparsamer und effizienter eingesetzt werden als bisher. Und noch ein Aspekt spielt eine Rolle: Wenn Maschinen ihre Prozesse mit KI ein Stück weit autonom optimieren, wird Qualität mit größerer Konstanz erreicht. Zudem kann Know-how einfach und sicher an verschiedene Standorte transferiert werden, wenn es als automatisierter Ablauf in einer Anlage gekapselt ist.

Hardware für Digitalfunktionen muss langlebig sein

Voraussetzung ist eine sorgfältige Auswahl der elektronischen Komponenten, denn für den Maschinenbau ist es ein Problem, dass die Entwicklungszyklen im

»Mit dem Einsatz von unseren KI-Lösungen in den Werken erreichen wir Einsparungen von mehreren Millionen Euro.«

Sven Hamann,
Bosch Connected Industry

Elektronikbereich immer kürzer werden. Viele elektronische Geräte werden mit Blick auf Massenmärkte entwickelt, die schnelle Systemwechsel im Interesse immer größerer Leistung und Kapazität wünschen. Der Maschinenbau braucht größere Konstanz. Manche Unternehmen haben inzwischen Schwierigkeiten, Komponenten zu finden, die auch nur fünf Jahre verfügbar sind. Daraus folgen immense Anforderungen an die Flexibilität der Software und der Entwicklung.

Die Gefahr, dass eine teure Werkzeugmaschine stillsteht, weil ein drei-Euro-Sensor ausfällt oder eine Steuerungssoftware nicht mehr aktualisiert werden kann, sieht man auch bei KAPP NILES und Festo. Ziel muss aus Sicht der Anlagenhersteller daher sein, eine gute Balance zu finden zwischen dem Mehrwert, den man durch Digitalisierung erreicht und dem damit einhergehenden Aufwand und Risiko. Vor diesem Hintergrund ist denkbar, elektronische Komponenten in Maschinen austauschbar zu halten. Auch Retrofit ist eine gangbare Option.

Fertigungsverfahren für neue Werkstoffe und Komponenten

Optimierungspotenzial besteht im Anlagenbereich jedoch auch jenseits von elektronischer Aufwertung. Bearbeitungsstrategien für neue, nachhaltige Materialien beschäftigen die Unternehmen ebenso wie urformende Verfahren, mit denen sich beispielsweise Komponenten aus unterschiedlichen Werkstoffen einfach integrieren lassen. Ein Thema ist hier Formgebung mit metallischen Werkstoffen um mit anderen Verfahren hergestellte Komponenten herum. Spritzgießen kommt dazu ebenso infrage wie additive Herstellungsverfahren.

Besonders im Automotive-Bereich besteht vor dem Hintergrund neuer Antriebskonzepte, kürzerer Produktzyklen und neuer, umweltfreundlicher Hochleistungswerkstoffe ein großer FuE-Bedarf. »Nur ein Beispiel: Die E-Mobilität erfordert andere Schleiftechnik, weil feinere Oberflächenstrukturen gebraucht werden«, berichtet Martin Kapp von KAPP NILES. Am Fraunhofer IPK entwickeln wir Technologien für die Hochleistungsbearbeitung, die höchsten Anforderungen an Produktivität, Zuverlässigkeit und Ressourceneffizienz gerecht werden.

Neue Regelungsverfahren machen Robotik universell einsetzbar

Wenn es darum geht, Fertigungsumgebungen so einzurichten, dass man sie jederzeit flexibel an neue Aufgaben anpassen kann, wird auch Anlagentechnik jenseits der klassischen Werkzeugmaschine interessant. Der Robotik-Markt etwa erwartet für 2022 zweistellige Wachstumsraten, wie der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) Anfang des Jahres vermeldete. Roboter haben in den letzten Jahren viel »dazugelernt«: Moderne Kraftregelung und neue Lösungen zur Mensch-Roboter-Kooperation machen sie zu universell und sogar mobil einsetzbaren Bearbeitungs- und Montagemaschinen.

Besonders flexibel werden Roboter, wenn Menschen sicher auf engem Raum mit ihnen zusammenarbeiten können. Dann muss die Bahnführung nicht bis zum letzten Millimeter programmiert werden. Der Mensch kann den Roboter manuell feinjustieren. Vor diesem Hintergrund resümiert Prof. Schramm von BMW: »Ich bin überzeugt, dass der weitere Ausbau der smarten Interaktion von Mensch und Roboter die Zukunft prägen wird.« Auch neue Konzepte zur Programmierung, etwa auf Basis von Gesten, erleichtern die schnelle Einrichtung.

»Wir sehen einen starken Trend, die klassische Robotik durch stationäre und mobile MRK-Roboter zu ergänzen.«

Holger Klempnow,
KleRo Roboterautomation

Mehr dazu unter

↳ www.ipk.fraunhofer.de/produktionsverfahren

Drei Fragen an

Technologien und Anlagen für eine digital integrierte Produktion

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann



Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann
Fraunhofer IPK

leitet das Fraunhofer IPK sowie das Fachgebiet Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik an der Technischen Universität Berlin. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung und Optimierung von Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen sowie in der Leistungssteigerung und der Erhöhung der Ressourceneffizienz von Fertigungsprozessen.

Welches Gewicht hat in Industrie 4.0 die Optimierung von Produktionsanlagen?

Am Fraunhofer IPK verwenden wir statt »Industrie 4.0« lieber den Begriff »digital integrierte Produktion«, um klarzustellen, dass die Produktion im Vordergrund steht. Die Digitalisierung betrachten wir als Hilfsmittel, um Prozesse – auch die eigentlichen Fertigungsprozesse – zu unterstützen. Gleichwohl wird es auch künftig nötig sein, Ingenieurs-Know-how in diese Fertigungsprozesse und damit auch in die Anlagen, auf denen sie ablaufen, zu stecken, um diese zu optimieren.

Wo sind da die Entwicklungsbedarfe?

Unsere Zeit ist geprägt von disruptiven Veränderungen, die neue Denkweisen in der Produktion erfordern. Neue, umweltfreundliche Materialien und Fertigungsprozesse müssen

entwickelt werden. Auch Aspekte wie Null-Emission- und Null-Fehler-Produktion rücken in den Vordergrund. Das geht nicht ohne in geeigneter Weise angepasste Anlagen.

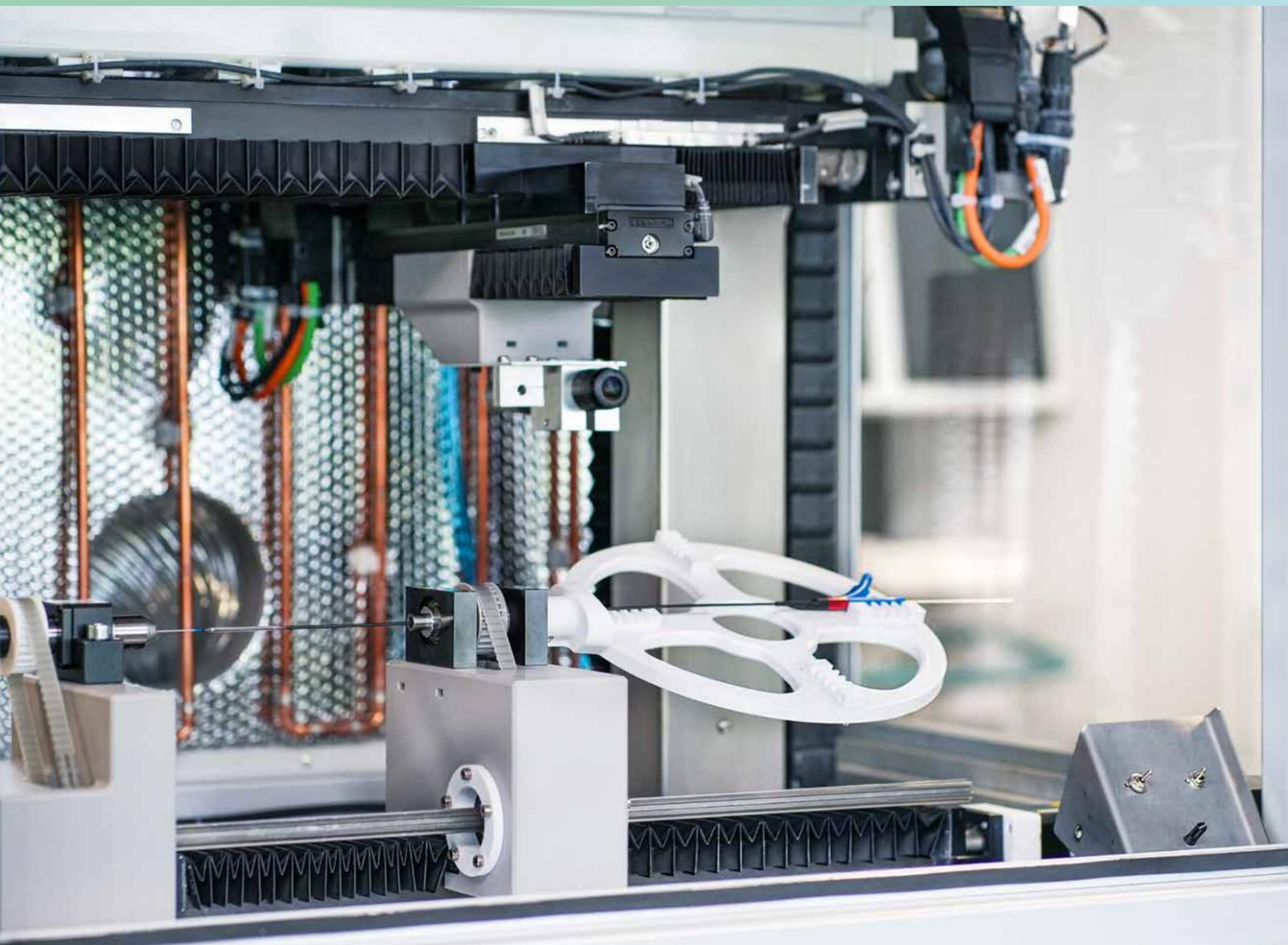
Wie wirkt sich die »digital integrierte Produktion« auf Anlagenhersteller aus?

Produktionsanlagen müssen intelligent werden, ihre Prozesse eigenständig überwachen und optimieren und mit ihrer Umwelt kommunizieren. Kurz gesagt, sie müssen sich zu cyberphysischen Systemen entwickeln. Dazu braucht es neben Software auch in die Anlagen integrierte Sensoren und Aktoren. Anlagenhersteller, die bislang auf den eigentlichen Fertigungsvorgang fokussiert waren, müssen hier ihre Kompetenzen erweitern oder strategische Partnerschaften mit entsprechenden Know-how-Trägern eingehen.

Anteil der Industrie am Bruttosozialprodukt	28 %	Ingenieurinnen und Ingenieure in Deutschland	660 000
Beschäftigte in Betrieben des verarbeitenden		Digitalisierungsgrad Deutschlands im EU-Vergleich	Platz 11
Gewerbes in Deutschland	5,5 Mio.	Wachstumsrate der Sensorbranche (2021)	+20 %

FuE-Highlights zu intelligenter mechatronischer Anlagentechnik

Intelligente Anlagentechnik ist ein Kerngeschäft des Fraunhofer IPK. Unsere Highlights sind Neuentwicklungen für Anwendungsgebiete aus der Medizin, dem Leichtbau im Automotive-Bereich und der Additiven Fertigung.



02 NEUE TECHNOLOGIEN ZUR HERSTELLUNG VON CFK-BAUTEILEN



MAI CompCar: Hochleistungsformpressen und Bearbeitung von CFK-Dickbauteilen für strukturelle Anwendungen

Damit Fahrzeuge effizienter und nachhaltiger werden, bemühen sich Unternehmen im Automotive-Sektor verstärkt, Gewicht zu reduzieren. Kohlenstofffaserverstärkte Polymere (CFK) versprechen, Fahrzeuge leichter zu machen und trotzdem die notwendige Festigkeit der Bauteile zu erhalten. Allerdings stellen CFK-Bauteile die Automotive-Unternehmen vor technische Herausforderungen in Bezug auf Kosteneffizienz und Produktionsvolumina. Im deutsch-brasilianischen Projekt »MAI CompCar« engagieren wir uns daher gemeinsam mit 16 internationalen Partnern für die Entwicklung von Verarbeitungstechnologien für Hochleistungswerkstoffe. Dazu gehören Fräsbearbeitung und Kühlstrategien sowie optische Qualitätskontrolle.

Ausgewählte Partner:

- Composites United Leichtbau-Forschung gGmbH
- Institute for Technological Research of the State of São Paulo
- Maxion Structural Components
- Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH
- Solvay Composite Materials

Förderhinweis:

Das IGF-Projekt Nr. 312 EN wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen von CORNET: Collective Research Networking gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

01 NEUE MASCHINE ZUR BESCHICHTUNG VON BALLONKATHETERN



Heliko: Automatisierte und prozesssichere Wirkstoffbeschichtung von Ballonkathetern

Durch Kalkablagerungen verursachte Verengungen in den Herzkranzgefäßen werden immer öfter mithilfe von Ballonkathetern geweitet. Die Katheter werden vorab mit Medikamenten beschichtet, die verhindern, dass die Arterie erneut verschließt. Bisher werden solche Ballons manuell beschichtet. Gemeinsam mit Partnerunternehmen entwickeln unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine neue Anlage, die diesen zeitaufwendigen Vorgang automatisiert.

Partner:

- InnoRa GmbH
- Organical CAD/CAM GmbH

Förderhinweis:

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

GEFÖRDERT VOM



03

MENSCH UND ROBOTER IN ENGER ZUSAMMENARBEIT

**SHERLOCK: Nahtlose und sichere humanzentrierte Roboterapplikationen für neuartige kollaborative Arbeitsräume**

Unmittelbare Zusammenarbeit von Mensch und Roboter (Human Robot Collaboration, HRC) ist aus Sicherheitsgründen bisher nur mit Leichtbaurobotern möglich. »SHERLOCK« setzt an, wo Leichtbauroboter an ihre Grenzen kommen: Im Projekt entstehen Design-, Planungs- und Regelungsmethoden, die eine Mensch-Roboter-Kollaboration mit Robotern höherer Traglast in größeren Arbeitsbereichen ermöglichen. Zu den von SHERLOCK entwickelten Technologien gehören die Kommunikation über AR/VR-Systeme, die Erkennung

menschlicher Absichten und flexible Planungsalgorithmen. So kann der Roboter, der die schwere Last trägt, die Grobpositionierung vornehmen, während der Mensch nur auf hohem Niveau Auskunft darüber gibt, welches Ziel gerade angestrebt wird, und die Feinpositionierung vornimmt.

Ausgewählte Partner:

- University of Patras
- COMAU SPA
- Pilz GmbH & Co. KG
- Fundacion Technalia Research & Innovation
- Light & Shadows

Förderhinweis:

Dieses Projekt wird vom Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union unter der Fördernummer: 820689 – SHERLOCK finanziert.



© COMAU

04 IN FÜNF AUTOMATISIERTEN SCHRITTEN ZUM REPARIERTEN BAUTEIL

**Automatisiertes Reverse Engineering für defekte Bauteile**

Wenn ein Anlagenbauteil kaputt geht, ist eine Reparatur häufig umweltfreundlicher als die Verwendung einer neuen Komponente. Für das Ausbessern defekter Bauteile werden zunehmend additive Technologien herangezogen, auch bei metallischen Werkstoffen. Doch der Prozess ist mit viel Handarbeit verbunden. Unsere Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen haben daher eine durchgängige Reparatur-Prozesskette entwickelt, bei der Bauteile in fünf Schritten digital erfasst und mithilfe der Directed-Energy-Deposition-(DED)-Technologie repariert werden. Zunächst wird ein 3D-Scan des Bauteils angefertigt, in dem anschließend defekte Bereiche oder Geometrien erfasst werden. Daraus wird ein Differenzvolumen abgeleitet, also eine 3D-Darstellung des Bereichs, der aufgefüllt oder anderweitig repariert werden muss. Für dieses Volumen wird dann eine CAM-Planung vorgenommen, ehe im letzten Schritt die Reparatur mittels DED und finaler Nachbearbeitung vorgenommen wird.

Wissen und Assistenz in der Produktion

Der Mensch im Mittelpunkt

Auch wenn Künstliche Intelligenz und autonome Lösungen zunehmend die Fertigung erobern: Ohne qualifizierte Mitarbeitende geht in der Produktion nichts. Und die sind vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und des Fachkräftemangels immer schwerer zu kriegen. Daher ist es umso wichtiger, Menschen in der Produktion bestmöglich zu unterstützen, ihr Wissen zu übertragen und ihre Arbeitsfähigkeit möglichst lange zu erhalten.

Unsere Lösungen für dieses Themenfeld

- **Semantische Datenstrukturen** als Basis für intelligente Interpretation
- **Entscheidungsvorbereitung** auf Basis automatisierter Datenauswertung
- **Interaktive Assistenzsysteme** mit kontextsensitiver Benutzendenführung
- **Ergonomie- und Kraftunterstützung** mit körpergetragener Robotik
- **Wissens- und Kompetenzmanagement** mit effektiven, systematischen Lösungen
- **Serious Games und Lernfabriken** zur Qualifizierung für die digitale Transformation

Mit Rohstoffknappheit, Lieferkettenproblemen und Klimaneutralität steht die Industrie derzeit vor vielen Herausforderungen – aber eine der drängendsten ist der Fachkräftemangel. Denn ohne qualifizierte Kräfte lassen sich auch die anderen Aufgaben nicht angehen. Automatisierte und autonome Systeme können das Problem abfedern, aber nicht lösen, denn: »Jede Automation braucht Fachpersonal, das wesentliche Entscheidungen mit trifft,« urteilt Holger Klempnow, Geschäftsführer der KleRo GmbH Roboterautomation. »Ohne dieses Personal ist in naher Zukunft nicht zu erwarten, dass eine Produktionshalle vernünftig läuft.« Ein wesentlicher Aspekt: Die menschliche Fähigkeit, flexibel auf Störungen und unerwartete oder neue Situationen zu reagieren, lässt sich auch mit KI noch lange nicht technisch nachbilden. Gerade in Krisen- und Ausnahmesituationen sind die Mitarbeitenden daher ein entscheidender Resilienzfaktor.

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und eines Wertewandels bei den jüngeren Generationen ist nicht zu erwarten, dass sich das Problem in naher Zukunft entschärft. Daher sind kreative Lösungen zur Personalwerbung, -bindung und -weiterqualifizierung, aber auch zur Unterstützung der vorhandenen Belegschaft gefordert. Es gilt, die Attraktivität von Arbeitsplätzen in der Produktion zu steigern, durch Aufgabenvielfalt und Entscheidungsbefugnis, aber auch durch Reduzierung physischer Belastung. Hochkomplexe, integrierte Technologien müssen für die Bedienenden beherrschbar gemacht werden, auch wenn ihre Ausgangsqualifizierung für den Umgang damit nicht optimal ist. Und das Know-how von Prozessexpertinnen und -experten muss im Unternehmen gesichert und für andere Mitarbeitende zugänglich gemacht werden.

Menschzentrierte, kontextsensitive Assistenz

Datengestützte Lösungen bieten dazu vielfältige Ansätze. Werden Fertigungsprozesse so komplex, dass durchschnittliche Maschinenbedienende sie nicht mehr nur mit Erfahrungswissen optimal einrichten können, helfen interaktive Assistenzsysteme. Sie schlagen auf Basis von Sensordaten oder Wissen von Spezialistinnen und Spezialisten geeignete Einstellungen vor oder leiten den Menschen kontextsensitiv durch den Prozess. »Dabei sollte die Unterstützung so gestaltet werden, dass die Intelligenz der Mitarbeitenden dennoch genutzt und gefordert wird«, sagt Prof. Schramm von BMW.

Wird das nicht berücksichtigt, fürchtet man auch bei SCHOTT ein Gefühl der Ohnmacht des Menschen gegenüber dem Prozess. »Wir brauchen die Mitarbeitenden im Prozess, weil sie dort flexibel reagieren können, wo Systeme überfordert sind«, fasst Dr. Trinks zusammen. »Gleichzeitig wollen wir sie mit Hilfe von geeigneten Systemen dabei unterstützen, ihre Aufgaben bestmöglich zu erfüllen und die Prozesse aktiv weiterzuentwickeln. Wir sehen in der kooperativen Zusammenarbeit der Mitarbeitenden mit den Assistenzsystemen den Ansatz, in dem sich beide Seiten lernend weiterentwickeln. Der kreative Anteil und auch die Verantwortung für die Entscheidungen liegen aktuell eindeutig noch auf der Seite des Menschen.«

Direkte versus indirekte Assistenz

Das große Feld der Assistenzsysteme lässt sich grob in zwei Gruppen gliedern. Indirekte Assistenz agiert im Hintergrund, während bei direkter Assistenz eine

»Prozesse optimal einzustellen, ist anspruchsvoll geworden. Wir integrieren entsprechendes Know-how in die Maschinensteuerung, um Menschen an der Maschine ihre Aufgabe zu erleichtern.«

Martin Kapp, KAPP NILES

unmittelbare Mensch-Maschine-Interaktion stattfindet. Indirekte Assistenz ist im Wesentlichen Auswahlhilfe, gestützt auf Datenanalyse. Zur Vorbereitung schwieriger Entscheidungen werden Daten zum Beispiel aus Sensoren in Maschinen intelligent ausgewertet. Als Ergebnis wird eine kontextsensitive Auswahl möglicher Optionen zur Verfügung gestellt. Direkte Assistenz bereitet Informationen mit Modellen und Dashboards so auf, dass Menschen damit arbeiten können – etwa um einen Prozess optimal einzurichten oder eine Anlage zu warten, mit der sie nicht bis zur letzten Schraube vertraut sind. Dabei ist die Herausforderung, die Assistenz so zu gestalten, dass sie intuitiv bedienbar ist und den Menschen, der sie nutzt, weder unter- noch überfordert.

Am Fraunhofer IPK thematisieren wir beide Formen von Assistenz. Unser Tätigkeitsfeld reicht von Lösungen für semantische Datenvernetzung und -interpretation bis zu situationsgerechten User-Assistenzsystemen für unterschiedlichste Einsatzgebiete. Die Identifikation neuer und gebrauchter Bauteile zur Montagevorbereitung oder für die Wiederverwendung von Altteilen gehört ebenso zum Portfolio wie die Unterstützung von Servicekräften im Wartungseinsatz.

Gesundheit erhalten mit Ergonomieunterstützung

Da es immer schwieriger wird, Nachwuchskräfte für die Produktion zu rekrutieren, unternimmt die Industrie große Anstrengungen, Arbeitsumfelder so zu gestalten, dass erfahrenes Personal darin möglichst lange agieren kann. Ergonomisch optimale Arbeitsbedingungen leisten einen wesentlichen Beitrag, Arbeitskräfte bis in ein hohes Alter in Unternehmen zu halten.

In diesem Kontext entwickeln wir körpergetragene Sensor- und Robotersysteme zur Ergonomie- und Kraftunterstützung, die Verschleiß und Verletzungen des Bewegungsapparates vorbeugen. Unsere Orthese ErgoJack® nutzt Sensoren zur Bewegungserkennung, um Tragende zu informieren, wenn sie sich ergonomisch kritisch bewegen. Bei Tätigkeiten, in denen keine ergonomische Haltung möglich ist – etwa beim Bearbeiten von Objekten auf Überkopfniveau – helfen kraftunterstützende Exosuits wie PowerGrasp.

Wissensmanagement und Qualifizierung

Das Wissen von Prozessexpertinnen und -experten ist für Unternehmen eine ebenso essenzielle Ressource wie Energie oder das Ausgangsmaterial von Produkten. Dieses Wissen unternehmensweit verfügbar zu machen, setzt effektive Wissensmanagement-Lösungen voraus. Unser Competence Center Wissensmanagement ist dafür eine versierte und erfahrene Anlaufstelle.

Darüber hinaus erzeugen insbesondere Digitalisierung und Vernetzung sowie deren unternehmensindividuelle Ausgestaltung einen erhöhten Bedarf, Fertigkeiten von Mitarbeitenden weiterzuentwickeln. Hier spielen intuitive Trainingsmethoden eine wichtige Rolle. Technologieorientierte Weiterbildungen sowie Serious Games und realitätsnahe Lernfabriken, in denen Produktionsmanagement- und -steuerungsmethoden interaktiv vermittelt werden, ermöglichen Mitarbeitenden aller Hierarchieebenen, Lerninhalte hautnah zu erleben und gezielt Kompetenzen zu entwickeln. Einige unserer bewährten Formate werden bereits ortsunabhängig virtuell angeboten, weitere werden aktuell virtualisiert.

Beachten Sie das Projekt »EIBA«

↪ auf Seite 20

ErgoJack

↪ www.ipk.fraunhofer.de/ergojack

Kontakt zum CCWM

↪ www.ipk.fraunhofer.de/wissenskompetenzmanagement

Informationen

zu unserem Veranstaltungsprogramm
↪ ab Seite 66.

Bedienerunabhängige und konstante Qualität durch intelligente Assistenz

Dr.-Ing. Volker Trinks

Warum sind Assistenzsysteme ein wichtiges Thema für SCHOTT?

Wir sind Weltmarktführer für Spezialglasrohre für pharmazeutische Primärpackmittel wie Glasbehälter für Impfstoffe. In diesem Bereich steigen die Qualitätsanforderungen seit Jahren. Gleichbleibende Qualität zu gewährleisten, erfordert bei Rohrglas jedoch einen hohen Aufwand, denn jeder Zug, also jede Fertigungseinheit ist individuell. Um die daher ebenfalls sehr individuellen Prozesse optimal einzustellen und das Ergebnis laufend zu kontrollieren, nutzen wir optische Technologien und intelligente Methoden der Bildverarbeitung und Mustererkennung. Ohne solche Methoden lässt sich die Individualität der Züge kaum noch erfassen.

Warum ist intelligente Assistenz in diesen Bereichen unverzichtbar?

Das hat mehrere Gründe. Produktionsprozesse optimal einzustellen, ist extrem komplex geworden. In Schmelze und Formgebung spielen viele Parameter hinein. Nur noch hochqualifizierte Fachleute schaffen es, ein optimales Zusammenspiel zu modellieren. Die Bediener an den Linien brauchen dagegen Assistenzsysteme, die die besten Werte zur Prozessführung ermitteln, die im spezifischen Moment möglich sind. Solche Systeme müssen auch signalisieren, ob es noch Optimierungspotenzial gibt. Was die Qualitätssicherung betrifft: Bei der Produktion müssen Fehler im

SCHOTT produziert weltweit rund 30 Millionen Pharmabehälter pro Tag. Bevorzugtes Material ist Borosilicatglas, weil es kein Material an Impfstoffe oder Medikamente abgibt.



Drei
Fragen
an

© SCHOTT AG

Glas durchgängig detektiert und eindeutig klassifiziert werden, um die Produkteigenschaften zu 100 Prozent zu garantieren. Mit bloßem Auge ist das nicht möglich, wohl aber mit optischen Technologien kombiniert mit KI. Mit mindestens teilautonomer Regelung und optischer Inspektion erreichen wir also standortübergreifend ein sehr hohes Qualitätslevel. Zudem sichern wir ein Stück weit das Know-how der Prozessexpertinnen und -experten.

Wird der Mensch an der Linie dann nicht verzichtbar?

In absehbarer Zeit auf keinen Fall. Digitalisierung wird bei uns nicht einen Mitarbeitenden in der Produktion ersetzen, denn nur Menschen können flexibel auf außergewöhnliche Situationen reagieren. Eine wichtige Aufgabe ist daher, immer komplexere Systeme so zu gestalten, dass Maschinenbedienende sie gut nutzen können und alle Informationen erhalten, die sie benötigen. Es muss etwa transparent werden, warum ein System eine bestimmte Entscheidung trifft.

Dr.-Ing. Volker Trinks SCHOTT AG

ist seit 1991 bei der SCHOTT AG tätig. Dort leitet er seit 2016 die Technologieentwicklung der Businessunit Tubing, die die Prozess- und Verfahrensentwicklung sowie die Entwicklung von Messsystemen, Produktionsmaschinen und das Fachgebiet Optische Technologien umfasst. Ein relativ junger Schwerpunkt sind die umfassende Prozessdigitalisierung und der Einsatz von KI-Methoden.

Die Mehrheit der COVID-19-Impfstoffe wird in Fläschchen aus diesem Glas abgefüllt. Bis Ende 2021 hat SCHOTT Fläschchen für über fünf Milliarden COVID-19-Impfdosen geliefert.

FuE-Highlights zu Wissen und Assistenz in der Produktion

Menschen bei der Arbeit im Produktionsumfeld bestmöglich zu unterstützen, ist uns ein zentrales Anliegen. Dafür erforschen und entwickeln wir Assistenzsysteme ebenso wie Qualifizierungsmethoden für veränderte Anforderungen in der Industrie.

01 INTELLIGENTE ASSISTENZSYSTEME FÜR DIE SERIENMONTAGE



Cockpit 4.0: CustOmized Collaborative Knowledge Pilot for Industrial Technology

Bessere Produktqualität, höhere Liefertreue und eine flexible, störungsfreie Produktion – die Voraussetzung dafür schaffen Unternehmen mit einem informationsgetriebenen Engineering. Dafür haben unsere Forschenden ein intelligentes Assistenzsystem entwickelt, das heterogene Informationen semantisch miteinander verknüpft, sie mithilfe von Machine-Learning-Methoden automatisiert interpretiert und über 3D-Visualisierungen kontextsensitiv bereitstellt. Bedienerinnen und Bediener erhalten so stets aktuelle Produktdaten, um Fertigungs- und Montageprobleme schnell zu lösen und Verzögerungen im Herstellungsprozess zu vermeiden.

Partner:

- Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Förderhinweis:

Dieses Projekt wird finanziert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und das Land Brandenburg.



02 360°-MASCHINENMONITORING



Smart Maintenance: Von Inselfösungen zum ganzheitlichen Konzept

Der Totalausfall einer Werkzeugmaschine ist ein Schreckensszenario in der Produktion. Aber auch schon kleine Abweichungen in der Bahnführung einer Maschine, verursacht zum Beispiel durch ungewollte Vibrationen, können ein Werkstück in Ausschuss verwandeln. Wir entwickeln Smart Maintenance-Systeme für Maschinen und Anlagen, die neben einem intelligenten Zustandsmonitoring auch Ausfallprognosen sowie eine digitale

Wartungsassistenz ermöglichen. Unregelmäßigkeiten sowie Schäden werden mittels Machine Learning frühzeitig erkannt und klassifiziert und der Handlungsbedarf mit einem Ampelsystem visualisiert. Selbst kleinste Unregelmäßigkeiten werden erkannt, bevor sie Schäden verursachen. Technische Fachkräfte werden automatisch benachrichtigt und erhalten intuitive Anleitungen zur Abarbeitung von Service-Einsätzen. So werden längere Maschinenstillstände zuverlässig verhindert.



03 EXOSUIT FÜR PRODUKTION UND LOGISTIK



PowerGrasp

Körperlich schwere, manuelle Tätigkeiten gehören in vielen Unternehmen trotz Automatisierung und Digitalisierung zum Alltag. Unser Exosuit »PowerGrasp« gibt Arbeitenden in Fertigung und Montage Ergonomie- und Kraftunterstützung, ohne ihre Bewegungsabläufe einzuschränken. Sowohl das Single- als auch das Dual-Arm-Modell bieten den Tragekomfort einer textilen Weste und sind mit einem Gesamtgewicht von 6,5 Kilogramm deutlich leichter als andere aktive Exoskelette. Grund dafür ist das reduzierte Rückenmodul, in dem sich die mobile Druckluftversorgung und -regelung, ein Akku sowie eine Embedded Control Unit befinden. PowerGrasp wurde bislang für Arm- und Handgelenke

umgesetzt und für 50 bis 150 Überkopfarbeitszyklen ausgelegt. Das System bietet dabei nicht nur klassischen Kraftausgleich, sondern auch ein situationsbedingtes und KI-unterstütztes Regeln der Entlastung – und kann so auf die Ermüdung von Nutzenden mit erhöhter Hilfeleistung reagieren.

Ausgewählte Partner:

- Würth Elektronik GmbH & Co. KG
- Schunk GmbH & Co. KG
- Volkswagen AG
- Universität der Künste Berlin
- Evangelische Hochschule Nürnberg

Förderhinweis:

Dieses Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.



04 MIT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ ZUM NEUEN JOBPROFIL



KIRA Pro: KI-basierter Rollennavigator und automatisierte Lernpfademittlung zur beruflichen Weiterbildung im Produzierenden Gewerbe

Zu einer erfolgreichen Digitalisierungsstrategie gehört auch, Mitarbeitende für neue Aufgaben zu qualifizieren. Doch wie entscheidet man, welche Mitarbeitenden sich am besten für welche neuen Rollen eignen? Welche Fortbildungen benötigen sie, um das notwendige Wissen für die veränderten Aufgaben zu erwerben? Gemeinsam mit Weiterbildungsanbietern und KMU entwickeln wir einen KI-basierten Rollennavigator, der Industrieunternehmen bei der Entscheidungsfindung unterstützen soll. Mit seiner Hilfe können Unternehmen für ihre Mitarbeitenden individuelle und branchenspezifische Lernpfade ableiten und geeignete Weiterbildungsangebote identifizieren. Ziel ist es, zukünftig 3000 Berufe und 12 000 Fähigkeiten des europäischen ESCO-Rahmenwerks in die Software zu integrieren.

Partner:

- Peers Solutions GmbH
- FBT Feinblechtechnik GmbH
- Harms und Wende GmbH & Co. KG

Förderhinweis:

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Innovationswettbewerb INVITE (Digitale Plattform berufliche Weiterbildung) gefördert und vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) betreut.



Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit

Greenwashing war gestern

Nachhaltigkeit ist für eine wachsende Zahl von Unternehmen nicht mehr nur ein Argument, das sich gut im Marketing macht, sondern wirtschaftliche Notwendigkeit. In einer Zeit, die geprägt ist von Lieferengpässen bei Rohmaterial und rapide steigenden Energiepreisen, gewinnt der effiziente Umgang mit den knappen und teuren Ressourcen an Bedeutung. Auch Zero Emission und CO₂-Neutralität rücken zunehmend in den Fokus.

Unsere Lösungen für dieses Themenfeld

- **Energie- und Ressourceneffizienz** durch optimale Prozessparameter
- **Lebenszyklusgestaltung** anhand von Nachhaltigkeitskriterien
- **Remanufacturing und Refurbishing** für Materialeffizienz und Abfallvermeidung
- **Konzepte der Kreislaufwirtschaft** für eine nachhaltige Güterproduktion
- **Nachhaltigkeitsbenchmarking und -cockpits** für zukunftsfähige Unternehmensgestaltung

Für den Weg in eine zukunftsfähige Wirtschaft gibt es viele Ansätze. Der vielleicht nachhaltigste – um in der Begriffswelt zu bleiben – ist der der »starken Nachhaltigkeit«: Dieses Konzept stellt die Ökologie ins Zentrum aller Anstrengungen. Die Idee: Nur in einem intakten Ökosystem kann sich ein starkes Sozialsystem bilden, und erst dieses bringt eine langfristig funktionierende Wirtschaft hervor. Eine Gesellschaft, die ihre Umwelt jenseits der Regenerationsfähigkeit ausbeutet, ist langfristig nicht wirtschafts-, geschweige denn überlebensfähig.

Mehr Nachhaltigkeit erreicht man also zuallererst über ökologisches Handeln. Dessen Bedeutung rückt derzeit stärker ins Bewusstsein als je zuvor. Noch vor wenigen Jahren waren Energieeffizienz und ein sparsamer Ressourceneinsatz vor allem Verkaufsargument für Unternehmen, die »sich einen grünen Anstrich geben« wollten. Jetzt werden sie zur Voraussetzung für Wettbewerbsfähigkeit. Spätestens seit Energiepreise explodieren und selbst Rohstoffe, von denen man dies nicht erwartet hätte – Holz zum Beispiel – zum Luxusgut werden, wird auch für die Letzten sichtbar: So wie bisher kann es nicht weiter gehen.

Energie sparen, Schadstoffausstoß reduzieren

Die Gebiete, auf denen der Handlungsdruck derzeit am größten ist, sind die Energieeffizienz, eng verbunden mit der CO₂-Neutralität. Energie wird immer teurer. Die Ursachen liegen einerseits in Markteffekten. Aufstrebende Volkswirtschaften erhöhen die Nachfrage, während internationale Krisen das Angebot verknappen. Andererseits belasten CO₂-Ausgleichszahlungen, wie sie im Bundes-Klimaschutzgesetz verankert sind, die Industrie zusätzlich. Doch sie schaffen auch starke Anreize. Laut Energiewende-Barometer 2021 des Deutschen Industrie- und Handelskammertags (DIHK) will ein Drittel der deutschen Unternehmen bis 2030 oder früher klimaneutral werden. Um vor allem international wettbewerbsfähig zu bleiben, muss ihr Energieverbrauch merklich sinken.

Auch hier sind datenbasierte Ansätze interessant. Intelligente Steuerungstechnik, wie wir sie mit der Firma ÖKOTEC Energiemanagement entwickelt haben, können aus Energiemessdaten auf ideale Sollwerte schließen, die automatisch an die entsprechenden Maschinen übertragen werden. So wird der energieeffizienteste Betriebsmodus nicht nur ermittelt, sondern direkt an der Maschine eingestellt. Fortschritte in der Künstlichen Intelligenz werden hier in den nächsten Jahren zusätzliches Potenzial heben. Weitere Ansätze bietet die Anwendung energieeffizienterer physikalischer Grundprinzipien im Maschinenbau.

Von der linearen zur zirkulären Wirtschaftsweise

Die nächste Herausforderung liegt bei den Ausgangsmaterialien. »Lieferschwierigkeiten sowie deutliche Preissteigerungen bei Vorprodukten und Rohstoffen machen derzeit nicht nur der international orientierten deutschen Industrie zu schaffen – sie treffen Betriebe sämtlicher Branchen und Größenklassen«, stellte der DIHK im August 2021 in einer Blitzumfrage fest. Vor diesem Hintergrund verstärken wir unser Plädoyer für die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy).

Die verbreitete lineare Wirtschaftsweise bringt einen überproportionalen Ressourcenverbrauch mit sich. Die Problematik war bereits offenkundig, ehe im Zuge der COVID-19-Krise Rohstoffknappheit zum gesamtgesellschaftlichen

»Ziel ist, in der Produktion mit so wenig Energie auszukommen wie möglich.«

Anne-Katrin Tomys-Brummerloh,
Daimler Truck

Infos zur EnEffReg-Technologie
↪ www.ipk.fraunhofer.de/eneffreg

Unsere Ideen zur Kreislaufwirtschaft
finden Sie in unserem Kundenmagazin
↪ www.ipk.fraunhofer.de/futur-2020-1

Thema wurde. Die moderne Wirtschaft entnimmt ihrer Umwelt Rohstoffe, um Güter zu produzieren, die genutzt und hinterher abschließend entsorgt werden. Bei der Menge an Gütern, die eine wachsende Weltbevölkerung benötigt und nachfragt, gelangt diese Wirtschaftsweise an Grenzen.

Die Kreislaufwirtschaft postuliert ein regeneratives System. Energie- und Materialkreisläufe werden verlangsamt oder geschlossen. So werden der Ressourcen- und Energieverbrauch reduziert, während weniger Abfall und Emissionen anfallen. Ein wichtiger Schlüssel liegt dabei im Remanufacturing und Refurbishing. Am Ende der Nutzungszeit werden Produkte nicht entsorgt, sondern aufgearbeitet oder in Bestandteile zerlegt, die verwertet oder sogar weiterverwendet werden können.

Ressourcenschonende Lebenszyklusgestaltung

Wo sich der Einsatz von Rohmaterialien nicht vermeiden lässt, gilt es diese materialsparend zu verwenden. Das geht am besten, wenn man den gesamten Lebenszyklus eines Produkts von Beginn an nachhaltig ausrichtet. Schon die ersten Entscheidungen, die Produktentwickler treffen, haben direkten Einfluss auf die Ökobilanz von Produkten. So genügt es zum Beispiel nicht, wenn sie im Betrieb strom- oder kraftstoffsparend sind. »Echte« Nachhaltigkeit muss auch berücksichtigen, wieviel Energie und Material in der Herstellung verbraucht wurden und unter welchen Bedingungen das Produkt produziert wurde – etwa, welche sozialen Standards dabei maßgeblich waren. Und: inwieweit es sich am Ende seiner Lebensdauer abfallarm entsorgen lässt.

Unsere Forschenden betrachten daher ein breites Spektrum an Lösungen, um Produkte über den gesamten Lebenszyklus nachhaltig zu gestalten. Das beginnt bei der Produktentstehung und endet bei der Verwendung von Biopolymeren, die sich nach Gebrauch rückstandsfrei entsorgen lassen.

Corporate Responsibility nachweisen und kommunizieren

Zugegeben: Nachhaltigkeit bedeutet Aufwand, und auch der hat seinen Preis. Energieeffizienz etwa gibt es nicht ohne Investition in moderne Anlagentechnik. Aber die gute Nachricht ist: Es lohnt sich. Konsumentinnen und Konsumenten honorieren Nachhaltigkeit zunehmend bei ihrer Kaufentscheidung. Unternehmen sind daher gut beraten, ihre Anstrengungen transparent zu machen, etwa bei der Bilanzierung. Mit dem »integrierten Nachhaltigkeitscockpit (INC)« und anderen Methoden geben wir der Industrie dazu geeignete Tools an die Hand.

Im Zusammenspiel mit einem geeigneten Datenmanagement tragen solche Lösungen entscheidend dazu bei, verantwortungsvolles Handeln nachzuweisen. Corporate Social Responsibility motiviert immer mehr Unternehmen, Nachweise über die Herkunft und Herstellungsbedingungen nicht nur ihrer Produkte, sondern auch von deren Komponenten zu erbringen. Teilweise sind entsprechende Belege sogar obligatorisch. An dieser Stelle wird auch der Blick ins Zuliefernetz wieder interessant. Wenn sich nicht nur im eigenen Betrieb, sondern bis in die Herstellungsprozesse von zugelieferten Komponenten aufzeigen lässt, unter welchen Bedingungen diese hergestellt wurden, erhöht dies nicht nur die Glaubwürdigkeit, sondern erleichtert auch Zertifizierungen.

Wir helfen beim Remanufacturing

↪ mehr auf Seite 20

Nachhaltige Konzepte zur Wartung und Instandhaltung

treiben wir in Kooperation mit dem Werner-von-Siemens Centre for Industry and Science (WvSC) voran

↪ www.ipk.fraunhofer.de/WvSC

»Die Diversität der geforderten Nachweise entlang des Produktlebenszyklus nimmt weltweit dramatisch zu, auch im Bereich Corporate Social Responsibility.«

Andreas Kühl, KSB

Informationen zum INC

↪ www.ipk.fraunhofer.de/inc



Drei Fragen an

Nachhaltigkeitspotenziale identifizieren

Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl

Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl
Fraunhofer IPK

ist stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer IPK sowie Leiter des Fachgebiets Nachhaltige Unternehmensentwicklung an der Technischen Universität Berlin. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Entwicklung nachhaltiger Wertschöpfungssysteme sowie Prozess- und Performance-Management-Systemen für nachhaltige Unternehmensentwicklung.

Wie kann die Produktionswissenschaft im Kampf gegen die Erderwärmung helfen?

Wichtig ist, dass wir entlang der gesamten Prozesskette denken und forschen. An welchen Stellen im Produktlebenszyklus lässt sich am meisten CO₂ einsparen? Dafür gibt es zum Beispiel die Methode der Ökobilanz, die genau zeigt, wo sich der größte Impact generieren lässt. So können wir zielgerichtet die großen CO₂-Treiber identifizieren und wirtschaftliche und effiziente Maßnahmen ableiten.

Welches sind da die besten Hebel?

Das erste große Thema ist die Ressourceneffizienz. Mit dem aktuellen Stand der Produktionstechnik wird allein die Produktion von Stahl, Aluminium, Plastik und Zement im 21. Jahrhundert etwa 800 Gigatonnen CO₂ verursachen – damit wäre das Zwei-Grad-Ziel

bereits verfehlt. Deshalb ist es wichtig, dass wir solche Materialien im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zurückführen, auch um den globalen Abfallberg zu reduzieren. Das zweite wichtige Thema ist der Energieverbrauch.

Was sollten produzierende Unternehmen bei ihrem Stromverbrauch beachten?

Deutschland zählt zu den Ländern mit den höchsten Energiepreisen. Durch CO₂-Einpreisung und globale Konflikte wird sich diese Lage nur noch verschärfen. Die Industrie ist deshalb gut beraten, Energie einzusparen, wo es nur geht. Hier für unsere Partner auch die letzten Potenziale zu heben, darum geht es bei unserer FuE, zum Beispiel im Bereich der automatischen Energieeffizienzregelung von Versorgungstechnik oder in der Optimierung von Fertigungsverfahren.

Tonnen Abfall in Deutschland pro Jahr 417 Millionen
Deutscher Strompreis im globalen Vergleich . . Platz 15 (von 133)
Mindestpreis pro Tonne CO₂ ab 2025 55 €

Anteil des deutschen verarbeitenden Gewerbes am Energieverbrauch aller Produktionsbereiche 42 %
Beschäftigte in der deutschen Recyclingbranche 35 000

FuE-Highlights zu Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit

Produzieren mit Blick auf Umwelt und Natur: Wir zeigen, wie wir Unternehmen dabei helfen, vom übergeordneten Management bis hin zum einzelnen Verfahren nachhaltiger zu werden.



01 ÖKOBILANZIERUNG VON SCHWEISS-VERFAHREN



Schweißverfahren erfordern große Mengen an Energie und Ressourcen, was aus ökologischer Sicht kritisch ist. Umso wichtiger ist es, beim Schweißen größten Wert auf Nachhaltigkeit und Effizienz zu legen. Dafür setzen wir auf die Ökobilanz. Das ISO-genormte Vorgehen ist eine hervorragende Methode, um die potenziellen Umweltauswirkungen von Prozessen oder Produkten über den gesamten Lebenszyklus abzuschätzen. Umweltauswirkungen und soziale Einflüsse werden dabei in verschiedenen Lebenszyklusphasen bewertet. Wir nutzen unsere Expertise in der Füge- und Beschichtungstechnik sowie der Additiven Fertigung, um individuelle Nachhaltigkeitsbewertungen zu erstellen. Dazu erarbeiten wir Ökobilanzen mit Lifecycle Assessments (LCA), Social Lifecycle Assessment (SLCA) und Critical Reviews nach ISO 14040/44 und DIN/TS 35235 für Produktionsprozesse.

02 INDUSTRIELLES ENERGIEMANAGEMENT IM INTERNET OF THINGS (IOT)



IoT-basierte Lösungen für Monitoring und Optimierung der Energieeffizienz in der Produktion

Mehr als 40 Prozent der von der deutschen Wirtschaft aufgewendeten Energie entfallen auf das verarbeitende Gewerbe. Steigende Energiepreise, ökologische Aspekte, Versorgungssicherheit und die Integration der erneuerbaren Energien in das Stromnetz führen zu einem Bedeutungsgewinn des systematischen Energiemanagements. Wir erarbeiten zusammen mit der Firma CONTACT Software GmbH Ansätze, das industrielle Energiemanagement in die bestehende IoT-Plattform CONTACT Elements for IoT zu integrieren. Die Kombination von systematischer Energieerfassung und Digitalen Zwillingen ermöglicht es, Effizienzmaßnahmen mit einer ganzheitlichen Digitalisierung zu verzahnen.

Partner:
CONTACT Software GmbH



03 INTEGRATION BIOLOGISCHER PRINZIPIEN IN INDUSTRIE 4.0



BioFusion 4.0: Weiterentwicklung von Industrie 4.0 durch Integration biologischer Prinzipien

»BioFusion 4.0« überführt Prinzipien der Natur in die industrielle Fertigung. Ziel ist eine nachhaltige und zirkuläre Wertschöpfung. Lösungen zur intelligenten Rückführung von Wertstoffen werden ebenso vorangetrieben wie das Engineering biologisch transformierter Produkte und Prozesse. Zudem werden die Potenziale biointelligenter Assistenzsysteme für Werkerinnen und Werker sowie biobasierter Materialien für die Produktion untersucht. Ein Beispiel: Aus Abfallfetten entstehen biogene Polymere, mit denen bedarfsorientiert Ersatzteile oder Kleinorthesen im 3D-Druck hergestellt werden, wobei auch deren CO₂-Fußabdruck bewertet wird. Nach Verwendung können sie vollständig biologisch abgebaut werden.

Ausgewählte Partner:

- Mercedes-Benz AG, Werk Berlin
- Bral Reststoff-Bearbeitungs GmbH
- COLLIN Lab & Pilot Solutions GmbH
- Arburg GmbH
- GreenDelta GmbH

Förderhinweis:

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung innerhalb des Rahmenkonzeptes »Forschung für die Produktion von morgen« gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA-PFT), betreut.



04 BENCHMARKING ALS INSTRUMENT DES NACHHALTIGKEITSMANAGEMENTS



Nachhaltigkeitsbenchmarking für mittelständische Unternehmen

Auch für kleine und mittlere Unternehmen gewinnt Nachhaltigkeit zunehmend an Relevanz. Unternehmen, die rundum nachhaltig agieren möchten, müssen die drei Nachhaltigkeitsdimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales in ein ausgewogenes Verhältnis setzen. Das ist eine Herausforderung, ebenso wie die Integration der Dimensionen ins Management. Im Projekt »Nachhaltigkeitsbenchmarking für mittelständische Unternehmen« ist ein Werkzeug entstanden, das Unternehmen genau dabei unterstützt: ein Kennzahlenvergleich zur Positionsbestimmung. Anwendende erhalten einen Überblick über ihre Stärken und Schwächen, können sich innerhalb ihrer Branche vergleichen und ungenutzte Potenziale erschließen. Dieses Werkzeug steht jetzt als Transfermodul zur Verfügung, mit dem wir unseren Partnern den Weg zu mehr Nachhaltigkeit ebnen.

Partner:

Bundesverband mittelständische Wirtschaft e.V.

Förderhinweis:

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt fördert das Projekt im Rahmen des Förderthemas »Instrumente und Kompetenzen der Nachhaltigkeitsbewertung sowie Stärkung von Nachhaltigkeitsbewusstsein und -handeln«.





Fraunhofer IPK im Porträt

Das Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin bietet Systemlösungen mit starkem Digitalfokus für die gesamte Bandbreite industrieller Aufgaben – vom Produktionsmanagement über Produktentwicklung und Fertigung bis zur Instandhaltung von Investitionsgütern.

Unsere Mission

Unser Ziel ist eine zukunftsfähige Produktion – erfindungsreich, humanzentriert und ressourcenschonend.

Mithilfe anwendungsorientierter Forschung entwickeln wir Lösungen entlang des gesamten industriellen Wertschöpfungskreislaufs. Unsere Leitidee ist dabei eine digital integrierte Produktion, in der Mensch und Maschine datenbasiert interagieren und sich so vorausschauend und flexibel auf sich ändernde Anforderungen einstellen können.

Als produktionstechnischer Forschungs- und Entwicklungspartner mit ausgeprägter IT-Kompetenz bieten wir am Fraunhofer IPK Systemlösungen, Einzeltechnologien und Dienstleistungen für die digital integrierte Produktion an. Dabei unterstützen wir Unternehmen umfassend von der

Produktentwicklung über die Planung und Steuerung der Maschinen und Anlagen, inklusive der Technologien für die Teilefertigung, bis hin zur umfassenden Automatisierung und dem Management von Fabrikbetrieben. Zudem übertragen wir produktionstechnische Lösungen in Anwendungsgebiete außerhalb der Industrie, etwa in die Bereiche Verkehr und Sicherheit. Als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft orientieren wir unsere Arbeit eng am Bedarf unserer Kunden und Partner: Mit markt- und praxisnaher FuE tragen wir dazu bei, ihre Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu verbessern. Wir entwickeln zukunftsorientiert neue Lösungen und modernisieren, optimieren und erweitern existierende Technologien und Anwendungen.

Steckbrief Fraunhofer IPK



Gründung:
1976



Personal:
358 Mitarbeitende



Budget 2021:
20,5 Mio €



Ausgründungen:
60



Standort:
Produktionstechnisches Zentrum (PTZ)
Berlin



Kunden:
Industrie, KMU,
Verbände,
Verwaltung,
Politik



Internationale Märkte:
Europa, Asien,
Nord- und Südamerika

Kuratorium des Fraunhofer IPK

Das Kuratorium ist der direkte Draht des Fraunhofer IPK in namhafte Unternehmen, Verbände und öffentliche Einrichtungen. Das Gremium berät das Institut und unterstützt den Austausch mit Wirtschaft und fördernden Stellen. Vorsitzender ist Dr. Ansgar Kriwet.

Kurt Blumenröder	Volkswagen AG
Albert Haffert	Schindler Management AG
Harald J. Joos	Unternehmer
Martin Kapp	KAPP GmbH & Co. KG
Alexandra Knauer	Knauer Wissenschaftliche Geräte GmbH
Dr. Wolfgang Konrad	General Electric Company
Dr. Ansgar Kriwet	Festo SE & Co. KG
Bernd Lietzau	Die Regierende Bürgermeisterin von Berlin, Senatskanzlei
Prof. Dr. rer. nat. habil. Ulrich Panne	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Prof. Dr. Helmut Schramm	BMW Group
DDr. Elisabeth Stampfl-Blaha	--
Heribert Wille	Heidelberger Druckmaschinen AG
Klaus-Peter Willsch	Mitglied des Deutschen Bundestages

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen.

Auf dem Weg von der Forschung in die Praxis stehen die Fraunhofer-Institute in der Mitte: Wir überführen Basisinnovationen der Grundlagenforschung in die industrielle Anwendung.



Industrielle Anwendung
– Unternehmen

Anwendungsorientierte Forschung
– Fraunhofer-Institute
– Industrie-eigene Entwicklungszentren

Grundlagenforschung
– Universitäten
– Max-Planck-Institute
– Helmholtzzentren

Produktion von A bis Z

Wir verstehen digital integrierte Produktion als Auftrag, Unternehmen umfassend entlang ihres gesamten Wertschöpfungskreislaufs zu unterstützen. Dazu greifen die verschiedenen Kompetenzen unserer Forschungsbereiche optimal ineinander.



Weitere Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/kompetenzen



istockphoto.com / pixelart

Forschung für Ihre Anwendung

Zu unseren Wirtschaftskunden zählen neben global operierenden Industrie- und Dienstleistungsunternehmen der verschiedensten Branchen vor allem kleine und mittelständische Betriebe. Die Expertise unserer Forschenden fokussiert sich auf fünf Branchen:

Maschinen- und Anlagenbau

Als einer der größten und forschungsstärksten Industriezweige Deutschlands steht der Maschinen- und Anlagenbau aktuell vor Herausforderungen in den Bereichen Industrie 4.0, ressourcenschonender Umweltschutz, Energieeffizienz und Elektromobilität.

Werkzeug- und Formenbau

Ob Serien- und Massenfertigung oder Direktfertigung von Mikrobauteilen und mikrostrukturierten Bauteilen: Unser Angebot reicht von der Entwicklung technologischer Sonderlösungen über die Konzeption von Produktionseinrichtungen bis zur Erstellung von ganzen Prozessketten.

Automotive

Eine Branche vor großen Umbrüchen. Zentrale Rahmenbedingungen wandeln sich. Veränderte Antriebskonzepte, neue Materialien und strenge Vorgaben seitens der Politik stellen Hersteller und Zulieferer vor Herausforderungen.

Luft- & Raumfahrttechnik

Klimaschutz ist der wesentliche Treiber für technologische Innovationen in der Luftfahrt. Die Einführung von Hybridtechnologien und Elektroantrieben sowie die Zulassung neuer Werkstoffe werden das Flugzeugdesign in den kommenden Jahrzehnten revolutionieren.

Medizintechnik

Die Medizintechnik befindet sich in einem tiefgreifenden Veränderungsprozess. Wettbewerb, Kostendruck sowie die Herausforderungen durch Digitalisierung und verschärfte regulatorische Anforderungen setzen die Branche unter Druck.

Neben Themen aus spezifischen Kompetenzfeldern treiben wir Querschnittsthemen voran, die die Industrie besonders beschäftigen. Aktuell sind das zum Beispiel:

Industrie 4.0

Die Produktion vernetzt sich und wird dadurch intelligent und flexibel. Menschen, Werkstücke und Maschinen sind mittels modernster Informations- und Kommunikationstechnik miteinander verknüpft. Dadurch werden sämtliche produktionsbezogenen Informationen jederzeit in Echtzeit verfügbar – Werkende, Objekte und Systeme können direkt miteinander kommunizieren und kooperieren.

Additive Fertigung

Potenziale dieser Fertigungsmethode liegen darin, Entwicklungszeiten drastisch zu verkürzen und hochkomplexe Bauteilgeometrien kosteneffizient zu fertigen. Waren vor Kurzem vorrangig Luftfahrt und Medizintechnik die Treiber, kommen die Verfahren nun auch im Werkzeug-, Sondermaschinen- und Automobilbau zum Einsatz.

Smart Maintenance: Von Insellösungen zum ganzheitlichen Konzept

Maschinen und Anlagen sind Investitionsgüter, die zuverlässig funktionieren müssen, damit sich die Anschaffung auf lange Sicht lohnt. Smart Maintenance erfasst im Echtzeitbetrieb Maschinenzustände, erkennt Schäden und unterstützt mit intelligenter Assistenz die Instandhaltung.

Künstliche Intelligenz

Der Mensch im Mittelpunkt der Produktion ist das Leitbild für unsere Aktivitäten auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz. Wir setzen Technologien wie Neuronale Netze, Maschinelles Sehen und Lernen ein, um Abläufe in der Produktion sicherer und effizienter zu gestalten und Mitarbeitende in allen Bereichen der Industrie bestmöglich zu unterstützen.

Digitale Zwillinge

Mit zunehmender Automatisierung in der Produktion wächst der Anspruch an die Fehlerfreiheit. Wenn bereits bei der Planung und Auslegung Fehler gemacht werden, sind die Folgen oft ein erheblicher Mehraufwand und höhere Kosten. Mit Digitalen Zwillingen werden an Pilotanlagen Prozesse entwickelt und sorgfältig geprüft. Fehler werden vermieden und Ressourcen gespart.



Das sagen unsere Partner über uns

Egal ob global agierender Konzern oder Mittelständler aus der Region: Das Fraunhofer IPK ist Ihr Forschungs- und Entwicklungspartner auf dem Weg der digitalen Transformation. Wir vermitteln Wissen im Bereich der Produktionstechnik und entwickeln Methoden zur Verbesserung des Managements von Organisationen, Dienstleistung und Produktion sowie des Qualitäts- und Umweltmanagements.



Im Projekt »Scan2DMU« hat das Fraunhofer IPK eine Lösung entwickelt, die es uns ermöglicht, unsere CAD-Geometrien mit Scandaten automatisiert zu vergleichen. Wir können unsere digitalen Modelle abgleichen und sehen, wo wir Diskrepanzen haben.«

Sebastian Riedemann,
Lufthansa Technik Group



BMW Motorrad hat den Anspruch, Taktgeber insbesondere in Sachen Produkt- und Produktionsinnovation zu sein. Am Standort Berlin sind wir technologisch sehr breit aufgestellt. Das Fraunhofer IPK unterstützt uns als langjähriger Partner mit Kompetenzen, die ihresgleichen suchen.«

Helmut-Joseph Schramm,
BMW Group



Maschinelles Lernen und Sehen reduzieren die Komplexität bei der Sortierung von Altteilen. Sie sind die optimale Ergänzung für den Menschen im Mittelpunkt der Produktion. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IPK entwickeln wir eine KI-Technologie zur automatisierten Erkennung von Altteilen, die unsere Prozesse weniger fehleranfällig und weltweit skalierbar macht.«

Markus Wagner,
Circular Economy Solutions GmbH

Internationale Kooperationen

Wir arbeiten mit Partnern in zahlreichen Regionen weltweit. Für unser internationales Engagement gibt es klare Voraussetzungen: wissenschaftliche Wertschöpfung für das Fraunhofer IPK einerseits und positive Effekte sowohl für Deutschland als auch das jeweilige Partnerland andererseits.

Europa

EPIC ist ein europäisches Wissenszentrum für Cyber-physische Produktionssysteme. Seine Aufgabe besteht darin, Innovationen zu beschleunigen, industrielle Lösungen zu realisieren, neue Generationen hochqualifizierter Fachkräfte auszubilden und die Entwicklung eines nachhaltigen und wettbewerbsfähigen europäischen Fertigungsökosystems zu unterstützen.



Südamerika

2018 wurde das Fraunhofer Project Center for Advanced Manufacturing @ ITA in Brasilien eröffnet. Es zielt auf die gemeinsame Akquisition und Durchführung von industriellen und öffentlich geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekten ab.

Seit 2012 unterstützt das Fraunhofer IPK den Ausbildungsdienst der brasilianischen Industrie SENAI beim Aufbau von Innovationsinstituten nach Fraunhofer-Vorbild.

Asien

ENRICH in China wurde im Oktober 2017 mit Unterstützung der Europäischen Kommission gegründet und bietet Dienstleistungen für europäische Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftsunternehmen, die eine wettbewerbsfähige Präsenz auf dem chinesischen Markt anstreben.



Weitere Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/international



Unsere Einrichtungen

Exzellente Forschung braucht neben klugen Köpfen eine hervorragende Infrastruktur. Um Lösungen und Produkte für unsere Auftraggeber zu erarbeiten, stehen uns modernste Entwicklungsumgebungen zur Verfügung.

Zentrales Versuchsfeld

In der kreisrunden Halle findet ein Großteil unserer Experimente statt. Unsere Hightech-Versuchsstände umfassen zahlreiche Werkzeugmaschinen, Montageanlagen, Roboter, VR-Umgebungen und Einzelgeräte.

Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik – AMP

Die drei AMP-Labore sind mit modernster Maschinen- und Messtechnik für die Hoch-

und Ultrapräzisionsbearbeitung sowie die Prozessentwicklung ausgestattet. Hochpräzise Klimatechnik sorgt für konstante Umgebungsbedingungen – für exakteste Ergebnisse.

Industrie 4.0 Transferzentrum

Im institutseigenen Transferzentrum zeigen wir ausgewählte applikationsbereite Lösungen aus unserer angewandten Forschung für die Industrie in interaktiven Exponaten.

1986

Einweihung
Hauptgebäude

2011

Einweihung AMP

10 000 qm

Gesamtfläche

2350 qm

Fläche AMP

3200 qm

Versuchsfeld

100

Versuchsstände

18 Meter

Hallenhöhe
im zentralen
Versuchsfeld



Weitere
Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/standort

Technologie- und Wissenstransfer

Der schnelle Technologietransfer ist neben Forschung und Entwicklung die wichtigste Aufgabe für unser Institut. Dazu nutzen wir neben direktem Austausch mit unseren Partnern im Projektkontext auch verschiedene Veranstaltungsformate. Seien Sie dabei!

Mit unserem Veranstaltungs- und Weiterbildungsprogramm MEHR KÖNNEN tragen wir technologiebasiertes Know-how direkt in die unternehmerische Praxis. In unseren Zertifikatsprogrammen, Konferenzen, Industrie-arbeitskreisen, Seminaren und Workshops qualifizieren sich Fach- und Führungskräfte wissenschaftlich fundiert und umsetzungsorientiert in den Bereichen Konstruktion, Entwicklung, Produktion, Qualität und Management. Darüber hinaus befähigen wir Unternehmen und Organisationen, die Potenziale von Technologien für eine digitale Transformation wie Künstliche Intelligenz, Smart Data, Internet of Things, 5G und Cloud Computing für ihre Produktion und die damit verbundenen Geschäftsmodelle zu nutzen.

Mit unseren Innovation Days bieten wir Unternehmen außerdem ein individuelles Format, in dem wir hochspezialisierte Technologien und Lösungen – in Vorgesprächen abgestimmt auf die konkreten Fragestellungen und Bedarfe des jeweiligen Kunden – präsentieren. Gemeinsam mit Ihnen diskutieren wir, welche Technologien neuen Nutzen für Ihr Produktportfolio stiften, welche Lösungen die Effizienz Ihrer Leistungsprozesse steigern und wie Sie mit Ihren Teams Transformationsherausforderungen bewältigen können. In bilateralen FuE-Projekten unterstützen und begleiten wir Sie anschließend bei der Umsetzung und Integration der Innovationen in Ihrem Unternehmen.



Weitere Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/
veranstaltungen



Rethinking Production

Produktion als Treiber für eine Industriegesellschaft im Wandel

Auf unserem produktionstechnischen Kolloquium (PTK) vom 14. bis 15. September 2023 erfahren Sie, mit welchen innovativen Technologien, Methoden und Geschäftsmodellen eine nachhaltige und digital integrierte Produktion zur Sicherung der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden kann. Fach- und Führungskräfte aus Wirtschaft und Wissenschaft stellen erfolgreiche Ansätze und Strategien für eine CO₂-neutrale Produktion sowie aktuelle Industrie 4.0-Lösungen vor.

Weitere Informationen: www.ptk.berlin

MEHR KÖNNEN

Zertifikatsprogramm



Mastering Digital Twins, Online-Zertifikatskurs im Selbststudium

© iStockphoto.com metamorworks

»Mastering Digital Twins« ist als Online-Learning-Programm in englischer Sprache konzipiert. Es vermittelt Detailkenntnisse über alle Phasen des Lebenszyklus von digitalen Zwillingen (Idee, Design, Entwicklung, Betrieb und Ende der Lebensdauer) sowie ein klares Verständnis ihres Geschäftspotenzials in verschiedenen Branchenszenarien.

Weitere Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/
mastering-digital-twins



Serious Game



LearnFactory 5.0, Lernspiel auf Anfrage

© Fraunhofer IPK / Larissa Klassen

Wir besitzen umfangreiche Erfahrung in der Entwicklung von Serious Games für Produktionsmanagement- und -steuerungsaufgaben. Seit vielen Jahren bewährt sich unser interaktives Seminar zur Umsetzung einer kundenorientierten, humanzentrierten, flexiblen und nachhaltigen Produktion. Das Seminar findet bisher in Präsenz statt, eine Online-Version ist in Entwicklung.

Weitere Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/
learnfactory



Zertifikatsprogramm



PLM Professional, Zertifikatskurs in Präsenz

© rklassen / photocase.de

Das PLM Professional Zertifikatsprogramm vermittelt praxisorientierte Kenntnisse und Fertigkeiten des Produktlebenszyklusmanagements. Die Teilnehmenden erwerben die methodische Basis für das Management komplexer Systeme und durchlaufen die Wertschöpfungskette eines Produkts über den gesamten Lebenszyklus.

Weitere Informationen:
www.ipk.fraunhofer.de/
plm-professional



Unsere Experten für Ihr Thema

Antworten auf die Herausforderungen der Industrie finden – dafür hat das Fraunhofer IPK genau die richtigen Ansprechpersonen. Kontaktieren Sie unsere Thought Leaders direkt und persönlich.

Produktionsverfahren und -anlagen

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann
Institutsleiter
Telefon +49 30 39006-100
eckart.uhlmann@ipk.fraunhofer.de

Themen:

Industrie 4.0, Digitalisierung in der Produktion, Additive Fertigung, 3D-Druck, Smart Maintenance, Condition Monitoring, Maschinenbau, Produktionstechnik, Werkzeugmaschinen und Anlagenmanagement, Fertigungsverfahren, Mikroproduktionstechnik

Digital Engineering

Dr.-Ing. Kai Lindow
Telefon +49 30 39006-214
kai.lindow@ipk.fraunhofer.de

Themen:

Produktlebenszyklusmanagement, produktbezogene Nachhaltigkeit, Modellbasiertes Systems Engineering, Digitale Produktzwillinge, intelligente Daten- und Modellvernetzung, Modelloptimierung und Absicherung, Virtual und Augmented Reality

Unternehmens- und Produktionsmanagement

Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl
Stellvertretender Institutsleiter
Telefon +49 30 39006-233
holger.kohl@ipk.fraunhofer.de

Themen:

Nachhaltige und digitale Transformation, Planung digital integrierter Produktionssysteme, Agiles Prozessmanagement, Resiliente Produktion, nachhaltige Wertschöpfungssysteme und Kreislaufwirtschaft, Benchmarking, Wissens- und Kompetenzmanagement, innovative Lernformate und -fabriken

Fügen und Beschichten

Prof. Dr.-Ing. Michael Rethmeier
Telefon +49 30 39006-220
michael.rethmeier@ipk.fraunhofer.de

Themen:

Schweißprozesse und -technik, Schweißen von Dick- und Dünoblech, Beschichtungsprozesse, Schweißsimulation, Schweißreihenfolge, Additive Fertigung: Laser-Pulver-Auftragschweißen, Additives Lichtbogen-Auftragschweißen

Automatisierung

Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger
Telefon +49 30 39006-178
joerg.krueger@ipk.fraunhofer.de

Themen:

Automatisierung, Industrierobotik, Mensch-Roboter-Kooperation, KI in der Produktion, Industrielle Bildverarbeitung, optische Qualitätskontrolle, Energieeffizienzoptimierung

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK
Pascalstraße 8–9
10587 Berlin
Telefon +49 30 39006-140
Fax +49 30 39006-392
pr@ipk.fraunhofer.de
www.ipk.fraunhofer.de

Redaktion

Claudia Engel (V.i.S.d.P.)
Katharina Strohmeier (Chefredaktion)
Ruth Asan
Jens Fischler
Veronika Gorczynski
Emily Kreische
Christina Schäfer

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

Gestaltung

Larissa Klassen (Artdirektion)
Stefanie Lehner

Bildbearbeitung

Larissa Klassen
Stefanie Lehner
Andy King

Herstellung

ARNOLD group

© Fraunhofer IPK, 2022

Fotografien und Grafiken

Soweit nicht am Bild anders vermerkt:

© Fraunhofer IPK: S. 4, 65 (unten)
© Fraunhofer IPK/Ilona Glodde: S. 26
© Fraunhofer IPK/Andy King: S. 64
© Fraunhofer IPK/Larissa Klassen: S. 20, 21, 34, 44, 45, 49, 50, 52, 61, 65 (oben, mitte)
© Fraunhofer IPK/Angela Salvo-Gonzalez: S. 33
© Fraunhofer IPK/Katharina Strohmeier: S. 29, 43

Fraunhofer IPK
in Social Media

 [instagram.com/
fraunhofer_ipk](https://www.instagram.com/fraunhofer_ipk)

 [linkedin.com/
company/
fraunhofer-ipk](https://www.linkedin.com/company/fraunhofer-ipk)

 [twitter.com/
Fraunhofer_IPK](https://twitter.com/Fraunhofer_IPK)

 [youtube.com/
FraunhoferIPK](https://www.youtube.com/FraunhoferIPK)

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen
und Konstruktionstechnik IPK

Pascalstraße 8–9 | 10587 Berlin | Telefon +49 30 39006-140
pr@ipk.fraunhofer.de | www.ipk.fraunhofer.de