

# interaktiv

DAS KUNDENMAGAZIN DES FRAUNHOFER IPA | AUSGABE 1.2023



Automatisierung von morgen  
heute erfolgreich umsetzen

Auf dem Weg zur  
ultraeffizienten Fabrik

Energieflexibler Betrieb  
von Druckgussanlagen

## Unsere Mission

# Wir produzieren Zukunft



### Unser Leitbild

Das Fraunhofer IPA orientiert sich an einer Mission für eine bessere Zukunft. Wir sind überzeugt, dass **Mass Sustainability** und **Mass Personalization** hierbei einen wesentlichen Beitrag leisten.

In jedem unserer Themen verfolgen wir eine konkrete Vision und leisten einen signifikanten Beitrag, damit wir die übergeordnete Mission erreichen.

### Liebe Interaktiv-Leserschaft!

Von Helmut Schmidt ist das Zitat überliefert: »Wer Visionen hat, sollte zum Arzt gehen.« Am IPA gilt dies ganz und gar nicht. Wir am IPA freuen uns über Menschen und Teams mit Visionen. Ja, wir haben selbst welche. Nachzulesen ist das im IL-Interview ab S. 16.



Alexander Sauer

Thomas Bauernhansl

Eine Vision ist ja ein motivierendes Zielbild. Es beschreibt, was man in einigen Jahren erreicht haben will. Daraus entstehen sehr oft unsere Projekte: Wasserstoff nachhaltig in großem Maßstab produzieren, Öfen nach ökonomischem Bedarf mit zweierlei Energieträgern ökologisch nutzen, Produktionsnetzwerke resilient gestalten, eine Fabrik so ultraeffizient betreiben, dass sie keinerlei negativen Auswirkungen auf die Umwelt hat – all das sind Visionen, die unsere Forschenden am IPA entwickelt haben und nun umsetzen. Lesen Sie mehr darüber im Heft.

Auch wenn das IPA heute enorm breit aufgestellt ist, die Robotik ist seit 50 Jahren sein Kern. Über unsere aktuellen Entwicklungen in der Automatisierung lesen Sie im Titelthema.

Reisen und Messen gehören wieder zum Geschäft. Wir haben die automatica und die Hannover Messe bespielt, das MIT in Massachusetts und die ISA Conference in Columbus, Ohio, besucht und, gemeinsam mit Bosch, eine weitere Lernreise angeboten. Im Heft erfahren Sie, was wir dabei erlebt und auf den Weg gebracht haben.

Die Serie Digital Champions gewährt ab Seite 22 vertiefte Einblicke in Unternehmen, die die Digitale Transformation als Pioniere vorangetrieben und vorbildlich umgesetzt haben. Die Reportagen und Interviews mit dem Management sollen anregen, Mut machen und beflügeln.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen einen schönen Sommer und Kraft für die Aufgaben, die im Herbst anstehen. Vielleicht können Sie ja die eine oder andere Ihrer Visionen in die Umsetzung bringen.

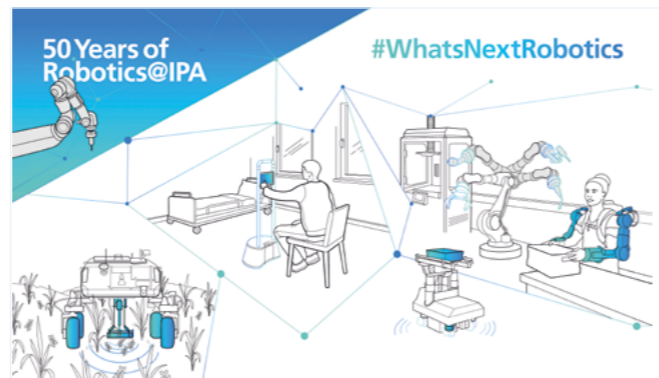
Es grüßt Sie herzlich

Thomas Bauernhansl und Alexander Sauer



**10**  
**Automatisierung von morgen heute erfolgreich umsetzen**

Wie Unternehmen ihre Produktion optimieren und für künftige Herausforderungen resilient machen können, präsentierte das Fraunhofer IPA im Juni auf der diesjährigen Messe automatica. Unser Titel fasst die vier Schritte dazu noch einmal zusammen.



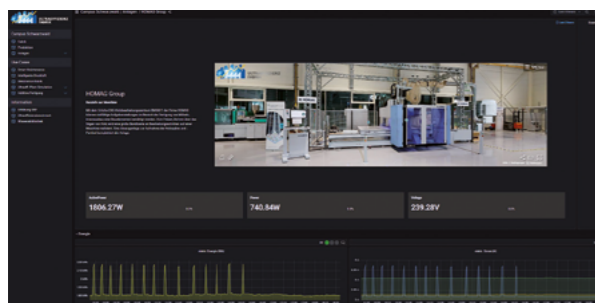
**15**  
**Unsere Jubiläumswoche für Sie!**

Im Herbst dieses Jahres feiern wir 50 Jahre Robotik am Fraunhofer IPA. Hinweise und Informationen zur Festwoche im September.



**16**  
**»Mit positiver Eigendynamik und Flow«**

In den letzten Monaten hat das Fraunhofer IPA seine Strategie überprüft und neu definiert sowie im Rahmen seines Leitbilds über seine Mission und Vision nachgedacht. Interaktiv sprach mit den Institutsleitern Prof. Thomas Bauernhansl und Prof. Alexander Sauer über Mission und Vision des Fraunhofer IPA und das, was sie persönlich antreibt.



**26**  
**Auf dem Weg zur ultraeffizienten Fabrik**

Vor dem Hintergrund der steigenden Umweltbelastung durch die verarbeitende Industrie wurde in den vergangenen Jahren das Zielbild der Ultraeffizienzfabrik entwickelt. Mit dem Aufbau eines hybriden Zentrums für Ultraeffizienzfabriken durch intelligente Verknüpfung von Reallabor und virtuellen Steuer-einheiten treibt Fraunhofer gemeinsam mit seinen Partnern die ökologische Modernisierung der Wirtschaft voran.



**37**  
**Energieflexibler Betrieb von Druckgussanlagen**

Forschende des EEP der Universität Stuttgart und des Fraunhofer IPA haben zusammen mit der Bark Magnesium GmbH und der Hindenlang GmbH einen bivalenten Schmelztiegelofen entwickelt, der auf das volatile Energieangebot mit einem Energieträgerwechsel reagieren kann. Der Versuchsofen wurde nun aufgebaut.

<b>Editorial</b>	von Thomas Bauernhansl und Alexander Sauer	3
<b>Plattform</b>	Nachrichten und Notizen	6
<b>Titel</b>	Automatisierung von morgen heute erfolgreich umsetzen	10
<b>Interview</b>	mit Thomas Bauernhansl und Alexander Sauer Wir produzieren Zukunft – »Mit positiver Eigendynamik und Flow«	16
<b>FuE</b>	Quick-Checks für Energieeinsparmöglichkeiten in Unternehmen	20
<b>Reportage</b>	Digital Champions – »Wir wollen unsere Kunden begeistern«	22
<b>Blickpunkt</b>	Auf dem Weg zur ultraeffizienten Fabrik – Der Teil und das Ganze	26
<b>Reportage</b>	Digital Champions – »Erfahrungswissen mit Daten kombinieren«	28
<b>FuE</b>	Klimaneutralität in der Galvanotechnik	31
	Gestaltung resilienter Produktionsnetzwerke	32
	Auftragsmanagement im Quick-Check	34
<b>Im Gespräch</b>	Energieflexibler Betrieb von Druckgussanlagen	37
<b>FuE</b>	H2BlackForest – ReduCO2	42
	H2BlackForest – FastPEM	43
	DryClean-CAPE®: Flexibler, leichter Trockenreinraum	45
	DeMoBat – Neue Technologien für die Demontage von Batterien und Motoren von Elektroautos	46
	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck über Online-Plattform ermitteln	49
<b>Impressum</b>		50

## Ministerpräsident Kretschmann besucht S-TEC



Nachhaltigkeit und Klimaschutz stehen ganz oben auf der Agenda von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Um sich ein Bild davon zu machen, mit welchen Innovationen ressourceneffizientes Wirtschaften gelingt, besuchte Ministerpräsident Winfried Kretschmann am 31. Januar 2023 den Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus S-TEC im Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart.

»Wir haben in Baden-Württemberg eine herausragende Forschungslandschaft zu sehr innovativen und zukunftsrelevanten Technologien und Themen mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Orte wie der S-TEC-Campus hier in Stuttgart sind Leuchttürme mit internationaler Strahlkraft in Forschung und Transfer in die Wirtschaft – und das macht Baden-Württemberg so besonders: Wirtschaft und Forschung arbeiten Hand in Hand«, sagte Ministerpräsident Winfried Kretschmann.

S-TEC ist ein in Zentren organisiertes Netzwerk für Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen am Standort Stuttgart. Die Fraunhofer-Institute und Institute der Universität Stuttgart arbeiten gemeinsam mit Projektpartnern aus der baden-württembergischen Industrie an zentralen Zukunftsthemen. Gefördert durch das Land Baden-Württemberg, ermöglicht dieses Transferkonzept die Entwicklung und Realisierung innovativer Lösungen – dynamisch, effizient und partnerschaftlich.

**Weitere Informationen:** <https://s-tec.de/>

## RemanLab in Bayreuth feierlich eröffnet



Gebrauchten E-Bike-Motoren ein neues Leben schenken – das ist im Kern die Aufgabe der neuen Lernfabrik für Remanufacturing, die am 24. Mai in der IPA-Außenstelle in Bayreuth eröffnet wurde. Das Team um Jan Koller zeigt ab sofort Unternehmen, wie digitale Technologien und Automatisierung die Refabrikation von Elektromotoren, Elektrokleingeräten und weiteren Produkten revolutionieren können. Das Wissen über die Komplexität des Remanufacturingprozesses – von der Eingangskontrolle über die Demontage, Reinigung, Prüfung, Aufarbeitung, Remontage und Endkontrolle – wird anwendungsnah mit Hilfe von Demonstratoren vermittelt.

**Weitere Informationen:** <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2023/mai-2023/neues-leben-fuer-gebrauchte-e-bike-motoren.html>

## Technologien für mehr Effizienz in der Produktion auf der Hannover Messe

Die Hannover Messe beschäftigte sich im April mit Technologien für eine klimaneutrale und vernetzte Industrie. Weil die Digitalisierung der Produktion in vielen Bereichen die Effizienz steigert und Effizienz der Schlüssel zu mehr Nachhaltigkeit ist, zeigte das Fraunhofer IPA Technologien, die Energie und Ressourcen sparen (Auswahl):

Neuartige Geschäftsmodelle basieren auf dem kontinuierlichen Austausch von Daten über Unternehmensgrenzen hinweg. So werden Hersteller nicht nur zu Dienstleistern, sondern alle Prozesse in einer Werkhalle lassen sich als einzelne Services begreifen: Everything as a Service (XaaS). Welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit diese datenbasierten Geschäftsmodelle wirtschaftlich und technisch umsetzbar sind, klären Fachleute vom Fraunhofer IPA gemeinsam mit der Industrie im Großforschungsprojekt »X-Forge«.



Im Forschungsprojekt »Privacy-Aware, intelligent and Resilient Crisis Management« (PAIRS) entwickelt ein IPA-Team eine Plattform für das Krisenmanagement, die Störungen bereits in deren Entstehungsphase identifiziert und datengestützte Handlungsempfehlungen bereitstellt.

»DesignChain« adressiert die durchgehende Digitalisierung und Automatisierung der technischen Auftragsabwicklung – von der Bestellung bis zum fertigen Produkt.

Im Forschungsprojekt »Selbstlernende und selbsterklärende Maschine« (SLEM) entwickelt ein Forschungsteam ein intelligentes und adaptives Assistenzsystem. Es erkennt den Erfahrungs- und Wissensstand des Maschinenbedieners und passt sich daran an.

Die IT-Landschaft in der Produktion setzt sich in vielen Fällen aus Systemen ganz verschiedener Anbieter zusammen und ist dementsprechend schwierig zu verwalten. Abhilfe soll ein Betriebssystem für die Produktion schaffen. FabOS heißt es und wird ähnlich wie Betriebssysteme für Computer oder Smartphones eine Plattform für Maschinen, Infrastruktur und KI-Dienste sein.

## FpF würdigt beste Dissertation des Jahres 2023

Dr. Darian Andreas Schaab vom IPA erhielt für seine Dissertation zur »Auslegung von Regelungssystemen industrieller Gleichspannungs-Mikronetze« den FpF-Preis. Der Verein zur Förderung produktionstechnischer Forschung e.V. (FpF) zeichnet jedes Jahr die beste Dissertation des Fraunhofer IAO und IPA sowie deren kooperierender Institute der Universität Stuttgart aus. Die Auszeichnung ist mit 2500 Euro dotiert. Überreicht wurde die Urkunde am 16. Juni vom FpF-Vorstand im Warnecke-Auditorium im Rahmen der Mitgliederversammlung.

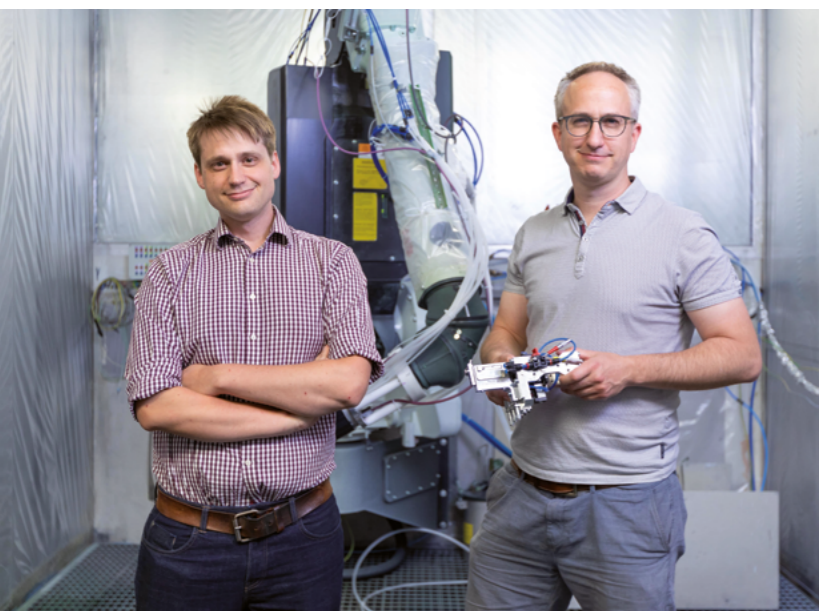




## Netzwerken im MIT und in Ohio

Mit einer fünfköpfigen Delegation hat Prof. Thomas Bauernhansl Anfang Juni mehrere Professoren des Massachusetts Institute of Technology, kurz MIT, zum Austausch in Cambridge getroffen. Das IPA plant die Zusammenarbeit mit der Leitinitiative Manufacturing@MIT in den Themenbereichen Work of the Future, Automatisierung und biologische Transformation auszubauen. In den folgenden Tagen eröffneten Prof. Bauernhansl und Prof. Daniel Palm gemeinsam mit Prof. John Paul MacDuffie die Industry Studies Association Annual Conference in Columbus, Ohio, mit einer Special Session zur Transformation der Automobilproduktion. In einer weiteren Session präsentierten Simon Schumacher, Roland Hall und Luisa Staneker Forschungsthemen aus der gemeinsamen MIT-Kooperation.

## Für den Otto-von-Guericke-Preis 2023 nominiert!



Thomas Hess (rechts im Bild) und Franz Balluf (links) haben zum Thema der »Ermittlung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Lacken für die Applikation mit oversprayfreier und selektiver Lackiertechnik (DigitalPainting)« geforscht und sich mit den Forschungsergebnissen für den Otto-von-Guericke-Preis 2023 beworben. Die Jury überzeugte ihr Forschungsprojekt und nominierte es für die Endrunde. Die Veranstaltung zur Bekanntgabe der Preisträger und zur Verleihung des Otto-von-Guericke-Preises wird am 15. November 2023 in Berlin stattfinden. Mit dem Preis zeichnet die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e. V. eine herausragende Arbeit auf dem Gebiet der Industriellen Gemeinschaftsforschung zugunsten kleiner und mittlerer Unternehmen aus.

**Mehr dazu:** <https://www.aif.de/ueber-uns/auszeichnungen/otto-von-guericke-preis.html>

## »Internationale Benchmark Biointelligenz«

### Die Welt der biointelligenten Produktion entdecken

Das Projekt »Internationale Benchmark Biointelligenz« (InBenBio) wurde im November 2022 initiiert, um den Stand der Entwicklung der biologischen Transformation in anderen Ländern kennen zu lernen und mit den Rahmenbedingungen und Voraussetzungen in Deutschland zu vergleichen. Die erste Reise führt vom 30. Oktober bis 3. November 2023 nach Israel und wird in Zusammenarbeit mit der Deutsch-Israelischen Industrie- und Handelskammer (AHK) geplant und durchgeführt. Die Teilnahme an der Workshop-Reise wird neben den Projektmitgliedern auch externen Interessenten angeboten.

Die Transformation der traditionellen industriellen Wertschöpfung zu einer nachhaltigen Produktionsweise ist sowohl für die Gesellschaft als auch für den Wirtschaftsstandort Deutschland entscheidend. Dr. Robert Mieke, Leiter Zentrum für biointelligente Produktion am Fraunhofer IPA, ist sich sicher: »Um eine nachhaltige, ressourcenschonende, umweltfreundliche und flexible Wertschöpfung umzusetzen, müssen Prinzipien der Natur imitiert, Synergien mit der Natur geschaffen und die Natur adaptiert werden. Auf diese Weise wird die durch die Digitalisierung ermöglichte biointelligente Produktion maßgeblich die Produktpalette, Wertschöpfungsprozesse sowie die Organisation produzierender Unternehmen beeinflussen.«



#### Schlüsselinstitutionen in Tel Aviv

Die erste Reise führt die Delegation nach Tel Aviv. Israel gilt als einer der Hot-Spots für Forschung in den Konvergenzbereichen Biowissenschaften, Ingenieurwissenschaften und der Informationstechnik. Hier ist das Forschungsnetzwerk Israel Innovation Authority (IIA) BioConvergence zu Hause, das in der Entwicklung biointelligenter Technologien führend ist. Startups aus Tel Aviv spielen eine maßgebliche Rolle bei der Entwicklung KI-basierter Lösungen für die Produktion.

Die vor Ort gewonnenen Erkenntnisse und die Erfahrungsberichte aus den internationalen Workshops sowie die Ergebnisse der Benchmark sollen in einer Studie und auf Fachkonferenzen veröffentlicht und auf der Biointelligenz-Konferenz 2024 in Stuttgart vorgestellt werden. InBenBio will Strategie- und Forschungsperspektiven für Wirtschaft, Gesellschaft und Politik sichtbar machen und Handlungsspielräume eröffnen, um Deutschland zu einem führenden Standort der Biointelligenz zu entwickeln.

Die Reise wird gemeinsam mit dem VDMA durchgeführt. Weitere Partner im Projektkonsortium sind die Universität Hohenheim, die Universität Stuttgart und McKinsey & Company Inc. (assoziierter Partner). Das Projekt wird vom BMBF gefördert. Anfang 2024 ist eine zweite Reise in die USA (voraussichtlich an die Ostküste) geplant.

Weitere Informationen und die Möglichkeit, sich zur Reise anzumelden, finden Sie hier: <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen-messen/online-anmeldungen/anmeldung-inbenbio.html>

#### Kontakt

Dr.-Ing. Robert Mieke | Telefon +49 711 970-1424 | [robert.mieke@ipa.fraunhofer.de](mailto:robert.mieke@ipa.fraunhofer.de)

# Automatisierung von morgen heute erfolgreich umsetzen

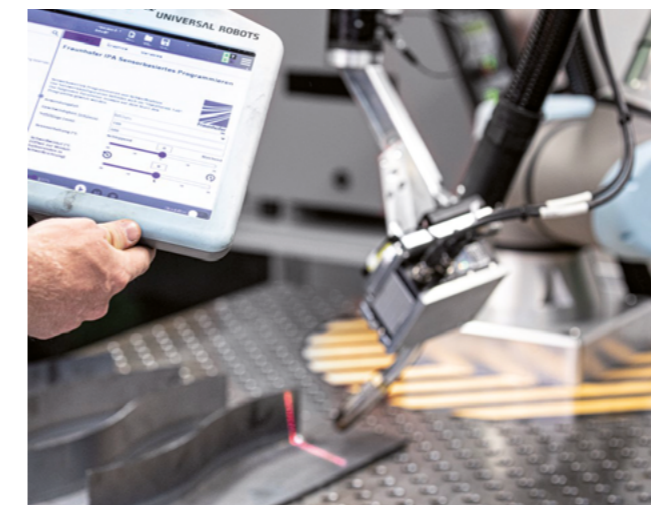
Von der Idee bis zur Anwendung: Automatisierungspotenziale richtig einschätzen, tragfähige Konzepte erstellen, technische Machbarkeit absichern und Konzepte in der Produktion implementieren



Wie Unternehmen ihre Produktion optimieren und für künftige Herausforderungen resilient machen können, präsentierte das Fraunhofer IPA im Juni auf der diesjährigen Messe automatica. Die Exponate rund um Robotik, Automatisierung, Künstliche Intelligenz sowie Reinraumtechnologien versprachen einen klaren Wettbewerbsvorteil und richteten sich sowohl an Unternehmen, die diesen mit bestehenden Anwendungen erreichen wollen, als auch an solche, die ganz neue Anwendungen umzusetzen beabsichtigen. In vier Schritten fassen wir hier zusammen, wie Unternehmen befähigt werden, jeden Schritt erfolgreich zu gehen.

## Schritt 1: Machbarkeit von Automatisierungspotenzialen technisch und wirtschaftlich einschätzen

Viele Unternehmen möchten automatisieren, befürchten jedoch technische und wirtschaftliche Fehleinschätzungen. Für den ersten Schritt, die Automatisierungspotenziale des Unternehmens objektiv einzuschätzen, bietet das Fraunhofer IPA bereits seit Jahren die sogenannte Automatisierungs-Potenzialanalyse, kurz APA. Das Entwicklerteam der APA geht für dieses kompakte Projektformat direkt in die Unternehmen, analysiert den Status quo und ermittelt eine »Fitness for Automation« der untersuchten Produktionsprozesse. Die APA wurde bereits bei über 500 Kunden weltweit für Automatisierungsprojekte zur Montage eingesetzt. Jetzt ist sie auch für Schweißprozesse



Die »Automatisierungs-Potenzialanalyse« (APA) ist nun für Schweißprozesse verfügbar.

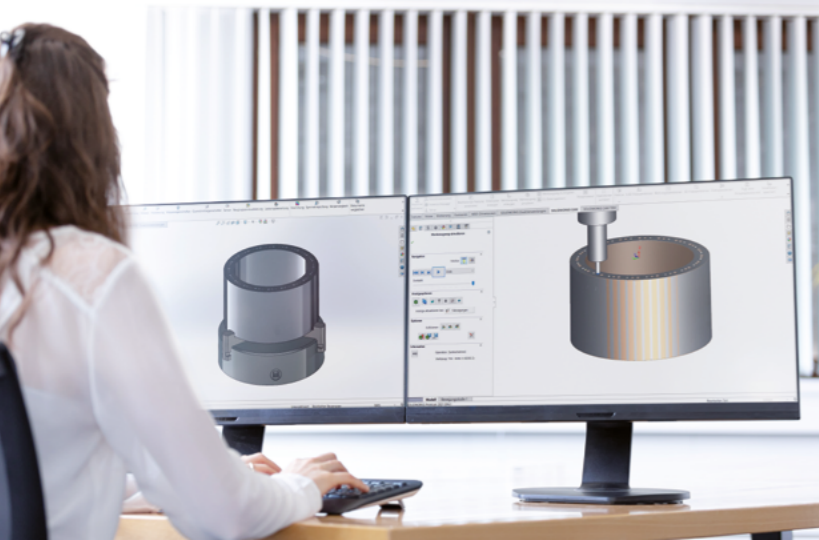
verfügbar. Unternehmen erhalten damit eine systematische Entscheidungsgrundlage, die das Investitionsrisiko signifikant verringert.

Bisher war die APA an das Fachwissen der Entwicklerinnen und Entwickler gekoppelt. Seit Kurzem steht sie auch als App beim Lizenzpartner Evia zur Verfügung. Unternehmen können damit selbst eine Anwendung analysieren, die sie möglicherweise automatisieren möchten. Neben den Anwendungen Montage und Schweißen erarbeitet das Team derzeit auch eine APA für das Maschinenbeladen sowie für die Logistik.

## Nicht nur indoor – auch outdoor

Auch außerhalb von Produktionshallen ist oft mehr Automatisierung gewünscht. Deshalb ermöglicht eine andere Entwicklung eine robuste, autonome Outdoor-Navigation für die Herausforderungen typischer Outdoor-Umgebungen wie bspw. Outdoor-Intralogistik, Landwirtschaft oder Forst. Besonders schwierig für diese Navigation sind die jeweiligen Licht- und Witterungsbedingungen sowie der zu befahrende unterschiedliche Untergrund und natürlich Hindernisse. So können sich zwischen Werkhallen Kabelbrücken, Gulligitter, Schlaglöcher, Stufen, Absätze und vieles mehr befinden, die autonome Systeme vor Schwierigkeiten stellen. Der vom Fraunhofer IPA entwickelte prototypische Outdoor-Roboter CURT\_mini zeigt aber, wie sich solche Schwierigkeiten durch aufeinander abgestimmte Hard- und Software lösen lassen und wie sich Intralogistik auch in Outdoor-Bereichen erfolgreich umsetzen lässt.

Verbunden ist diese Entwicklung mit einem umfangreichen Beratungsangebot rund um den sinnvollen Einsatz von autonomen mobilen Robotern in Innen- wie Außenbereichen. Das Fraunhofer IPA blickt mit seiner Navigationssoftware auf eine lange Erfolgsgeschichte zurück. Schon 2014 kamen in der Produktion eines Automobilherstellers erstmals frei fahrende fahrerlose Transportfahrzeuge zum Einsatz, die die IPA-Software nutzten – ein schönes Beispiel für den erfolgreichen Technologietransfer, der auch zu einer Ausgründung führte.



»DesignChain« ist die durchgehende Digitalisierung und Automatisierung der technischen Auftragsabwicklung – von der Bestellung bis zum fertigen Produkt.

### Auftragsabwicklung mit »DesignChain« digitalisieren

Vom Feld zurück in die Produktionshallen: DesignChain adressiert die aktuelle Anforderung, dass die Industrie zunehmend kundenindividuelle Produkte kostengünstig und in immer kürzerer Zeit produzieren muss. Um dabei im weltweiten Wettbewerb bestehen zu können, empfiehlt sich, die technische Auftragsabwicklung von der Bestellung bis zum fertigen Produkt durchgehend zu digitalisieren. Die Aufwände für die Fertigungsvorbereitung halbieren sich dadurch.

## Schritt 2: Tragfähige Konzepte erstellen

Erfolgreiche Technologietransfers brauchen eine wasserdichte Planung und Konzeption. Denn wenn in dieser Projektphase nicht sauber gearbeitet wird, rächt sich das meist durch unerwartete Kosten und Mehraufwände im späteren Projektverlauf. Eine auf funktionale Sicherheit (Safety) ausgerichtete Lösung sowie die geplante Ausgründung »InTRAC« zur Umsetzung von Montagezellen mit Robotern unterstützen diese Projektphase.

### »Computer-Aided Risk Assessment« mit Robo-Dashcam

Sicherheitskonzepte können die Taktzeit einer Roboteranwendung ungünstig beeinflussen. Mit der »Robo-Dashcam« lässt sich dies verbessern. Hierfür erfasst eine Kamera datenschutzkonform sicherheitsrelevante Daten und Personen, während die Roboterzelle in Betrieb ist. Basierend auf diesen Daten kann dann das Sicherheitskonzept auch nachträglich angepasst werden, um die Performance bzw. Taktzeit der Anwendung zu steigern. Dabei messen die IPA-Experten die optimierte Roboterleistung und können Sicherheitsabstände reduzieren. Bis zu 10 Prozent mehr Produktivität und eine um 54 Prozent reduzierte Zeit für die Risikobeurteilung sind möglich.



Die »Robo-Dashcam« erfasst datenschutzkonform sicherheitsrelevante Daten und Personen, während die Roboterzelle in Betrieb ist. So kann das Sicherheitskonzept auch nachträglich noch angepasst werden.

Die Robo-Dashcam ist Teil von CARA, dem »Computer-Aided Risk Assessment«, mit dem das Institut Unternehmen dabei unterstützt, Sicherheitskonzepte systematisch und teilautomatisiert zu erstellen und Performance-Verbesserungen zu ermöglichen.

### Modulare Automatisierungslösung für die Kabel- und Steckermontage

Das geplante Spin-off »inTRAC« (intelligent Robotic Assembly Cell) bietet insbesondere für die wirtschaftliche Kabel- und Steckermontage eine modulare Automatisierungslösung, auch für kleine Losgrößen. Das Angebot geht vor allem auf die Bedürfnisse von Unternehmen kleiner und mittelständischer Unternehmen ein, indem die modulare Roboterzelle flexibel und schnell an verschiedene Produkte angepasst werden kann. Dies ermöglicht den Unternehmen, mit nur einem System verschiedene Varianten zu fertigen und damit planbare Investitionsentscheidungen zu treffen. Damit richtet sich inTRAC direkt an Betriebe, die meist kein Wissen über Roboter besitzen und die besonders stark vom Fachkräftemangel und hohen Lohnkosten betroffen sind.



Maschinelles Lernen macht den Griff-in-die-Kiste autonomer, schneller und robuster.

## Schritt 3: Technische Machbarkeit experimentell oder simulativ absichern

Ist die zugrundeliegende Idee abgesichert und liegt ein Konzept zur Anwendungsrealisierung vor, geht es um das Prüfen der Machbarkeit. Eine Entwicklung für diesen Schritt ist »AI Picking«, der KI-basierte Griff-in-die-Kiste. Es adressiert genau die technischen Hürden, die eine umfassende Nutzung des Griff-in-die-Kiste trotz hohem wirtschaftlichem Potenzial noch immer hemmen. Der Einsatz von KI oder genauer, von deren Teilgebiet Maschinellem Lernen, macht die Anwendung autonomer, schneller und robuster.

Virtuelle Machbarkeitsuntersuchungen rund um das zuverlässige Greifen nahezu beliebiger Objekte ergänzen die Anwendung. Unternehmen können so schnell und ohne Investitionen in Material die Machbarkeit einer Griff-in-die-Kiste-Anwendung prüfen lassen. Sie erhalten Aussagen über das passende Zellenlayout, die Hardware, die Greifbarkeit vieler Werkstückgeometrien und weitere Informationen wie mögliche Taktzeiten, Verfügbarkeiten und Griffe pro Stunde. So liegt eine umfassende Analyse als Entscheidungsgrundlage vor.

### Ablegen in die Kiste

Neben dem Greifen aus einer Kiste erreichen auch immer mehr Fragen rund um das Ablegen in eine Kiste das Team. Dieser Vorgang wird insbesondere durch den boomenden Onlinehandel immer wichtiger. Die Entwicklung »Bin Packing« führt vor, wie auch dies vollautomatisiert möglich wird. Ohne zuvor eingelernte Daten zu den Objekten kann das Robotersystem Freiformen platzsparend und ohne Packmuster oder Vorkommissionierung greifen und sauber in einen Karton ablegen. Bin Packing erreicht hiermit eine fünf Prozent höhere Verpackungsdichte und das bei deutlich reduzierten Vorbereitungsaufwänden. Auch für das Bin Packing sind Machbarkeitsstudien in Simulationen möglich.



Das roboterbasierte Bin Packing nutzt den vorhandenen Platz optimal.

## Schritt 4: Konzepte in der Produktion implementieren

Schließlich bietet das Fraunhofer IPA auch umfangreiche Möglichkeiten, um eine Anwendung final zu realisieren. So adressiert die Software »pitasc« eine häufige Hürde für die Montageautomatisierung, nämlich die Variantenvielfalt, die bisher mit hohen Programmieraufwänden einhergeht. Diese Aufwände machen den Einsatz von Robotik schnell unwirtschaftlich. Genau hier setzt pitasc an: Mit der Software muss eine Montageaufgabe nicht mehr Punkt für Punkt programmiert werden. Stattdessen erfolgt die Programmierung relativ zum Werkstück strukturiert und modular basierend auf Daten, die Sensoren am Roboter liefern. Vorgefertigte, wiederverwendbare Programmmodule helfen dabei, insbesondere knifflige, kraftgeregelte Montageanwendungen schneller als bisher umzusetzen, und ermöglichen eine effiziente Anpassung an neue Varianten. So können zum Beispiel die Position des Roboters, die Vorrichtungen und sogar der Endeffektor ohne Neuprogrammierung gewechselt werden.



Mit pitasc wird die Montageautomatisierung auch bei hoher Variantenvielfalt wirtschaftlich umsetzbar.

### Montageplanung und -durchführung mit KI-basierter Software

Einen anderen Ansatz für eine bessere Planung und Durchführung einer Montage verfolgt eine Ausgründung. Das Start-up entwickelt die KI-basierte Software »Assemblio«, deren Komponente Assembly Suite die CAD-STEP-Dateien analysiert und auswertet. Jedes CAD-System kann diese informationsreichen Dateien generieren. Sie liefern der »3D-Analyse-KI« alle notwendigen Informationen, um strukturierte Montage-

informationen präzise abzuleiten. Eine zweite Komponente von Assembled ist der »Assembly Composer«, der die extrahierten Montageinformationen einliest und in ein Tool für die Montageplanung einspeist. Das Tool zeigt montagerelevante Informationen vereinfacht grafisch an, sodass die Montage spielerisch und fehlerfrei planbar ist. Die KI-Montageassistent »KIM« erstellt automatisch und kostengünstig Montageassistenten zur interaktiven Unterstützung des Personals. Die Assistent ist variabel und kann 2D- oder 3D-basiert sein. Erste Nutzerstudien zeigen eine Zeitersparnis von bis zu 92 Prozent, wenn Assembled zum Einsatz kommt. Ab Juli ist die Software kommerziell verfügbar.

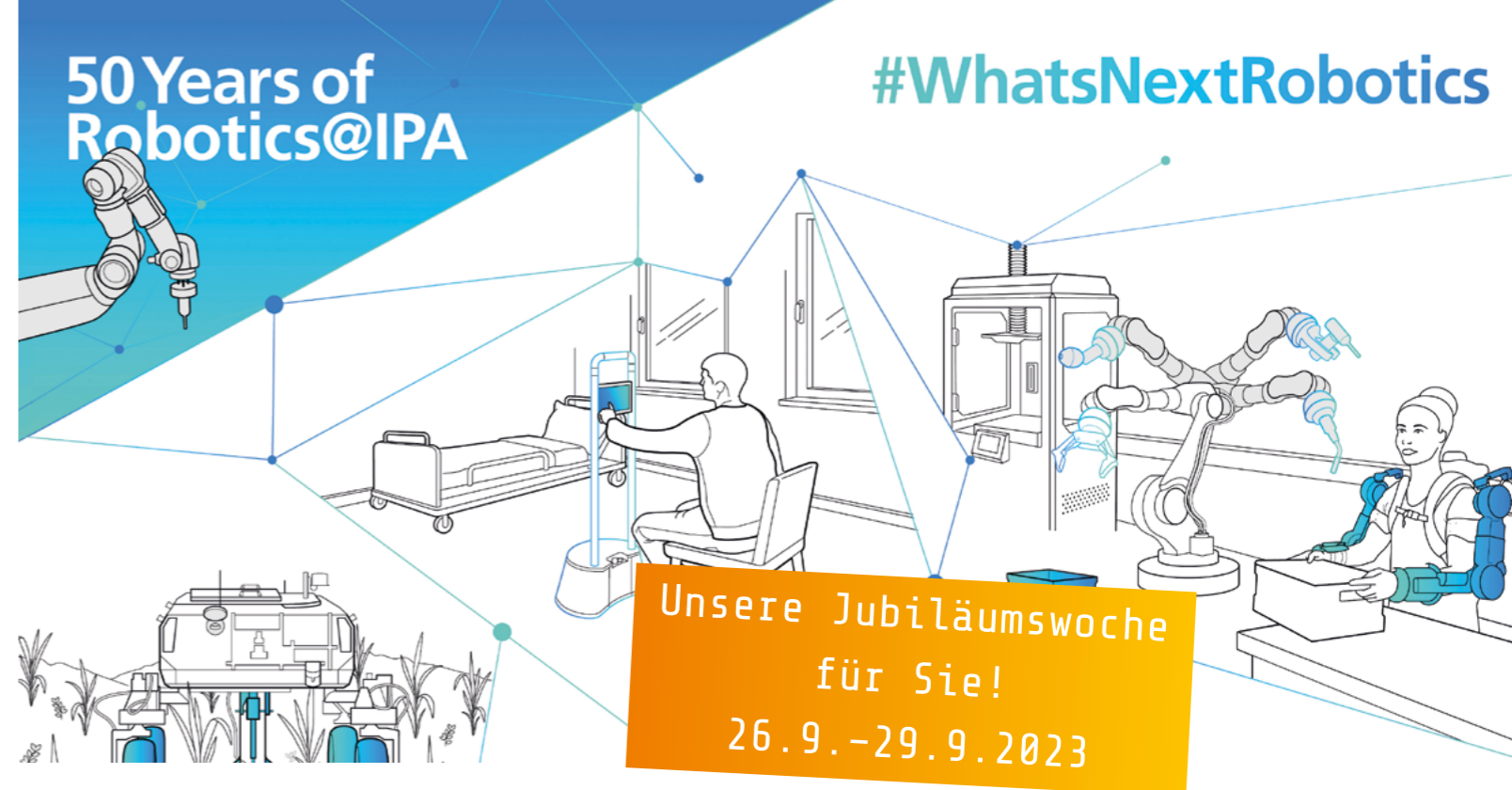
**Weitere Informationen zum Messeauftritt des Fraunhofer IPA sowie Material zum Download:**

<https://www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen-messen/messen/automatica.html>

**Fachliche Ansprechpartner**

Dr. Werner Kraus  
Telefon +49 711 9701049  
[werner.kraus@ipa.fraunhofer.de](mailto:werner.kraus@ipa.fraunhofer.de)

Marius Moosmann  
Telefon +49 711 9703813  
[marius.moosmann@ipa.fraunhofer.de](mailto:marius.moosmann@ipa.fraunhofer.de)



Was 1973 begann und damals noch Handhabungstechnologie hieß, hat am Fraunhofer IPA seitdem eine beeindruckende Reise zurückgelegt. 50 Jahre Robotik in Stuttgart – das ist ein Strauß an Technologien für Automatisierung mit Robotik in unterschiedlichsten Branchen und Anwendungen.

Allen IPA-Entwicklungen gemein ist, dass sie den Robotereinsatz auch oder insbesondere abseits der am Markt verfügbaren Entwicklungen möglich gemacht haben. Wenn es noch keine zufriedenstellende Lösung gibt, wenn die technologische oder wirtschaftliche Herausforderung mit dem bestehenden Angebot zu groß erscheint, dann kommt das Fraunhofer IPA ins Spiel. Das zeigt der Blick zurück – und das zeigt insbesondere auch der Blick nach vorn. Bereits heute stellen wir die Weichen dafür, Roboter morgen in ganz neuen Anwendungen und Branchen einsetzen zu können. Denn wir sind der festen Überzeugung, dass Robotik eine Schlüsseltechnologie ist, um den aktuellen gesellschaftlichen Entwicklungen sinnvoll begegnen zu können.

Dafür muss die Robotik aber einfacher einsetzbar werden. Die Aufwände für die Entwicklung und Inbetriebnahme einer Anwendung müssen deutlich gesenkt werden und es gilt, dass die Anwenderinnen und Anwender bestmöglich auch ohne Fachwissen Robotik gewinnbringend für sich nutzen können. Dies alles verfolgen wir mit unserer Vision einer »Automatisierung der Automatisierung«.

Im Herbst dieses Jahres feiern wir 50 Jahre Robotik am Fraunhofer IPA mit einer umfassenden Festwoche. Zu dieser Festwoche laden wir alle herzlich ein, die uns auf diesem Weg begleitet, inspiriert und unterstützt haben. Den Auftakt für das Jubiläumsprogramm macht die wissenschaftliche Konferenz »ISR«, die wir gemeinsam mit dem VDE und dem ISW der Universität Stuttgart durchführen. Der darauffolgende »Application Day« zeigt allen Interessierten, wie sich Robotik in Anwendungen wie beispielsweise Montageautomatisierung, Schweißen, Handhabung oder stationärer Pflege umsetzen lässt. Mit einem feierlichen Bankett, auf dem ein renommierter Ehrengast dabei sein wird, lassen wir den Tag ausklingen. Der vierte und letzte Tag der Feierlichkeiten ist dann ein kostenfreier »Open Lab Day«, an dem wir zahlreiche Roboter am Fraunhofer IPA auf Rundgängen erlebbar machen und so die Vielfalt unseres Angebots präsentieren. Die abendliche »Lange Nacht der Robotik« wird insbesondere die Talente von morgen ansprechen und das Institut als attraktiven Arbeitgeber vorstellen.

Auch wenn die offiziellen Feierlichkeiten erst im September beginnen, so haben wir bereits Anfang dieses Jahres unsere Rück- und Ausblicke auf Robotikinnovationen gestartet. Verfolgen Sie unsere Geschichten rund um Industrie- und Servicerobotik und erleben Sie, woran wir bereits heute für eine Zukunft mit Automatisierung arbeiten – #whatsnextrobotics für eine kognitive Robotik im Dienste des Menschen und einer starken, konkurrenzfähigen Wirtschaft insbesondere in Baden-Württemberg und Deutschland.

**Alle Informationen zur Veranstaltung:** [ipa.fraunhofer.de/50y\\_de](https://ipa.fraunhofer.de/50y_de)

**Kontakt:** Dr.-Ing. Werner Kraus | Telefon: +49 711 970-1049 | [werner.kraus@ipa.fraunhofer.de](mailto:werner.kraus@ipa.fraunhofer.de)



## Wir produzieren Zukunft – »Mit positiver Eigendynamik und Flow«

In den letzten Monaten hat das Fraunhofer IPA seine Strategie überprüft und neu definiert sowie im Rahmen seines Leitbilds über seine Mission und Vision nachgedacht. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen nahmen an den Prozessen in Townhall-Meetings teil. Interaktiv sprach mit den Institutsleitern Prof. Thomas Bauernhansl und Prof. Alexander Sauer über Mission und Vision des Fraunhofer IPA und das, was sie persönlich antreibt.

*Professor Bauernhansl, wovon sprechen wir, wenn wir von Mission und Vision reden?*

*Thomas Bauernhansl:* Eine Vision ist eine langfristige Zielsetzung, ein motivierendes Zielbild, hinter dem sich alle versammeln. Es beschreibt, was man in fünf oder in zehn Jahren erreicht haben will. Entsprechend hat eine Vision ein Ende. Eine Mission ist dagegen zeitlich unbegrenzt. Da geht es darum: Warum machen wir das, was wir tun? Was macht uns aus? Was ist die DNA unserer Organisation? Was sind unsere Werte, die uns motivieren?

Beim IPA stellen wir die Mission in den Vordergrund. Wir sind so vielfältig aufgestellt, dass eine Vision im Blick auf fünf oder zehn Jahre so generisch wäre, dass diese nicht ausreichend handlungsleitend wäre. Die Zielsetzung zum Beispiel für eine Batteriezellfertigung in fünf Jahren kann man relativ genau definieren. Aber wenn wir versuchen würden, 18 strategische Themenbereiche in einer Vision zusammenzubringen, dann wäre diese verwässert. Keiner könnte mehr so richtig etwas mit dieser Vision anfangen und die einzelnen Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen würden sich darin nicht wiederfinden.

Daher haben wir gesagt, dass jedes strategische Themenfeld seine eigene motivierende Vision mit langfristiger Zielsetzung formuliert. Und für das IPA formulieren wir eine übergreifende Mission, denn das, was unsere DNA ausmacht, was uns bewegt, ist uns allen gemeinsam.



*Wozu brauchen wir eine Mission und eine Vision, Professor Sauer?*

*Alexander Sauer:* Wir brauchen sowohl Vision als auch Mission, und zwar nach innen und nach außen. Bei der Mission kommt es darauf an, dass jeder Mitarbeiter weiß, an welchen Werten wir uns orientieren – und dass das bei jeder Entscheidung in Projekten und Projektakquisen reflektiert wird. Denn es ist wichtig, dass wir uns immer wieder darauf zurückbesinnen, wie wir eigentlich miteinander umgehen wollen.

Unsere Kunden wiederum sehen, worauf wir Wert legen, was die Menschen bei uns antreibt und was für Menschen bei ihnen perspektivisch später auch anfangen, wenn sie Interesse an neuen Mitarbeitenden haben. So können sie einschätzen, mit welchen Menschen sie Projekte machen, wenn sie mit uns Projekte machen.

Die Mission ist auch wichtig, um neue Mitarbeiter zu finden. Den etwa 100 neu angestellten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern pro Jahr soll die Mission ja vermitteln, was wir eigentlich für eine Organisation sind, worauf es uns ankommt. Die Mission soll zeigen, in welchem Ökosystem wir beim IPA arbeiten. Die Neuen müssen wissen, was sie erwartet.

### 18 strategische Themenbereiche

Durch kontinuierliche Integration neuer Technologien und innovativer Automatisierungslösungen gestaltet das Fraunhofer IPA in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit der Industrie die Produktion der Zukunft.

Um souveräne industrielle Wertschöpfungssysteme und technologiebasierte Nachhaltigkeit zu verwirklichen, fokussiert sich das IPA auf folgende Themenbereiche:

- Robotik
- Oberflächentechnik
- Produktionsgestaltung und -optimierung
- KI für die Produktion
- Additive Manufacturing
- Biointelligente Systeme
- Biomechatronik
- Batterieproduktion
- Wasserstofftechnologien
- Klinische Gesundheitstechnologien
- Laborautomatisierung
- Vernetzte IT-Lösungen für die Produktion
- Intelligente Energiesysteme in der Fabrik
- Reinheitsproduktion
- Circular Economy
- Unternehmensstrategie und -entwicklung
- Bildverarbeitung
- Leichtbau und trennende Fertigungsverfahren



*Professor Bauernhansl, bestimmt die Institutsleitung, wofür das IPA steht?*

*Thomas Bauernhansl:* Eine Mission kann man nicht verordnen. Was uns ausmacht, wird von allen Personen am IPA beeinflusst und kristallisiert sich über die Jahre heraus. Auf dieser Basis haben wir dann die Mission formuliert. Wofür wir stehen, ist im täglichen Tun manchmal gar nicht so ersichtlich. Dann muss man diese Frage wieder mehr in den Vordergrund stellen. Und in manchen Punkten ist unsere Mission zunächst nur ein ambitionierter Wunsch. Dann müssen wir eingestehen, dass es schön wäre, wenn uns das zu 100 Prozent ausmachen würde. Wir arbeiten zwar dran, aber wir tun noch nicht genug dafür. Es müssen also Prioritäten hinterfragt und die Kommunikation verbessert werden. Wir müssen zusätzliche Impulse setzen und auch Anregungen schneller umsetzen. So gewinnt unsere Mission mit der Zeit an Profil.

Das IPA hat die Mission formuliert »Wir produzieren Zukunft«. Diesen Claim benutzen wir schon seit einigen Jahren und es ist eine gute Zusammenfassung für unser Mission am IPA. Auch wenn wir uns weiterhin überlegen müssen: Was heißt denn »wir«, was heißt »produzieren« und was heißt für uns »Zukunft« zum heutigen Zeitpunkt. Denn dadurch bleibt unsere Mission lebendig und von Bedeutung.



*Haben Sie als Institutsleiter eine persönliche Vision, Professor Sauer?*

*Alexander Sauer:* Eine konkrete Vision kann sich nur auf Metaziele beziehen. Meine Vision ist einerseits, dass wir in jedem der 18 strategischen Themenfelder des IPA zu den Top drei Spielern im europäischen Kontext oder auch weltweit gehören. Deswegen haben wir uns ja auch auf diese 18 Themenbereiche fokussiert, damit wir uns auf unsere Schwerpunkte konzentrieren können. Auf der anderen Seite ist meine Vision, dass wir die missionsorientierten Aspekte, die wir formuliert haben, zu 100 Prozent in die Tat umsetzen und vorbildlich vorleben.

*... und Ihre Vision, Professor Bauernhansl?*

*Thomas Bauernhansl:* Wir haben strategische Themenfelder definiert, die superspannend und zukunftssträchtig sind und die zu uns passen. Ich glaube, das ist uns ganz gut gelungen. Mc Kinsey hat uns ja auch bestätigt, dass wir in diesen Feldern ausgezeichnet und europaweit, wenn nicht weltweit, fast schon einzigartig aufgestellt sind: Wir haben hervorragende Rahmenbedingungen, tolles Know-how, und wir haben vor allem hochmotivierte und leidenschaftlich arbeitende Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen.

Eine Vision leitet jeden Einzelnen in seinem spezifischen Feld. Die Fragen, was ich fachlich erreichen will, wo ich mein Thema hin entwickeln kann, sind der Einstieg, der eine Vision auslösen soll.

Die übergreifende Mission vermengt sich mit unserer persönlichen Agenda. Wir sind ja deswegen am IPA, weil wir glauben, dass wir hier auch unsere persönlichen Ziele und das, was uns antreibt, am besten erreichen können.

Als Institutsleiter schaue ich noch mit einem anderen Blick darauf als die Mitarbeitenden. Meine Vision, also was mich persönlich antreibt, ist, zu sehen, dass sich unsere Organisation für die Menschen erfolgreich entwickelt. Ich möchte sehen, dass unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ein fröhliches Lachen im Gesicht haben und für ihre Themen voller Leidenschaft brennen. Dass alle, die hier sind, gerne hier arbeiten, weil sie am IPA die Themen und Möglichkeiten der Zusammenarbeit schätzen. Wenn wir erreichen, alle Mitarbeitenden mehr und mehr in einen motivierenden Kontext zu bringen, wenn wir also nicht nur inhaltlich die Nummer eins sind, sondern als Gesamtorganisation – das wäre ein für mich persönlich sehr motivierend.

*Alexander Sauer:* ... Mit positiver Eigendynamik und Flow!

*Thomas Bauernhansl:* Ja genau, Flow ... dass einem alles leicht von der Hand geht und dass man super gerne zusammenarbeitet. Es ist ja heute schon häufig so, aber vielleicht nicht jeden Tag und nicht für jeden ... Daran zu arbeiten, das besser zu machen, das ist extrem motivierend.

*Wir bedanken uns für das Gespräch!*

## Unsere Mission

# Wir produzieren Zukunft



### WIR sind ...

- ambitioniert
- kompetent
- wertschätzend
- divers

### PRODUZIEREN heißt für uns ...

- anwendungsorientiert forschen
- industriell umsetzen
- Wertschöpfung systemisch erneuern
- partnerschaftlich, langfristig zusammenarbeiten
- mit unseren Kunden Lösungen entwickeln
- unternehmerisch und ergebnisorientiert handeln

### ZUKUNFT für ...

- die Menschen in Deutschland und Europa durch
  - souveräne industrielle Wertschöpfungssysteme
  - technologiebasierte Nachhaltigkeit
  - kontinuierliche Integration neuer Technologien
  - Innovation in der Automatisierung
- unsere Mitarbeitenden durch
  - ein hoch innovatives, inspirierendes, multidisziplinäres und dynamisches Umfeld
  - beste Möglichkeiten zur persönlichen Weiterentwicklung
  - vielfältige und individuelle Karrierepfade

# Quick-Checks für Energieeinsparmöglichkeiten in Unternehmen

**Die hohen Energiekosten in Deutschland zwingen Industrieunternehmen, ihre Produktionsprozesse besonders energieeffizient zu gestalten. Wer die Kosten für die Produktion signifikant senken will, muss die gesamte Produktion auf Energieeffizienz überprüfen.**

In vielen Branchen ist Energie ein wesentlicher Bestandteil des Produktionsprozesses, sei es in Form von Strom, Kraftstoffen oder anderen Ressourcen. Wenn die Kosten für Energie steigen, erhöhen sich automatisch die Produktionskosten. Insbesondere energieintensive Industrien wie die Schwerindustrie oder die chemische Industrie sind von solchen betroffen.

Laut einer Umfrage des Deutschen Industrie- und Handelskammertags (DIHK) aus dem Jahr 2022 wollen 16 Prozent der Industriebetriebe ihre Produktion aufgrund der gestiegenen Energiekosten zurückfahren. Viele Unternehmen planen zu schließen oder die Produktion an andere Standorte zu verlagern. Besonders angespannt ist die Lage bei Wirtschaftszweigen wie Chemie, Stahl, Papier und Glas. Hier wollen sogar 32 Prozent der Befragten ihre Produktion zurückfahren oder einstellen.

Um wettbewerbsfähig zu bleiben, sind Unternehmen gezwungen, effizientere Technologien einzusetzen und Energie einzusparen. Darüber hinaus führt der Anstieg der Energiekosten auch dazu, dass Unternehmen nach alternativen Energiequellen suchen. So lassen sich beispielsweise mit erneuerbaren Energien langfristig Kosten senken und Nachhaltigkeitsziele erreichen.

## Quick-Check zeigt Energieverbräuche und Einsparpotenziale für Produktionsprozesse

Welche Maßnahmen zielführend sind, erfassen kurzfristig und hocheffizient »Quick-Checks« des Fraunhofer IPA. In diesen werden die Energieverbräuche je nach Produktionsprozess im Unternehmen analysiert und danach mögliche energieeffizientere Technologien identifiziert. Energieeinsparmöglichkeiten

zeigen IPA-Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen im Folgenden am Beispiel der Dispergier-, Pumpen- und Trocknungsprozesse. Diese spielen in vielen Industriezweigen, darunter u. a. der chemischen, pharmazeutischen, Lebensmittel- und Kosmetikindustrie eine entscheidende Rolle.



## Abwärmeverlust vermeiden durch Ultraschall-Dispergierer

Beim Dispergieren werden Feststoffe in einer Flüssigkeit aufgelöst oder zerstreut, um eine stabile Suspension oder Emulsion zu erzeugen. In vielen Produktionsprozessen ist eine homogene Verteilung der Partikel für die Qualität des Endprodukts entscheidend. Traditionell werden Hochgeschwindigkeitsrührer zum Dispergieren eingesetzt, die jedoch einen erheblichen Energieverbrauch aufweisen. Dabei verbleibt die durch Dispersion oder Extrusion eingetragene Energie zu zwei Drittel im Produkt, wobei der Rest in Form von Abwärme verloren geht. Eine energieeffiziente Alternative ist beispielsweise der Einsatz von Ultraschalltechnologie. Ultraschall-Dispergierer erzeugen Schallwellen, die die Partikel in der Flüssigkeit aushöhlen und durch die Kavitation eine feine Verteilung ermöglichen. Diese Methode erfordert weniger Energie und kann zu einer verbesserten Produktqualität führen. Das konnte am Beispiel der Prozessierung von Biopolymeren gezeigt werden. Hier wirkte sich die Reduktion der mechanischen und thermischen Belastung bei der Dispersion oder Extrusion positiv auf das zu extrudierende Material aus. Damit wurde der Energieeintrag reduziert und die Eigenschaften des Biopolymers nicht signifikant beeinträchtigt.

## Energieverbrauch reduzieren beim Pumpen

Pumpen sind ein wesentlicher Bestandteil vieler Produktionsprozesse, da sie Flüssigkeiten oder Gase von einem Ort zum anderen transportieren. Allerdings sind Pumpen oft für einen erheblichen Teil des Energieverbrauchs in der Industrie verantwortlich. Um den Energieverbrauch zu optimieren, können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. Zum einen ist die Auswahl der richtigen Pumpentechnologie von großer Bedeutung. Hocheffiziente Pumpen mit variabler Drehzahlregelung können den Energieverbrauch signifikant reduzieren, da sie sich den aktuellen Anforderungen anpassen können. Zum anderen können Optimierungen in der Rohrleitungsführung und die Vermeidung von unnötigen Druckverlusten den Energieverbrauch weiter senken.

*Dispergierer für den Batch-Betrieb zur Herstellung von Pasten und Emulsionen.*

## Energieeffiziente Trocknungsverfahren

Um die Feuchtigkeit von Feststoffen zu entfernen, ist Trocknen ein wesentlicher Schritt in vielen Produktionsprozessen. Konventionelle Trocknungstechniken wie Warmlufttrocknung sind jedoch oft sehr energieintensiv. Ein energieeffizientes Trocknungsverfahren ist beispielsweise die Infrarot-Trocknung. Dies spart Energie und minimiert gleichzeitig den thermischen Abbau empfindlicher Materialien. Eine weitere Möglichkeit der energieeffizienten Trocknung ist die Verwendung von Mikrowellen. Mikrowellentrockner erzeugen elektromagnetische Wellen, die die Feuchtigkeit in den Materialien direkt erwärmen. Dadurch wird der Trocknungsprozess beschleunigt und weniger Energie benötigt. Generell sollte aus Gründen des effizienteren Energiehaushalts eines Unternehmens, Möglichkeiten eines Trocknungsprozesses bei niedrigeren Temperaturen abgewogen werden – diese Maßnahme führt je nach Ausmaß zur Einsparung von bis zu 20 Prozent des Energiebedarfs.

Um Energieeinsparmöglichkeiten in Unternehmen detailliert zu identifizieren und zu bewerten, bietet das Fraunhofer IPA Quick-Checks an. Bei Interesse kontaktieren Sie uns gerne. Wir bringen Sie mit den für Ihre Branche zuständigen Personen zusammen.

## Kontakt

Dr. Olga Fromm  
Telefon +49 711 970-3701  
olga.fromm@ipa.fraunhofer.de



# »Wir wollen unsere Kunden begeistern«

Digital Champions von Fred Nemitz

**Es braucht Mut, Neugierde und Leidenschaft: Mit diesem Plädoyer beendete Johann Soder im Februar in Bruchsal seinen Abschlussvortrag im Rahmen der Lernreise »Fabrik der Zukunft: Lean, Green, Digital«. Der Visionär und Macher schaut auf spannende Jahre bei SEW-EURODRIVE zurück, gewährt einen Blick ins Innere des Maschinenraums und spricht über den Wandel der Arbeits- und Produktionswelt.**

Gleich zu Beginn des Gesprächs erzählt Johann Soder eine Anekdote, die zeigt, aus welcher Generation er stammt, besser gesagt, aus welchem Holz er geschnitzt ist. Sein Vater nahm ihn als damals 15-Jährigen auf dem Moped mit, fuhr ihn vor die Fabrikore von SEW-EURODRIVE und sagte: »Junge, jetzt bist Du für Dein Leben verantwortlich. Mach was draus. Geh da rein und bewirb Dich.« 53 Jahre später hat der gebürtige Hambrückener und zweifache Familienvater das mittelständische Familienunternehmen geprägt wie kein anderer.

Soder folgte dem Rat seines Vaters und machte tatsächlich eine Ausbildung beim dortigen Wunscharbeitgeber. Auf dem zweiten Bildungsweg eignete er sich betriebswirtschaftliche Managementkenntnisse an. In den 1990er Jahren baute er bei SEW-EURODRIVE die Elektronikproduktion auf, wurde Werkleiter, danach Geschäftsführer Produktion, später Geschäftsführer Technik. Die Gesellschafter des Unternehmens vertrauen dem Visionär und Macher und gaben ihm immer wieder neue



Johann Soder machte aus dem Serienfertiger einen Weltmarktführer mit 4,2 Milliarden Euro Umsatz.

Projekte zur Bearbeitung. Das zahlte sich aus, denn Soder hatte viele Ideen und war an deren Umsetzung interessiert. Er ging oft die Extra-Meile, war morgens der Erste, der das Licht anmachte und abends der Letzte, der es ausmachte. Oder um es in seinen Worten zu sagen: »Ich lebe, um zu arbeiten.«

Soder ist dankbar, dass man ihn machen ließ. »In all den Jahrzehnten bin ich gemeinsam mit dem Unternehmen gewachsen und konnte die Entwicklung des Unternehmens aktiv mitgestalten.« In den letzten vier Jahren entwickelte er als Chief Operating Officer die Unternehmensstrategie mit und verantwortete das operative Geschäft. Seit Anfang des Jahres ist er Geschäftsführer für Sonderthemen. Zu denen gehören die Generalbebauungen, die Entwicklung neuer innovativer Arbeitsprozesse in den Fabriken, die Weiterentwicklung des Inhouse-Consulting sowie die Umsetzung des großen Themas Digitalisierung. Dazu kommt noch sein »persönliches Hobby«, die MAXOLUTION®, um moderne Smart Factories gemeinsam mit den Kunden zu gestalten und umzusetzen. Summa summarum wird es dem 68-Jährigen nicht langweilig.



**In unserem Industriearbeitskreis »Ganzheitliche Produktionssysteme 4.0« konnten wir das SEW-Konzept für die Smart Factory, dessen Prinzipien und deren konsequente Umsetzung vor Ort in Form von Small Factory Units hautnah erleben.«**

Simon Schumacher  
Gruppenleiter Digital Industrial Engineering  
am Fraunhofer IPA



Der Mensch im Mittelpunkt der Produktion. In diesem Fall Soder selbst.

## Lean als Basis für alles

Hätte er vor 53 Jahren gedacht, dass sich die Produktionswelt so verändert? Soder: »Für mich lässt sich die Zeit in zwei Epochen einteilen. Zum einen gab es eine sehr verrichtende Arbeitsweise. Menschen haben nur einzelne Tätigkeiten durchgeführt. Eher monoton, nichts Spannendes. Das hat sich mit dem Lean-Ansatz geändert. Der Mensch rückte wieder mehr in den Mittelpunkt. Neue Arbeitsprozesse wurden in der gesamten Wertschöpfungskette geschaffen. Und mit Industrie 4.0 treten wir die Reise in die nächste Epoche an hin zur intelligenten Fabrik.«

Für Soder ist Lean in der höchsten Perfektion die Basis für alles. Jetzt gilt es, beide Ansätze – Lean Management und Industrie 4.0 – zu verknüpfen und eine Mensch-Technik-Kooperation zu realisieren. Aus seiner Sicht soll Technik den Menschen bei der täglichen Leistungserbringung unterstützen. Und was hat die digitale Transformation sonst noch so gebracht? Die Produktivität verbessert, die Performance verbessert und eine bessere Kundenorientierung möglich gemacht. »Vor fünf Jahren haben wir unsere Philosophie dahingehend geändert, dass wir gesagt haben, wir wollen unsere Kunden nicht nur zufriedenstellen. Wir wollen unsere Kunden begeistern«, so Soder. Daraufhin hat ihn seine Belegschaft gefragt: Wie sollen wir unsere Kunden begeistern? Was genau heißt das für uns? Aus dem Bauch heraus sagte er daraufhin: »Unsere Kunden in die Lage versetzen, mit unseren Produkten und Lösungen nachhaltig Geld verdienen zu können.«

## Matrixproduktion als Schlüsselfaktor

Im Vorzeigewerk Graben-Neudorf ist Industrie 4.0 seit Jahren gelebte Realität: Der Kundenauftrag sucht sich seinen Weg durch die Fabrik. Er verhandelt seine Bearbeitung. »Wir haben die Gedanken der Matrixproduktion umgesetzt. Das Fraunhofer IPA hat hier sehr viel Aufbauarbeit geleistet. Die Dinge mitentwickelt, viel mit uns diskutiert. Das war für uns eine große Bereicherung«, fasst Soder das kooperative Miteinander zusammen und fährt fort: »Wir haben das konsequent im Brown-Field-Ansatz umgesetzt. Und wir haben es dann noch getoppt, indem wir eine neue Fabrik für Motorenproduktion gebaut und alles noch ein Stück besser und perfekter gemacht haben.«



**Abschalten und Energie sparen! Bei SEW-EURODRIVE setzen wir auf abschaltbare Fabriken in Kombination mit effizienten und nachhaltigen Energieerzeugungskonzepten.«**

Daniela Schmid  
Leiterin Bau- und Facility-Management  
bei SEW-EURODRIVE



Seine Mannschaft auf dem Shopfloor erlebt jeden Tag aufs Neue gelebte Mensch-Technik-Kooperation. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden in der täglichen Leistungserbringung durch frei navigierende Cobots unterstützt. Alle Ansätze haben sich stabilisiert und sind in der Realität angekommen. Und dennoch ist der Zenit längst nicht erreicht. Soder: »Der Ansatz Smart Factory und Smart Company ist noch nicht zu Ende. Das intelligente Unternehmen muss sich ein Stück neu erfinden. Dafür erforderlich ist auch, die Wertschöpfungskette neu zu erfinden – in allen Bereichen des Unternehmens«. Lebenslanges Lernen bleibt die größte Herausforderung, aber auch die größte Chance.

### Das Streben nach Perfektion

Für Soder braucht es ein paar einzelne Köpfe, die das Unternehmen tragen und voranbringen und die Geschicke des Unternehmens lenken. »Jede Führungskraft hat auch die Aufgabe, für seine Nachfolge zu sorgen. Ich habe sehr früh begonnen, um mich herum eine Mannschaft aufzubauen, die ich geführt, ausgebildet und mitgenommen habe. Mitgenommen auf eine Reise.« Kreativ und innovativ sollen sie sein, die Leader der Zukunft, nach vorn strebend. Neben aller Führungsstärke braucht es aus seiner Sicht natürlich auch viele helfende Hände und ausführende Organe, das sei klar. Ohne sie würde das Schiff keinen Meter vorankommen.

Soder malt gern Bilder, weiß um die Macht der Worte, aber lebt auch genau das vor, was er sagt. Und das mit ganz viel Leidenschaft. Auch seine Präsentationen begeistern Besucher aus aller Welt, die sich Inspiration und Ideen holen wollen für das eigene Unternehmertum. Ende der 1990er Jahre war er derjenige, der nach Japan reiste und feststellte: »Ich habe nicht viel Neues gesehen. Aber was mich tief beeindruckt hat,



**Das Fraunhofer IPA hat bei der Matrixproduktion sehr viel Aufbauarbeit geleistet.**

war die Konsequenz und die Disziplin, mit der die Dinge umgesetzt wurden. Das Streben nach Perfektion war einzigartig. Diesen Gedanken habe ich mitgenommen und zu SEW-EURODRIVE getragen«. Jetzt kommen Delegationen aus Japan und Korea nach Bruchsal und Graben-Neudorf und schauen sich an, wie Industrie 4.0 in Deutschland Fabriken und Prozesse transformiert.

### Schöne neue digitale Welt

Auf die Frage, was das Herzstück der Digitalisierung sei, hat Soder eine klare Antwort: der Digitale Zwilling. Denn der sorgt dafür, hocheffiziente Prozesse zu realisieren und hocheffiziente Applikationslösungen zu schaffen – bis hin zu hocheffizienten Fabriken, die leistungsfähig Produkte herstellen. Das heißt: Beim ersten Strich des Kunden im Konstruktionsbüro entstehen strukturiert geordnete Daten. Durch Simulation ist man früh in der Lage, neue Produktideen und -konzepte dahingehend zu überprüfen, ob diese das bringen, was man sich vorstellt. Entwicklungszeiten werden extrem verkürzt bei gleichbleibend hohem Qualitätsstandard.

Wenn das gewährleistet ist, gilt es, die nächste Stufe zu zünden: Die intelligenten Applikationslösungen liefern Informationen aus den Maschinen und Anlagen. Daraus lassen sich neue Geschäftsmodelle entwickeln, wie zum Beispiel Predictive Maintenance oder Condition Monitoring. Das erlaubt, sehr wirtschaftliche Betriebsstätten zu realisieren. Das wiederum erhöht die Wirtschaftlichkeit und macht Deutschland als Produktionsstandort wettbewerbsfähiger.



**SEW-Eurodrive ist einer der Good Practices im Bereich der Matrixproduktion. Die Fertigung und Montage von Antriebstechnik im Werk Bruchsal erfolgt in einem durchgängigen cyberphysischen Matrixproduktionssystem.«**

*Susann Kärcher  
Gruppenleiterin Montageplanung und datengetriebene Montageoptimierung am Fraunhofer IPA*



### Und green? Und resilient?

»Wir vollziehen den Wandel zum smarten, besser noch intelligenten Unternehmen, das lean, agil, digital, green und resilient ist. Auf diesen fünf Ansätzen haben wir das Wertschöpfungs-system bei SEW-EURODRIVE neu definiert«, fasst Soder die aktuelle Unternehmensphilosophie zusammen und fährt fort: »Green heißt für mich auch, mit Ressourcen gut umzugehen, die Ressource Mensch sinnvoll einzusetzen. Ein Beispiel: Die Logistik voll zu automatisieren. Dadurch werden Ressourcen frei. Diese Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter können sich durch Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen weiterentwickeln, beispielsweise zum Monteur. Damit wirken wir aktiv dem Fachkräftemangel entgegen«.

Green heißt für Soder auch der Verzicht auf Lack. Sprich: Aluminiumlegierungen unlackiert zu lassen. Das spart CO<sub>2</sub> und trägt zur Energieeffizienz bei. Und Resilienz? Hier gilt es vor allem, starken Abhängigkeiten entgegenzuwirken. Beispielsweise mit einer hohen Fertigungstiefe, die in der mechanischen Fertigung bei 94 Prozent liegt. Ein Getriebemotor wird bis aufs Kugellager und den Wellendichtring komplett inhouse in Eigenleistung hergestellt.

Und auch beim Einkauf gilt der Vorsatz: Umdenken. Galt früher noch die Maßgabe, das billigste Bauteil auf dem Beschaffungsmarkt zu besorgen, gilt heute, verlässliche Partner zu haben und nicht alleinig den Single-Source-Ansatz Asien zu wählen, sondern auf Second-Source-Märkte in Europa als Alternative zurückzugreifen. Alles in allem geht es Soder darum, einen Perspektivwechsel einzuläuten. Aus seiner Sicht wird der sowieso kommen müssen. Denn Transportkosten werden sich durch CO<sub>2</sub>-Bilanzen verteuern. Ein Umdenken heißt auch, in Prozessen zu denken und Prozesskostenrechnungen aufzustellen.

### Ein Plädoyer an die Gestalter von morgen

Während seines Abschlussvortrages in Bruchsal im Rahmen der Lernreise schaltet Soder live in eines der Werke in den USA und zeigt, wie in Echtzeit Maschinen und Produkte miteinander interagieren.



*Mit Produkten und Lösungen am Puls der Zeit ...  
... für zufriedene Kunden auf der ganzen Welt.*

Alles ist in Arbeit, alles ist im Fluss. Die Megatrends dieser Zeit im Gepäck tüftelt er bereits an der nächsten Innovation: einem flexiblen, modularen und variabel skalierbaren Getriebe, das je nach Verfügbarkeit und Bedarf individuell die passende Energiequelle aussucht und nutzt. »Selbst in meiner Freizeit habe ich mich immer mit neuen Ideen beschäftigt, war nie zu müde, den Status quo zu hinterfragen.«

Seine Devise: Mach auf Dich aufmerksam, bleib am Puls der Zeit und versuche, immer exzellente Leistung abzuliefern. Den aktuellen, aber auch zukünftigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bei Fraunhofer gibt er mit auf den Weg: »Sie kommen in eine fantastische Welt, in der man so viel gestalten und machen kann wie noch nie. Werden Sie Treiber und Macher einer erfolgreichen Zeit«. Besser hätte man es nicht sagen können.



**Eine digitale Transformation ist vor allem dann erfolgreich, wenn Prozess- und Systemarchitekturen Ende-zu-Ende erdacht, geplant und umgesetzt werden. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist dabei der Einsatz von beherrschbaren Technologien. Nicht überall, wo KI draufsteht, ist auch wirklich KI drin.«**

*Andre Frankenberg  
Digital Transformation Officer bei SEW-EURODRIVE*



Auf dem Weg zur ultraeffizienten Fabrik

# Der Teil und das Ganze

**Vor dem Hintergrund der steigenden Umweltbelastung durch die verarbeitende Industrie wurde in den vergangenen Jahren unter der Leitung des Fraunhofer IPA das Zielbild der Ultraeffizienzfabrik entwickelt. Mit dem Aufbau eines hybriden Zentrums für Ultraeffizienzfabriken durch intelligente Verknüpfung von Reallabor und virtuellen Steuer-einheiten treibt Fraunhofer gemeinsam mit seinen Partnern die ökologische Modernisierung der Wirtschaft voran, setzt neue Maßstäbe in der Produktion und ermöglicht sowohl für Unternehmen als auch für Studierende der Ingenieurwissenschaften eine Erprobung von digitalen Effizienztechnologien.**

Arbeitet die Spritzgussanlage effizient? Braucht die Fräse zu viel Strom? Ist der Output der Verpackungsanlage hoch genug? Mit einem Mausklick kann Lara Waltersmann von ihrem Schreibtisch am Fraunhofer IPA in Stuttgart aus live mitverfolgen, ob die Produktion im 90 Kilometer entfernten Forschungslabor auf dem Campus Schwarzwald in Freudenstadt gerade reibungslos funktioniert. Soeben werden dort Reise-Mühlespiele inklusive Spielbretten und Spielsteinen gefertigt und verpackt. Die Ingenieurin hat den 3D-Modus aktiviert, der einen virtuellen Rundgang durch die Halle ermöglicht.

Auf dem Bildschirm erkennt man Holzbearbeitungsanlage, Presse, Spritzgussanlage, Verpackungsanlage und einen Roboter, der zukünftig die Montage übernehmen wird. Auf dem Weg durch die virtuelle Produktionsanlage sieht man unter jeder Maschine ein Feld, in das Messwerte in Echtzeit eingeblendet werden: Energieverbrauch, Leistung, CO<sub>2</sub>-Emission, Ausschuss, Verschnittmenge. »Mit Hilfe dieser Kennzahlen, lässt sich die Effizienz der Demonstrator-Fertigung jederzeit bestimmen«, erklärt die Leiterin der Gruppe »Management nachhaltiger Wertschöpfungs-systeme« am IPA.

Zusammen mit ihrem Team hat die Forscherin das »Hybride Zentrum für Ultraeffizienzfabriken« aufgebaut. Hybrid bedeutet, dass es ein Reallabor mit echten Maschinen gibt, die jedoch über einen örtlich getrennten, digitalen Leitstand kontrolliert werden. »Das Ziel ist es, die Produktionseinheiten so aufeinander abzustimmen, dass keine Ressourcen verschwendet werden«, erläutert die Ingenieurin. Die optimale Nutzung von Energie, Material und Manpower bei gleichzeitiger Reduzierung von Emissionen und Kosten ist der Dreh- und Angelpunkt des Ultraeffizienz-Konzepts der beiden Fraunhofer-Institute, des Instituts für Arbeitswirtschaft und -Organisation IAO, sowie des Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Ende des letzten Jahres wurde das vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg geförderte Teilprojekt abgeschlossen. Damit hat das interdisziplinäre Team den Grundstein für die weitere Optimierung der Produktion gelegt. Alle Maschinen im Forschungslabor des Campus Schwarzwald sind jetzt mit Sensoren ausgerüstet, die rund um die Uhr Daten ermitteln und an den Server in Stuttgart schicken. So können die Forschende dort nicht nur in Echtzeit die

Performance mitverfolgen, sondern auch Störfälle, die zum Beispiel einen erhöhten Energieverbrauch mit sich bringen, schnell aufspüren. Künftig soll im Detail untersucht werden, welche Auswirkungen Veränderungen auf die Kennzahlen haben. Beispielsweise inwieweit eine häufigere Wartung der Maschinen oder die Umstellung von Wechsel- auf Gleichstrom den Energieverbrauch, die Stillstandzeiten oder die Emissionen verändern.

## Schritt für Schritt zu mehr Effektivität und Effizienz

Um dieses Ziel zu erreichen, haben die Forscherteams von IPA und IAO fünf Handlungsfelder identifiziert: Energie, Material, Emission, Organisation und last but not least den Menschen. Die Algorithmen, die eine Fabrik optimal steuern sollen, müssen all diese Faktoren berücksichtigen: Die ersten drei – Energie, Material und Emissionen – lassen sich mit Hilfe der Sensoren messen und durch eine Software optimieren. Entscheidend für eine ultraeffiziente Produktion ist jedoch auch die Organisation der Prozesse: Diese Overall Equipment Efficiency, kurz OEE, ein Wert, der sich rechnerisch ermitteln lässt, fließt mit ein in den Optimierungsprozess. Und auch die Effizienz menschlicher Arbeit spielt eine Rolle. Um sie erfassen zu können, werden im Reallabor Lärmpegel, Raumklima und künftig der Stresslevel der Arbeitenden bestimmt. Freiwillige sollen dafür mit Wearables – am Körper getragenen Sensoren – ausgestattet werden.

Die Entwicklung von Algorithmen, die all diese Daten auswerten, sei eine enorm komplexe Aufgabe, betont Waltersmann: »Denn durch die Rückkoppelung vom digitalen Leitstand zum Reallabor wollen wir ja nicht nur die Performance einzelner Maschinen verbessern, sondern auch die des Gesamtsystems. Schließlich geht es bei der ultraeffizienten Fabrik ja nicht nur um Teile, sondern es geht ums Ganze.«

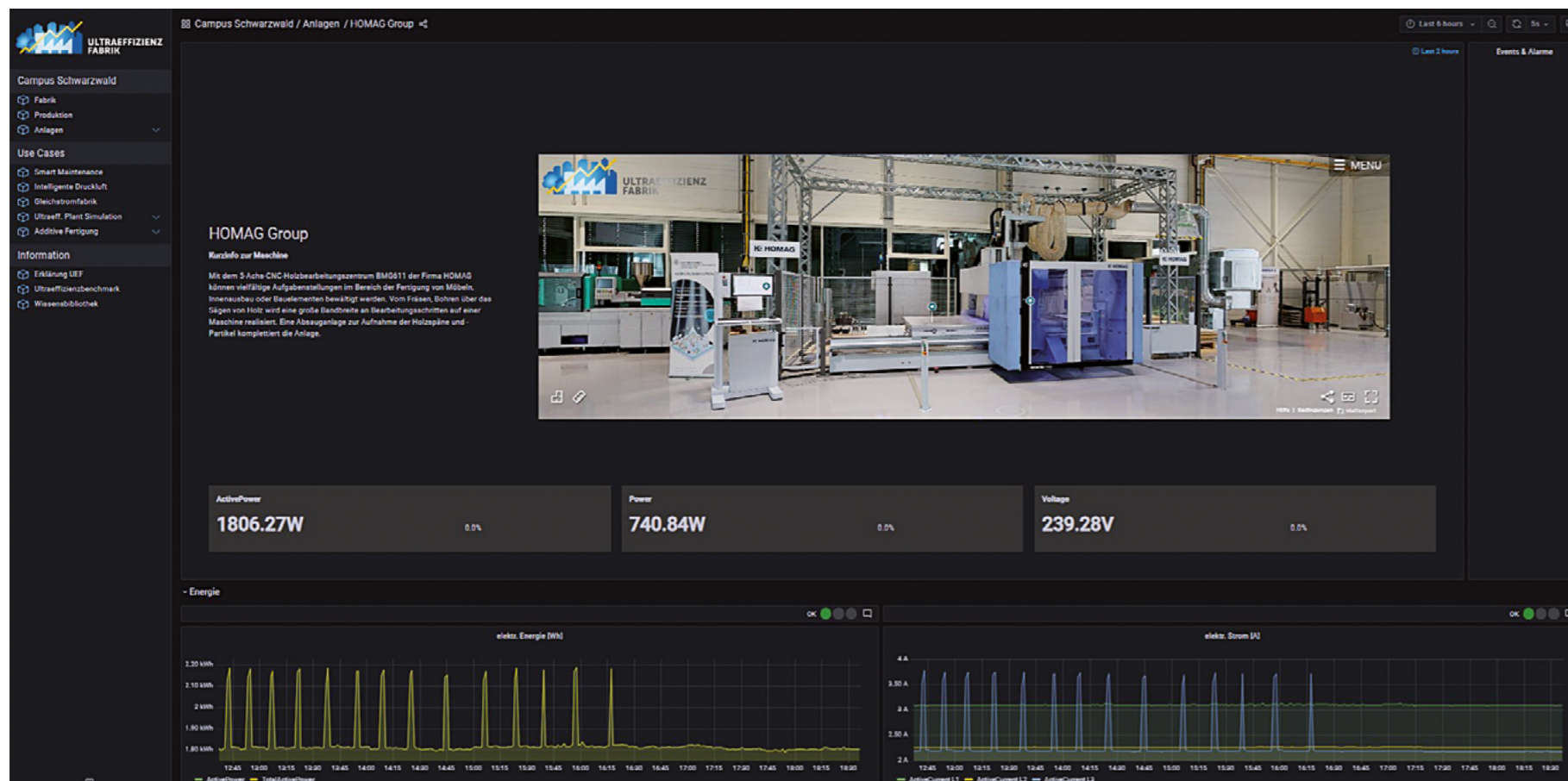
## Weitere Informationen:

<https://ultraeffizienzfabrik.de/ultraeffizienz/aktuelle-projekte/aufbau-eines-hybriden-zentrums-fur-ultraeffizienzfabriken/>

<https://ultraeffizienzfabrik.de/>

## Kontakt

Lara Waltersmann  
Telefon +49 711 970-1756  
lara.waltersmann@ipa.fraunhofer.de



*Der Ultraeffizienz-Leitstand ermöglicht das Monitoring und eine Verbesserung in den fünf Handlungsfeldern der Ultraeffizienzfabrik.*

# Erfahrungswissen mit Daten kombinieren

Digital Champions von Fred Nemitz

Im Rahmen der Lernreise »Fabrik der Zukunft – Lean, Green, Digital«, bei der Bosch und das Fraunhofer IPA Schirmherren sind, ist Festo Best-Practise-Partner. Im Gespräch mit Stefan Schwerdtle, Vice President Corporate Quality, und Sebastian Schill, Senior Vice President Global Production Centre Scharnhäusen, erfahren wir mehr darüber, wie Daten erhoben, Menschen befähigt und das Unternehmen mit konkreten Maßnahmen nachhaltiger gestaltet werden kann.



Von den Besten lernen: Das ist nach wie vor das ausgegebene Motto von Georg Wasserloos und seinem Team von macils, das seit vielen Jahren die Lernreisen konzipiert und organisiert. Und egal ob »Lean, Green, Digital« oder »Sicher, Vernetzt, Flexibel«: in Fabriken werden nach wie vor Waren produziert. Nur an der Art und Weise hat sich in den letzten Jahrzehnten einiges verändert. Genau dies gilt es bei den Besuchen der Best-Practise-Partner herauszuarbeiten.

## Daten erheben und Fehler beseitigen

So auch bei Festo in Scharnhäusen, dem Vorzeigewerk, der Technologiefabrik innerhalb des Gesamtunternehmens. »Wir sind heutzutage deutlich stärker zahlengetrieben als noch vor ein paar Jahren«, erklärt Sebastian Schill, der die Produktion leitet, und führt weiter aus: »Täglich erhalten wir vom Shopfloor aggregierte Zahlen wie Output und Fehlerteile,

die wir sichten und auswerten können. Das versetzt uns in die Lage, zu sehen, welche Dinge nicht zu 100 Prozent funktionieren – und auch direkt darauf zu reagieren. Das Zauberwort lautet hier Transparenz«.

Weltweit gibt es bei Festo nur ein ERP-System für alle Standorte. Nur so lässt sich Vergleichbarkeit herstellen und mit der Dynamik des Marktes Schritt halten. »Die Geschwindigkeit hat zugenommen. Im Stundenraster kommen neue Aufträge ins Werk«, ergänzt Stefan Schwerdtle, der die Qualität global verantwortet. »Früher

waren wir im Halbtagesmodus unterwegs. Mittlerweile sind wir im Rhythmus ‚Hour-by-hour‘ angekommen. An den Maschinen rufen wir die Daten sogar in Echtzeit ab«.

Für Schwerdtle und Schill dienen die Daten hauptsächlich zur Steuerung und Entscheidungsfindung. Wichtige Voraussetzung dabei: Weltweit gibt es eine Referenzorganisation. Das heißt, jedes Werk ist in seinen Strukturen gleich aufgebaut. Berichts- und Kommunikationswege sind in jedem Werk genau gleich. Passend dazu die Analogie zum Auto: Man weiß, in welche Himmelsrichtung man fährt, wie schnell man fährt, wie heiß der Motor ist und vieles mehr. Bezogen auf die Produktion bedeutet das: Abweichungen in der Produktivität lassen sich direkt erkennen. Ein Gegensteuern ist möglich, die Ursachen werden beseitigt und weiter geht's. Und das im Stundentakt.



## Takt vorgeben und Schritt halten:

Sebastian Schill und Stefan Schwerdtle machen die Produktion im Festo-Werk in Scharnhäusen zukunftsfit.

## Menschen befähigen und einbinden

Dabei fest im Blick: Quality, Cost, Delivery, das sogenannte QCD-Dreieck. »Am Anfang kamen Mitarbeitende auf mich zu und fragten: Auf was soll ich mich konzentrieren? Die Qualität, die Kosten oder die Lieferung? Meine Antwort: Auf alles. Das ist wirklich die Kunst, aber auch der entscheidende Erfolgsfaktor«, ist Sebastian Schill überzeugt. Stefan Schwerdtle ergänzt: »Die Philosophie des QCD-Dreiecks gilt unternehmensweit. Für alle Bereiche. Auch im Vertrieb. Damit wollen wir ein Stückweit unsere komplexe Welt vereinfachen«. Wenn QCD in Summe passt, hat Festo zufriedene Kunden. Die Herausforderung besteht darin, die Balance zu halten – und die Belegschaft mitzunehmen. Das Stichwort lautet hier Leadership.

Konkret auf den Shopfloor runtergebrochen nennen beide ein plakatives Beispiel: den Smart Rework Assistance, eine Eigenkreation der Festo-Mitarbeitenden. Speziell geht es darum, Daten aus dem Produktionsprozess zu nehmen, diese als Muster aufzubereiten und, wenn Nacharbeit am Produkt anfällt, die notwendigen nächsten Schritte systemgestützt vorzuschlagen. Das System gibt also vor, was sinnvoll und richtig ist. Das erleichtert das individuelle Handling und begeistert die Belegschaft. »Die Akzeptanz ist dann am größten, wenn die Mitarbeitenden selbst einen Nutzen haben. Nutzen heißt konkret: Weniger Störung im Arbeitsalltag«, so Sebastian Schill.

Für Stefan Schwerdtle steht fest: »Der Hebel liegt darin, Erfahrungswissen mit Daten zu kombinieren. Und umso mehr Daten und Erfahrungswissen in Kombination vorhanden sind, umso besser funktioniert der gesamte Ablauf«.

## Nachhaltig sein und innovativ bleiben

Auch das Thema Nachhaltigkeit ist im Werk in Scharnhäusen fest in der DNA verankert. Bereits beim Fabrikneubau im Jahr 2012 war klar: Eine energieeffiziente Fabrik ist ein Muss. Energieeffizienz bedeutet beispielsweise: Die Wärme der Maschinen für Heizungen zu nutzen, alle Beleuchtungen mit LED auszustatten, Controlled Pneumatic zum gesteuerten Luftverbrauch einzuführen und die digitale Schichtplanung



Der Smart Rework Assistance, eine Eigenkreation der Festo-Mitarbeitenden, unterstützt bei der Nacharbeit.

mit der Gebäudesteuerung zu koppeln. So ließe sich bis zu 70 Prozent der Energie sparen. Ein bisschen »Smart Home @ Fabrik«, so die Philosophie.

Wir wollen wissen: Nachhaltigkeit und Innovationsfähigkeit – ein Widerspruch oder ein Enabler? Stefan Schwerdtle ist überzeugt: »Ein Enabler, weil es zwingt, größer und breiter zu denken. Innovationen gehen nicht eindimensional«. Mächtiges Kapitel im Standard-Lastenheft der Anlagenbeschaffung sei neben der IT-Security auch das Thema Energieeffizienz. »Innovation heißt für mich auch Schlichtheit. Mit einer Einfachheit zu einer Lösung kommen. Da kommen wir langsam hin. Ich gebe Ihnen ein Beispiel: Wir haben uns einen 3D-Drucker angeschafft, um kleine Bauteile vor Ort zu drucken, schnell einzuspielen und auszuprobieren. Das schafft Freiräume für die Mitarbeitenden«, setzt Sebastian Schill noch einen drauf.

Und was braucht Deutschland als Produktionsstandort, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben? Flexibilität, um flexibel auf die Volatilität des Marktes reagieren zu können. Denn an Können, Wissen und Mut, neue Dinge anzugehen, fehlt es nicht. Ingenieurskunst ist das Fundament für den Wohlstand. Aber die Rahmenbedingungen müssen passen, da sind sich beide Festo-Mitarbeiter einig. Abschließend möchten wir noch wissen, wie man nach so viel lean, green und digital am besten entspannen kann. Die Antwort: Raus in die Natur auf die Schwäbische Alb mit Kind und Kegel, ab und zu Fußball spielen oder am Traktor oder Oldtimer rumschrauben. Schwäbisch bodenständig – oder einfach nur gut.

### Nächste Lernreise startet im September 2023

Von den Besten lernen heißt auch: Immer in Bewegung bleiben und Neues erfahren. Daher geht die Lernreise in die nächste Runde. Das Motto diesmal: »Produktion der Zukunft – Die resiliente Fabrik. Sicher, vernetzt, flexibel«. Schirmherr ist neben dem Fraunhofer IPA, repräsentiert durch Institutsleiter Prof. Thomas Bauernhansl, auch Siemens. Das Werk in Karlsruhe macht am 13./14. September direkt den Auftakt.

Mehr zur Lernreise:

<https://www.share2perform.com/lernreise/produktion-der-zukunft>

## Industrie trifft Forschung:

### Interdisziplinäre Zusammenarbeit auf breiter Basis

- Von der Natur inspiriert: In Anlehnung an den Rüssel eines Elefanten und unter Einsatz generativer Fertigungstechnologien konstruierte Festo in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA einen bionischen Handhabungsassistenten. Für diesen Hightech-Helfer für Industrie und Haushalt gab es 2010 den Deutschen Zukunftspreis – überreicht vom damaligen Bundespräsidenten Christian Wulff.
- Im Jahr 2022 führte Festo im KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik«, das Teil des Cyber Valley ist und von den Fraunhofer-Instituten IAO und IPA geführt wird, einen Quick-Check von MRK-Applikationen (Mensch-Roboter-Kollaboration) durch. Evaluiert wurde die digitale Planungstoolchain.
- Im interdisziplinären Austausch steht Festo mit dem Fraunhofer IPA im Forschungsprojekt »InterOpera – Digitale Interoperabilität in kollaborativen Wertschöpfungsnetzwerken der Industrie 4.0«. In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projekt sollen einheitliche Standards für die Industrie 4.0 erarbeitet werden.
- Weitere Anknüpfungspunkte: Austausch und Zusammenarbeit
  - im EU-Projekt »Futuring«, das eine Zukunftsvision und Handlungsempfehlungen für die produzierende Industrie in Europa erarbeitet,
  - bei der Plattform Biointelligente Produktion (BIM), einem Teilbereich von ManuFUTURE, zur Erschließung und Etablierung biointelligenter Fertigung
  - sowie in der Vorbereitung eines Leuchtturmprojekts für die »Manufacturing-X«-Initiative der Plattform Industrie 4.0 zur Digitalisierung der Lieferketten in der Industrie.

# Klimaneutralität in der Galvanotechnik

**Die Galvanikindustrie leidet unter den hohen Energiepreisen. Doch viele Maßnahmen zum Energiesparen hat die Branche bisher entweder gar nicht oder nur in Ansätzen umgesetzt. Dafür fehlt vielerorts das nötige Wissen. Ein Seminar am Fraunhofer IPA hat nun erstmals Wege zur Klimaneutralität aufgezeigt.**

Insbesondere in energieintensiven Branchen wie der Galvanik ist es entscheidend, Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien zu ergreifen. Die Branche leidet unter den anhaltend hohen Energiepreisen und muss ihre Anstrengungen auf dem Weg zur Klimaneutralität deutlich intensivieren. Allerdings bleiben die Reduktionsmöglichkeiten in deutschen Galvanikbetrieben häufig immer noch ungenutzt oder könnten in deutlich höherem Umfang ausgeschöpft werden – Einsparungen von 10 bis 20 Prozent sind schnell möglich. Oft fehlt es jedoch an der Kapazität, um entsprechende Maßnahmen umzusetzen. Oder es mangelt am Wissen darüber, welche Maßnahmen welchen Effekt haben. Zudem werden Energieverbräuche oft nicht auf Prozessebene erfasst, sodass Effizienzmaßnahmen nicht zielgerichtet abgeleitet werden können.

Die Branche benötigt praxisorientierte Ansätze, Best Practise aus der Industrie sowie Fördermöglichkeiten, um kleinen Betrieben mit begrenztem Personal konkrete Handlungsanweisungen zu geben. Expertinnen und Experten aus diesen drei Bereichen kamen am 13. Juni 2023 am Fraunhofer IPA zu einem Seminar »Wege zur Klimaneutralität in der Galvanotechnik« zusammen, um ihre Erfahrungen weiterzugeben. Die Teilnehmenden, 36 Fach- und Führungskräfte aus Lohnbeschichtungen und Inhouse-Galvaniken, zeigten vor allem Interesse an Effizienztechnologien, erneuerbaren Energien und Digitalisierungsmaßnahmen.

### Die drei wichtigsten Schritte

Diese drei Themenfelder sind laut den Referenten auch die wichtigsten Schritte auf dem Weg zur Klimaneutralität. Die Einführung eines intelligenten Energiemanagementsystems bildet die Voraussetzung, um den Energieverbrauch genau zu ermitteln, Einsparpotenziale zu identifizieren, die Energieeffizienz zu steigern und die Kosten zu senken, wie Vertreter der B+T GmbH im Seminar gezeigt haben. So konnte die Moosbach & Kanne GmbH, ein Lohnbeschichter aus Solingen, ihren



Verena Lampret vom Fraunhofer IPA im Seminar »Wege zur Klimaneutralität in der Galvanotechnik«.

CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen wie beispielsweise einer Abluftwärmerückgewinnung, der Installation einer Photovoltaik-Anlage sowie eines Blockheizkraftwerks um 45 Prozent senken. Und die Rieger Metallveredlung GmbH & Co. KG, ein Lohnbeschichter aus Steinheim am Albuch bei Heidenheim, hat mit Photovoltaik und dem Einsatz von effizienten Komponenten und Anlagen bereits den Weg zu einem klimapositiven Unternehmen beschritten. Auf das hohe Einsparpotenzial bei Abluft und Druckluft wiesen Vertreter von der Airtec Mueku GmbH und der WRS Energie GmbH auf dem Seminar hin, laut denen sich Effizienzmaßnahmen bereits nach kurzer Zeit amortisieren können.

Die Integration dieser Energiesysteme erfordert jedoch eine sorgfältige Planung und Anpassung der Infrastruktur, um die Anforderungen des Galvanikprozesses zu erfüllen. Um den ersten Schritt in Richtung Klimaneutralität zu gehen, empfiehlt sich ein Orientierungsworkshop, bei dem ein Team des Fraunhofer IPA gemeinsam mit dem Unternehmen die passenden Maßnahmen identifiziert, priorisiert und die Weichen für eine Roadmap zur Klimaneutralität stellt. Hierzu steht Interessierten die Abteilung Galvanotechnik am Fraunhofer IPA als Ansprechpartner zur Verfügung.

**Weitere Informationen:** <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/galvanotechnik.html>

### Kontakt

Dr.-Ing. Stefan Kölle  
Telefon +49 711 970-1786  
[stefan.koelle@ipa.fraunhofer.de](mailto:stefan.koelle@ipa.fraunhofer.de)



# Gestaltung resilienter Produktionsnetzwerke

## Einsatz von unternehmensspezifischen Standortrollen in der Fabrik- und Netzwerkplanung

**Die Komplexität des Managements von Produktionsnetzwerken erhöht sich mit zunehmender Anzahl an Fabrikstandorten. Unternehmensspezifische Standortrollen können dabei helfen, diese Komplexität zu reduzieren und ermöglichen eine agile Entwicklung und Gestaltung von Fabriken in Produktionsnetzwerken.**

Die zunehmende Globalisierung der letzten Jahrzehnte hat dazu geführt, dass Unternehmen Werke im In- und Ausland aufgebaut und ihr Produktionsnetzwerk erweitert haben. In vielen Fällen hat jedes dieser Werke die Maximierung der eigenen Wirtschaftlichkeit als Ziel verfolgt. Aufgrund sich stetig ändernder Anforderungen innerhalb und außerhalb eines Unternehmens, entwickelten sich auch die Standorte mit der Zeit weiter. Die Folge sind historisch gewachsene und heterogene Strukturen im Netzwerk. Mit zunehmender Größe des Netzwerks führt diese Heterogenität zu einer erhöhten Komplexität, was das Netzwerkmanagement deutlich erschwert.

### Performance des gesamten Netzwerks wettbewerbsentscheidend

Viele Unternehmen erkennen inzwischen, dass die reine Maximierung der einzelnen Werkkennzahlen unabhängig voneinander nicht zielführend ist. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen hingegen die Performance des gesamten Netzwerks in den Mittelpunkt stellen. Hierfür ist ein integraler Management-Ansatz zur Aufgabenverteilung zwischen den Werken notwendig, der die Komplexität des Netzwerks beherrschbar macht. Dieser bedeutet im Vergleich zur individuellen und unabhängigen Leitung jedes einzelnen Standorts jedoch erhöhte Koordinierungsaufwände.

### Standortrollen reduzieren Koordinationsaufwand

Sogenannte Standortrollen können dabei helfen, die Komplexität, insbesondere großer Produktionsnetzwerke, zu reduzieren und damit die Koordinierungsaufwände eines integralen Management-Ansatzes zu reduzieren. Existierende Standort-

rollenansätze haben jedoch das Problem, dass sie sich häufig auf einer strategischen Ebene bewegen und generische Rollen definieren. Dies schränkt ihre praktische Anwendbarkeit deutlich ein. Denn generische Standortrollen sind unabhängig von unternehmensspezifischen Eigenschaften und lassen in der Regel keine klaren Implikationen für eine detaillierte Aufgabenverteilung zu.

### Vier Fähigkeiten für ein resilientes Produktionsnetzwerk

Das Fraunhofer IPA hat ein Vorgehen entwickelt, das die Ableitung unternehmensspezifischer und produktionsprozessorientierter Standortrollen ermöglicht. Die Standortrollen sind einerseits individuell auf die spezifischen Anforderungen eines Unternehmens abgestimmt. Andererseits können aufgrund der Produktionsprozessorientierung der Standortrollen fabrikplanerische Rückschlüsse auf die Gestaltung eines Werks am Standort gezogen werden.

Das entwickelte Standortrollenkonzept des Fraunhofer IPA bietet Unternehmen die Möglichkeit, ein resilientes Produktionsnetzwerk zu gestalten, das auf disruptive Marktänderungen agil reagieren kann. Voraussetzung hierfür sind vier Fähigkeiten, die durch die Rollenkonzeptionierung erreicht werden können:

1. **Allokierbarkeit:** Die Fähigkeit eines Produktionsnetzwerks, Stückzahlen und die damit verbundenen Kapazitäten zwischen Standorten zu verlagern.
2. **Machbarkeit:** Die Fähigkeit eines Produktionsnetzwerks und seiner Standorte, seine Wertschöpfungsbreite und/oder Wertschöpfungstiefe anzupassen.
3. **Qualifizierbarkeit:** Die Fähigkeit, neue Kernkompetenzen im Produktionsnetzwerk aufzubauen, Kernkompetenzen an Standorte zu übertragen oder bestehende Kernkompetenzen auf neue Produkte anzuwenden.
4. **Diversität:** Die Fähigkeit, durch Standortprofilbildung und die gezielte Verteilung von Aufgaben und Kompetenzen zwischen den Standorten die Effizienz eines Produktionsnetzwerks zu steigern.



### Klare Aufgabenverteilung durch die Standortrollen

Darüber hinaus bietet das vom Fraunhofer IPA entwickelte Standortrollenkonzept weitere Vorteile. So können beispielsweise Redundanz von Betriebsmitteln, Fähigkeiten, Funktionen und Kompetenzen im Netzwerk reduziert werden, indem jedem Standort eine spezifische Standortrolle und damit eine klare Aufgabenverteilung vorgegeben wird. Die Standortrollen können den Werken jeweils einen klar definierten Zielzustand und Entwicklungspfade aufzeigen. Die Produktionsprozessorientierung der Standortrollen ermöglicht die strukturelle Umgestaltung der Werke, um entwickelte Netzwerkkonfigurationen schnell und einfach in die Realität umzusetzen.

### Anwendung in der Praxis

In mehreren Projekten hat das Fraunhofer IPA das entwickelte Vorgehen bereits angewandt und erprobt. Für einen global tätigen Automobilzulieferer konnten beispielsweise drei Standortrollen entwickelt werden, die eine Strukturierung des Produktionsnetzwerks ermöglichten und klare Verantwortlichkeiten im Netzwerk definierten. Dadurch wurde die Komplexität des Netzwerks deutlich reduziert und für jedes Werk ein Leitbild geschaffen, das die Kommunikation der Rolle und der Entwicklungspfade deutlich vereinfachte. Darüber hinaus sind unnötige Redundanzen im Netzwerk abgeschafft und die Leistungsfähigkeit des Netzwerks erhöht worden. In einem weiteren Projekt mit einem Unternehmen der Wartung und Instandhaltung von Zügen konnte für die zahlreichen unterschiedlichen Werke zwei Rollen definiert werden. Hierdurch wurde es möglich, die Werke zu standardisieren, was die Aufwände bei der Umgestaltung und Erweiterung des Produktionsnetzwerks deutlich reduzierte.

### Seminar am 16. November 2023: Produktionsprozessorientierte Netzwerkentwicklung mit Standortrollen

Das Fraunhofer IPA hat, basierend auf dem eigenen Vorgehen, ein Seminar entwickelt, das den Teilnehmern die Methoden für eine produktionsprozessorientierte Netzwerkentwicklung mit unternehmensspezifischen Standortrollen vermittelt. Das Seminar richtet sich insbesondere an Fabrikplaner, Netzwerkmanager und Mitarbeiter mit globalen Verantwortlichkeiten in den Themenfeldern Fabrikplanung, Produktion, Fertigung, Montage, Logistik und Materialwirtschaft. Die Teilnehmer werden befähigt, das aktuelle Produktionsnetzwerk zu analysieren, die für die Standortrollenkonzeptionierung notwendigen Daten zu identifizieren, Netzwerkentwicklungsprojekte zu strukturieren und unternehmensspezifische Standortrollen abzuleiten. Das Seminar findet am 16. November 2023 von 9 bis 17 Uhr am Fraunhofer IPA in Stuttgart-Vaihingen statt.

### Weitere Informationen und Anmeldung:

<https://www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen-messen-veranstaltungen/2023/standortrollen.html>

### Kontakt

Marc-André Berchtold  
Telefon +49 711 970-1780  
[marc-andre.berchtold@ipa.fraunhofer.de](mailto:marc-andre.berchtold@ipa.fraunhofer.de)



# Auftragsmanagement im Quick-Check

In einem Quick-Check ermitteln Hans-Hermann Wiendahl und sein Team die Stärken und Schwächen der Planungs- und Steuerungsprozesse der Auftragsabwicklung und der Lieferkette inklusive der IT-Werkzeuge. Dieser Ansatz bewertete bei der Breyer GmbH Maschinenfabrik Stärken und Schwächen in der Auftragsabwicklung und leitete ein Vorgehen ab, mit dem Breyer seine Planung und Steuerung der Auftragsabwicklungskette samt indirekter Bereiche schrittweise verbessern kann.



Für Produktionsunternehmen rücken neben Produktqualität und -preis verstärkt logistische Wettbewerbsfaktoren wie Liefertreue und -zeit sowie Transparenz in der Auftragsabwicklungskette in den Fokus von Verbesserungsüberlegungen. Die optimale Gestaltung des Auftragsmanagements wird somit zum Schlüsselement produzierender Unternehmen.

## Symptome, Ursachen und Verbesserungsmöglichkeiten (er-)kennen

Grundvoraussetzung eines optimalen Auftragsmanagements ist ein gemeinsames Verständnis der zugrundeliegenden Rahmenbedingungen sowie der Schwachstellen und ihrer Ursachen. In der Praxis fehlt dies jedoch häufig, insbesondere, weil hierauf ausgerichtete und einfach anzuwendende Analysewerkzeuge fehlen. Bestehende Methoden untersuchen oft nur losgelöst Einzelaspekte wie beispielsweise Einzelverantwortlichkeiten und -abläufe, Dispositionseinstellungen oder Lieferzusageregeln und stellen keine Zusammenhänge her. Es fehlt also eine strukturierte Kombination zur umfassenden Analyse des Auftragsmanagements für ein verständliches Gesamtbild zu Symptomen, Ursachen und Verbesserungsmöglichkeiten im Auftragsmanagement. Genau hier setzten die IPA-Experten mit dem Quick-Check an, der über bestehende und eigens entwickelte Analyseelemente zunächst systematisch die Einzelaspekte prüft und dann die erforderlichen Zusammenhänge für ein Gesamtverständnis herstellt.

## Breyer prüft Verbesserungspotenziale

Aus den zuvor genannten Gründen beauftragte auch die Breyer GmbH Maschinenfabrik, ein Hersteller für Extrusionsanlagen, das Fraunhofer IPA mit einem Quick-Check. Stark durch historische Entwicklungen und partikuläre Verbesse-

rungsprojekte geprägt, war das Auftragsmanagement vor dem Hintergrund zukünftiger Verbesserungsprojekte zu prüfen. Der Quick-Check analysierte die Stärken und Schwächen der Planungs- und Steuerungsprozesse der Auftragsabwicklung inklusive der IT-Werkzeuge und leitete darauf aufbauend erste Lösungsideen beziehungsweise Handlungsfelder zur Verbesserung ab. Gemeinsam mit Vorgesetzten und Fachleuten erarbeitete das Team die Ergebnisse und analysierte die Ist-Situation qualitativ, ergänzt durch verfügbare Unternehmenskennzahlen. Das strukturierte Vorgehen im Quick-Check erfolgte dabei in vier Schritten.

**Schritt 1** nimmt die Rahmen- und Randbedingungen des Auftragsmanagements im Unternehmen strukturiert auf. Ziel ist ein gemeinsames Verständnis der Auftragsabwicklungsprozesse »Kunde – Kunde« und der Herstellprozesse sowie der Geschäfts- und Abwicklungsfälle. Abgeleitet aus der Lieferkette, bilden das PPS-Layout sowie die Auftragsnetze zwei zentrale Visualisierungen: Sie beschreiben die aus der Herstellung (von Konstruktion bis Versand) und der Produktstruktur resultierenden PPS-Anforderungen. Die sogenannte Betriebsmorphologie oder die PPS-Komplexität ergänzen diese. Die Ergebnisse beschreiben die Anforderungen an das Auftragsmanagement strukturiert.

**Schritt 2** erzeugt ein gemeinsames Verständnis zur heutigen Leistungsfähigkeit des Auftragsmanagements, also der Planung und Steuerung der gesamten Auftragsabwicklung. Hierzu wird die Ist-Situation mit Fokus auf den Planungs- und Steuerungsfunktionen, ihrer IT Unterstützung sowie ihre logischen Inkonsistenzen und Lücken (sogenannte PPS-Stolpersteine) aufgenommen.

Darüber hinaus betrachtet dieser Schritt die sogenannten Fokusthemen, also die vom Unternehmen vermuteten Hauptschwachstellen; typische Fokusthemen sind: Programmplanung (S&OP), Lieferzusage, Materialdisposition, Termin- und Kapazitätsplanung oder nutzergerechte Cockpits (zur rollengerechten Aufbereitung der Entscheidungsinformationen).

Wichtigstes Vorgehenselement sind qualitative Analysen: Erfahrungsgemäß liefern Expertenbefragungen mit halbgeschlossenen Fragen ausreichend genaue Ergebnisse, identifizieren inkonsistente Auslegungen und schaffen außerdem über Begriffsklärungen ein gemeinsames Problemverständnis. Demgegenüber sind quantitative Analysen oft zeitaufwendig und liefern vor allem in frühen Analysephasen geringe Zusatzkenntnisse. Deshalb verwenden IPA-Experten sie vor allem bei widersprüchlichen Einschätzungen oder für Detailanalysen in den Fokusbereichen.

Beispielsweise stellten sich hier unterschiedliche Definitionen des Fertigstellungstermins der Beteiligten heraus: Die Montage verstand diesen Termin als »fertig montiert«, die PPS interpretierte ihn als »ab Werk«. Das erschwerte eine realistische Terminplanung und -einhaltung erheblich. Ein weiteres häufiges Missverständnis war die Verwechslung von Symptom und Ursache. Hier sprachen die Teilnehmer oft von den unterschiedlichsten Problemen der Auftragsverwaltung. Es stellte sich aber meist heraus, dass sie eigentlich alle über das gleiche Problem sprachen und nur unterschiedliche Symptome einer Ursache beschrieben.

**Schritt 3** formuliert, ausgehend von den angestrebten logistischen Zielprioritäten (hier: hohe Termintreue und kurze Durchlaufzeiten), ein grobes Zielbild mit Blick auf die im Fokus stehenden Gestaltungsaspekte. Die Kernidee unseres Vorgehens besteht darin, aus den Rahmenbedingungen typische PPS-Herausforderungen abzuleiten und für diese Best-Practice-Lösungen zu finden:

- In diesem Anwendungsfall des Einzelfertiges überlappen auftragsbezogene Konstruktion und Einkauf bzw. Fertigung zeitlich, dies erfordert gute Lösungen zur wachsenden Stückliste mit entsprechend transparenten Positionsstatus zum Fertigstellungsgrad.
- Demgegenüber steht ein Saisonfertiger vor der Herausforderung einer prognosebasierten Vorfertigung, um in der Hochsaison den Bedarf zu befriedigen. Das fordert gute Lösungen zur Programmplanung (S&OP) und daraus abgeleitete Dispositionsstrategien.

**Schritt 4** Mit Blick auf Best Practices in den Unternehmen lassen sich nun Handlungsfelder zur Verbesserung in den Gestaltungsfeldern ableiten, hinsichtlich ihres Potenzials durch die Teilnehmenden bewerten und zu einer groben Roadmap gliedern.

Dabei zeigen unsere Erfahrungen aus zahlreichen Industrieprojekten: Typischerweise mangelt es an der Organisation und Transparenz der betrieblichen Abläufe und weniger an der Technologie (in der Produktion).

Daher ist das bereits angesprochene gemeinsame Problemverständnis über alle Beteiligten hinweg erfolgskritisch. Nur das ermöglicht geeignete und gemeinsam verstandene und getragene Lösungen. Im Rahmen von Industrieprojekten ergeben sich meist überraschende Erkenntnisse für die Beteiligten. So decken zum Beispiel fehlende Kommunikation Schnittstellenprobleme auf, was Transparenz schafft. Im geschilderten Projekt mit dem Extrusionsanlagenhersteller existiert nun ein Überblick über Potenziale und inhaltliche Abhängigkeiten der Maßnahmen. Das legt den unabdingbaren Grundstein für den Erfolg nachfolgender Verbesserungsprojekte.

Zusammengefasst gewinnen Unternehmen aller Größen (und insbesondere KMU) anhand des Quick-Checks einen schnellen Überblick über die eigene Auftragsabwicklung inklusive Supply Chain.

## Kontakt

Dr.-Ing. habil. Hans-Hermann Wiendahl  
Telefon +49 711 970-1243  
hans-hermann.wiendahl@ipa.fraunhofer.de

Eduardo Colangelo  
Telefon +49 711 970-1912  
eduardo.colangelo@ipa.fraunhofer.de

Sie möchten Ihr Auftragsmanagement umgestalten, verbessern oder neu planen?  
Sie möchten Ihren Verbesserungsprojekten eine strukturierte Analyse zugrunde legen?  
Der Quick-Check Auftragsmanagement liefert genau das!

Mehr dazu: [www.ipa.fraunhofer.de/Quick\\_Check\\_Auftragsmanagement](http://www.ipa.fraunhofer.de/Quick_Check_Auftragsmanagement)



Energie ökologisch und ökonomisch vorteilhaft nutzen:

# Energieflexibler Betrieb von Druckgussanlagen

**Im Rahmen des Kopernikus-Projekts SynErgie haben Forschende des EEP der Universität Stuttgart und des Fraunhofer IPA zusammen mit der Bark Magnesium GmbH und der Hindenlang GmbH einen bivalenten Schmelztiegelofen entwickelt, der auf das volatile Energieangebot mit einem Energieträgerwechsel reagieren kann. Der Versuchsofen wurde nun aufgebaut, um den Energieträgerwechsel in der Produktion zu testen und simulativ optimieren zu können.**

Druckguss ist ein Herstellungsverfahren für die Serien- oder Massenproduktion. Am häufigsten sind Druckgusslegierungen mit (niedrigem Schmelzpunkt wie) Aluminium, Zink und Magnesium. Unter hohem Druck und mit einer sehr hohen (Formfüll-)Geschwindigkeit wird die flüssige Schmelze in eine Gussform gedrückt, wo sie dann erstarrt. Mit den aus Stahl hergestellten Dauerformen werden bei einer Serie gleiche Bauteile mit hoher Präzision und Mengenleistung produziert.

Bei all seinen Vorteilen verbraucht das wirtschaftliche Produktionsverfahren viel Energie – vor allem die Schmelz- und Warmhalteöfen. Im Tiegelofen werden die Metall- oder Magnesiumbarken aufgeschmolzen. Der Ofen wird mit Brenngasen, Heizöl oder elektrischen Heizelementen konstant auf einer hohen Temperatur betrieben. Da die Schmelze auf einer Betriebstemperatur gehalten werden muss, war das Ziel der Zusammenarbeit von Bark Magnesium mit den Partnern Hindenlang sowie dem EEP und dem Fraunhofer IPA, Energie flexibel und strompreisoptimiert zu nutzen, ohne den Produktionsprozess zu unterbrechen.

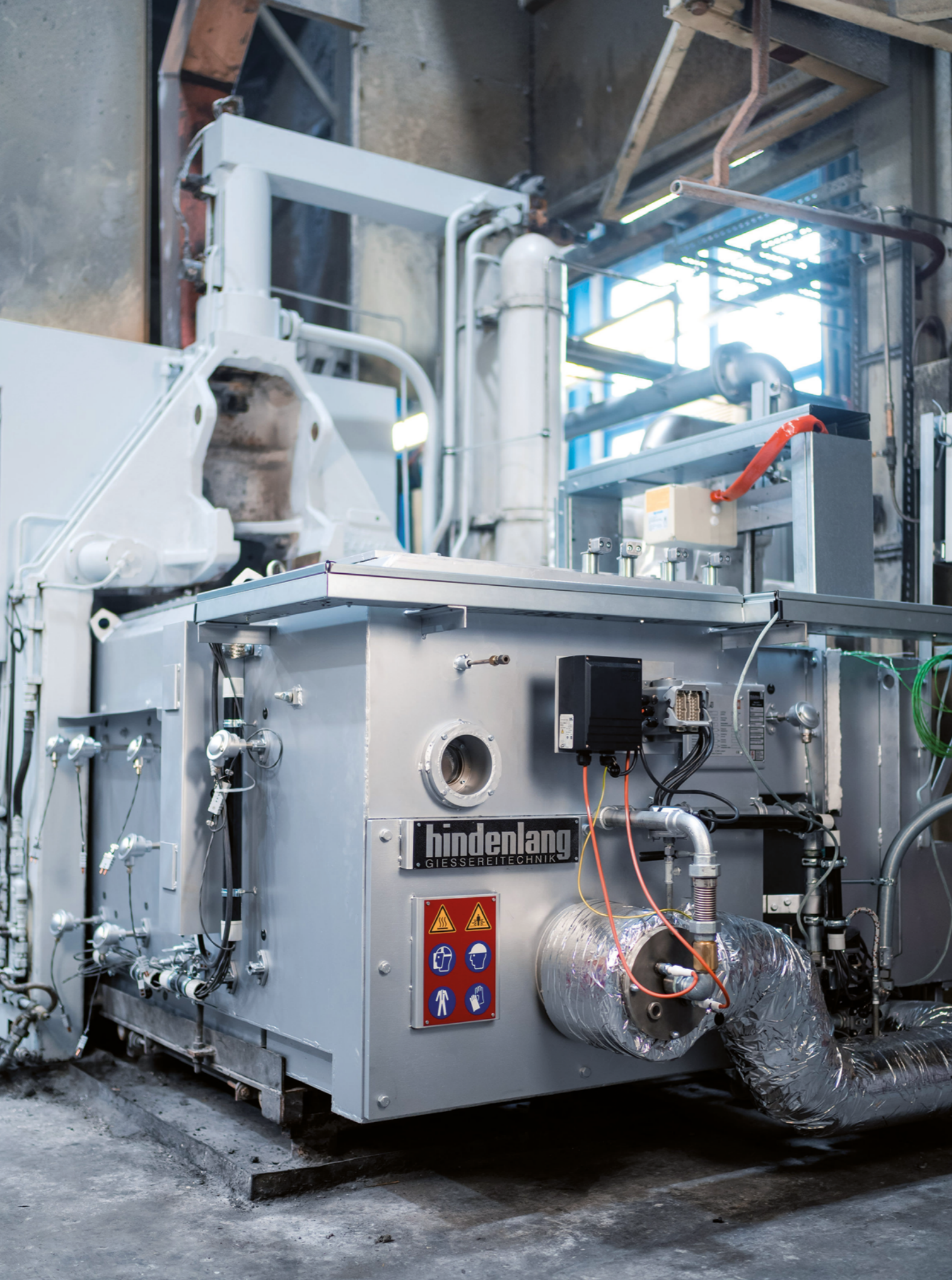
»Bivalente Anlagen eignen sich vor allem für energieintensive Technologien, die lange betrieben werden und keine Unterbrechung im (Fertigungs-)Prozess erlauben. Der Schmelzofen ist dafür das perfekte Beispiel, da dieser im Schichtbetrieb kontinuierlich hohe Energiemengen zum Aufschmelzen frischer Magnesiummasseln benötigt«, so Dr.-Ing. Carlo Bark, Geschäftsführer der Bark Magnesium GmbH.

## Energieflexibler Betrieb durch bivalenten Tiegelofen

Tiegelöfen werden normalerweise nur mit einem Energieträger betrieben, monovalent. Bivalente Tiegelöfen hingegen können im Betrieb dynamisch zwischen den Energieträgern Strom und Gas wechseln. Auf diese Weise kann der Energiebedarf des Tiegelofens in beliebigen Betriebszuständen mit unterschiedlichen Energieträgern gedeckt werden. Dadurch kann der Betrieb auf die Schwankungen im Stromnetz reagieren: Er lässt sich mit Gas betreiben, wenn der Stromverbrauch besonders hoch ist – etwa morgens oder abends. Der Strombetrieb hingegen wird bei niedrigen Preisen präferiert.



Bei einem Industrieanteil von 44 Prozent am Gesamtstromverbrauch leistet eine energieflexible Stromnachfrage einen erheblichen Beitrag bei der Neuausrichtung des gegenwärtigen Stromsystems hin zu einer erneuerbaren Energieerzeugung. »Der bivalente Ofen – als Anwendungsbeispiel für bivalente Technologien – kann mit dem Energieträgerwechsel netzdienlich auf das Stromsystem reagieren ohne die Produktion



# »Moderne bivalente Anlagen können auch mit Wasserstoff betrieben werden«



unterbrechen zu müssen. So kann dieser in Zeiten von Überschussstrom mit dem Wechsel auf den elektrischen Betrieb das Stromnetz stützen bzw. Strom aus der Eigenerzeugung nutzen und bei Strommangel kurzfristig entsprechend auf den Gasbetrieb wechseln. Da der Strompreis im Tagesverlauf auch deutlich schwankt, kann zudem kostenoptimiert produziert werden« fasst Bark die Vorteile des bivalenten Ofens zusammen.

## Forschen im laufenden Betrieb

Der Forschungspartner Bark Magnesium ermöglicht mit der Bereitstellung eines Produktionsbereichs den Aufbau und Betrieb des Ofens im industriellen Umfeld. Hierfür wurde der ursprünglich monovalent elektrisch ausgelegte Fertigungsplatz um einen Kamin für den Gasbetrieb erweitert. Der Energieträgerwechsel zwischen Gas und Strom ist auf mehreren Wegen möglich. »Prinzipiell kann die Umschaltung zwischen Strom und Gas manuell über die Ofensteuerung oder automatisiert über ein Signal auf Hallennetzebene erfolgen. Mit der Möglichkeit den Wechsel auf ein externes Signal hin durchzuführen, kann dieser perspektivisch zum Beispiel durch den Stromanbieter oder ein automatisiertes Energiemanagementsystem erfolgen«, so Geschäftsführer Bark.

Durch den Einsatz der programmierbaren Steuerung und durch die Vorbereitung umfangreicher Schnittstellen kann das Energieflexibilitätpotenzial des Schmelztiegelofens deutlich gesteigert werden.

Das entwickelte Messkonzept ermöglicht es zudem, die Energieeffizienz in beliebigen monovalenten und bivalenten Betriebsfahrten zu bewerten, Temperaturhotspots zu lokalisieren und weitere Parameter wie Verlustwärmeströme oder die Flammenform im Ofen produktionsnah zu untersuchen. Damit können Simulationsmodelle validiert und Optimierungsstrategien zum gleichzeitigen energieflexiblen und energieeffizienten Betrieb abgeleitet werden.

In Zusammenarbeit mit den Partnern hat das Forscherteam verschiedene Beheizungskonzepte modelliert, das Anlagenkonzept durch thermische Simulationen optimiert und die bivalente Ausgestaltung des Tiegelofens umgesetzt. Der Tiegelofen ist Bestandteil eines Anlagenparks inklusive Stanzen, Pressen und CNC-Maschinen in der Druckgießerei Bark Magnesium. Entwickelt wurde der Ofen im Kopernikus-Projekt SynErgie. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat das Vorhaben gefördert.

## Weitere Informationen:

[https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/Videos/bivalenzofen\\_06.mp4](https://www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/Videos/bivalenzofen_06.mp4)

## Kontakt

Alexander Mages  
Telefon +49 711 970-3679  
[alexander.mages@ipa.fraunhofer.de](mailto:alexander.mages@ipa.fraunhofer.de)



Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer leitet das Fraunhofer IPA und verantwortet den Bereich »Ressourceneffiziente Produktion«. Hier geht es entscheidend darum, die Produktion hinsichtlich ihrer Umweltwirkung und insbesondere hinsichtlich ihres Zusammenspiels mit dem zukünftigen Energiesystem zu verbessern. Interaktiv sprach mit ihm über den bivalenten Schmelzofen, eine Beispieltechnologie, mit der Energieflexibilität erreicht werden kann.

## Wie trägt die bivalente Anwendung zum Erfolg der Energiewende bei?

### Alexander Sauer:

Der Vorteil des Energieträgerwechsels beim bivalenten Schmelzofen liegt in seiner Fähigkeit, je nach Verfügbarkeit und Preis, dynamisch zwischen verschiedenen Energieträgern, wie zum Beispiel Gas und Strom, zu wechseln. Dies bietet sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile.

Der Beitrag zur Stabilisierung des Stromnetzes ist ein bedeutender Aspekt dieser Technologie. Da erneuerbare Energien wie Wind- und Solarenergie naturgemäß schwanken, kann aufgrund von Netzengpässen eine Abregelung dieser regenerativen Stromerzeuger notwendig werden. In diesem Fall würde der bivalente Schmelzofen mit Strom betrieben. Der Strom ist dann CO<sub>2</sub>-neutral und preisgünstig. Durch diesen zusätzlichen Verbrauch wird gleichzeitig das übergeordnete Stromnetz entlastet.

In Zeiten mit geringer Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen oder Überlastung des Stromnetzes kann der bivalente Schmelzofen umschalten, ohne den Produktionsprozess zu unterbrechen. So können aus Sicht des Unternehmens die Energiekosten minimiert und gleichzeitig das Stromnetz insgesamt stabilisiert und die Nutzung von erneuerbarem Strom maximiert werden.

Bezogen auf die Branche Metallerzeugung und -bearbeitung in Deutschland kann der Stromverbrauch perspektivisch um 948 MW erhöht bzw. um 547 MW reduziert werden, insbesondere durch den Einsatz der hier beschriebenen Bivalenztechnologien. Das entspricht einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenzial von ca. 13 000 Kilotonnen.

### Welche Voraussetzungen müssen für den Einsatz von Bivalenztechnologien in der Produktion erfüllt sein und wie erfolgt der Wechsel zwischen den Energieträgern?

#### Alexander Sauer:

Um Bivalenztechnologien in der Produktion einzusetzen, sind bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen. Zunächst muss die Produktionsstätte Zugang zu den verschiedenen Energieträgern haben, die für den bivalenten Betrieb erforderlich sind, wie zum Beispiel Gas, Strom aus erneuerbaren Quellen oder perspektivisch auch Wasserstoff. Darüber hinaus müssen die vorhandenen Anlagen für den Einsatz von Bivalenztechnologien ausgelegt oder angepasst werden. Bleiben wir bei unserem bivalenten Schmelzofen der Firma Hindenlang. Der Schmelzofen selbst sollte für den Betrieb mit verschiedenen Energieträgern konfiguriert sein. Es können auch zusätzliche Komponenten wie elektrische Widerstandsheizelemente oder Brenner installiert werden. Für den energieflexiblen und -effizienten Einsatz ist zudem ein geeignetes Steuerungs- und Regelungssystem erforderlich, das in der Lage ist, die verschiedenen Verfügbarkeiten der Energieträger zu überwachen und je nach Bedarf zwischen ihnen umzuschalten.

Der Wechsel zwischen den Energieträgern in Bivalenztechnologien erfolgt abhängig von der spezifischen Technologie und den Anforderungen des Unternehmens. In einigen Fällen kann der Wechsel manuell durch das Bedienpersonal erfolgen, indem die Mitarbeiter die Verfügbarkeit und den Bedarf der verschiedenen Energieträger überwachen und entsprechende Anpassungen an den Anlagen vornehmen. Moderne Bivalenztechnologien verfügen oft über Steuerungs- und Regelungssysteme, die den Wechsel zwischen den Energieträgern automatisch vornehmen. Diese Systeme sind in der Lage, die Verfügbarkeit und den Bedarf der verschiedenen Energieträger kontinuierlich zu überwachen und bei Bedarf automatisch umzuschalten, was eine optimale Energieeffizienz und Flexibilität in der Produktion ermöglicht, ohne dass das Bedienpersonal ständig eingreifen muss.

### Für welche Branchen, Maschinen und Anlagen eignet sich die bivalente Anwendung besonders gut?

#### Alexander Sauer:

Zum Einsatz kommen können bivalente Anwendungen vorzugsweise in Branchen und Anlagen, bei denen Prozesswärme eine zentrale Rolle spielt und eine flexible Energieversorgung notwendig ist. Zu diesen Branchen zählen unter anderem die chemische Industrie, die Metallverarbeitung, die Lebensmittelbranche oder die Papierindustrie.

In der Nichteisenmetall-Druckgussbranche haben Schmelzöfen, die ihren Energiebedarf dynamisch aus Gas und Strom beziehen können, großes Potenzial. Durch die optimale Kombination von Brennern und Heizelementen können sie sich an wechselnde Energiepreise anpassen und die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses verbessern. Das Beispiel von Hindenlang als Anlagenbauer und Bark als Anwender zeigt dies mit dem innovativen bivalenten Schmelztiegelofen.

In der chemischen Industrie spielt die flexible Bereitstellung von Prozessdampf eine entscheidende Rolle. Durch den Einsatz von Bivalenztechnologien können Anlagen ihre Energieversorgung anpassen, ohne den Produktionsprozess zu unterbrechen. Dies führt zu einer effizienteren Nutzung von Energie und reduziert die Abhängigkeit von einem einzigen Energieträger.

Die Metallverarbeitung erfordert große Mengen an Energie, insbesondere für die Umformung von Metallwerkstücken. Bivalenztechnologien bieten hier die Möglichkeit, Energie aus verschiedenen Quellen zu nutzen. Zum Beispiel kann ein Ofen sowohl mit elektrischer Energie als auch mit Wärme aus einem Blockheizkraftwerk beheizt werden. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung an die jeweilige Energiesituation und verbessert die Energieeffizienz des Gesamtsystems.

In der Stahlindustrie können bivalente Strahlrohre für Feuerzinkungsanlagen genutzt werden, die Wärme sowohl aus Brenngas als auch aus elektrischer Energie bereitstellen können. Diese Technologie ermöglicht es Unternehmen, auf sich ändernde Energiepreise flexibel zu reagieren und die Resilienz ihrer Energieversorgung zu erhöhen.

Auch in der Papierindustrie tragen bivalente Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz bei. Durch den kombinierten Einsatz von Gas- und Elektrodendampfkesseln sowie Trocknungsanlagen, die sowohl mit Gas als auch mit Strom betrieben werden können, kann die Energieversorgung flexibel an die aktuellen Bedingungen angepasst werden.

Das Team bei der Inbetriebnahme des Tiegelofens.



### Welche Energieträger werden für die Weiterentwicklung der Technologie genutzt und wie flexibel sind die Anlagen in Bezug auf den Einsatz verschiedener Energieträger?

#### Alexander Sauer:

Für die Weiterentwicklung von Bivalenztechnologien nutzen wir eine Vielzahl von Energieträgern, um die Anforderungen der verschiedenen Branchen und Anwendungen zu erfüllen. Dabei ist es ein zentrales Ziel, die Flexibilität der Anlagen hinsichtlich des Einsatzes unterschiedlicher Energieträger zu erhöhen. Dazu gehören beispielsweise Erdgas, Biogas, Wasserstoff oder auch elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen.

Die Anpassungsfähigkeit der Anlagen spielt eine entscheidende Rolle, um den Wechsel zwischen verschiedenen Energieträgern zu ermöglichen. Moderne Anlagen sind bereits so konzipiert, dass sie auch mit Wasserstoff betrieben werden können (H<sub>2</sub>-Ready). Dabei wird stets darauf geachtet, dass die Umstellung möglichst einfach und kosteneffizient erfolgen kann.

Ob ein neuer Ofen bei der Umstellung auf Wasserstoff notwendig ist, hängt von der spezifischen Anwendung und den technischen Gegebenheiten ab. In einigen Fällen ist es möglich, bestehende Anlagen für die Nutzung von Wasserstoff umzurüsten, indem beispielsweise die Brenner ausgetauscht oder angepasst werden. In anderen Fällen kann es jedoch erforderlich sein, einen neuen Ofen zu kaufen, der speziell für den Betrieb mit Wasserstoff konzipiert ist. Dies hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel dem Alter und der Bauart der vorhandenen Anlage sowie den technischen Anforderungen des jeweiligen Produktionsprozesses.

Insgesamt arbeiten wir kontinuierlich daran, die Bivalenztechnologien weiterzuentwickeln und ihre Flexibilität hinsichtlich des Einsatzes verschiedener Energieträger zu erhöhen. Dadurch können wir einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen und effizienten Energieversorgung in der Industrie leisten und den Übergang zu einer umweltfreundlicheren Energieinfrastruktur unterstützen.

*Professor Sauer, vielen Dank für das Gespräch!*

H2BlackForest:

# Teilprojekt ReduCO2

## Dezentrale Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft im Nordschwarzwald

Das IFF der Universität Stuttgart und das Fraunhofer IPA schicken gemeinsam mit dem Campus Schwarzwald Gemeinden, Stadtwerke und Unternehmen auf den Weg in die Klimaneutralität

**Wie kann eine Region CO<sub>2</sub>-neutral werden? Dazu sind von Politik, Verwaltung und Unternehmen zahlreiche Entscheidungen zu treffen. Diese Entscheidungen betreffen unter anderem Aspekte der Mobilität, Produktion und Wohnen und deren potenzielle Integration in ein Gesamtsystem. Das Projekt ReduCO2 erstellt Potenzialanalysen für verschiedene Konzepte und Szenarien unter dem Aspekt der CO<sub>2</sub>-Neutralität und untersucht die Möglichkeiten einer dezentralen Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft im Nordschwarzwald.**

14 Workshops hat IFF-Wissenschaftlerin Selina Rögele bereits mit Stadtwerken, Kommunen und Firmen der Region Nordschwarzwald durchgeführt. »Durch die Gespräche mit verschiedenen Partnern haben sich die unterschiedlichsten Interessen herausgestellt«. Ein Ziel jedoch haben alle Projektbeteiligte gemeinsam: »Im Fokus stehen die Nachhaltigkeitskonzepte für die Region Nordschwarzwald und die Frage, welche Potenziale durch einen Einsatz von Wasserstoff entstehen«, so der Projektinitiator Prof. Thomas Bauernhansl, der die Forschungsinstitute IFF und IPA leitet.

Im Mai sind zum ersten Mal alle Projektbeteiligten vor Ort in Freudenstadt zusammengekommen, um ihre Interessen und Meinungen auszutauschen.

### Die Integration von hochinnovativen Technologien ist Kern von ReduCO2

ReduCO2 sammelt und analysiert Informationen von verschiedenen Interessenvertretern als Grundlage für flexible, situationsbezogene Energiemodelle. So können nachhaltige Energiestrukturen effizient geplant und analysiert werden. Um die Modelle und Simulationen so transparent und realitätsnah wie möglich zu gestalten, werden unterschiedliche Interessenvertreter wie Kommunen, Stadtwerke und Unternehmen partizipativ eingebunden.

In einem iterativen Prozess soll über eine Gesamtlaufzeit von fünf Jahren eine Software entwickelt werden. Diese soll als wissenschaftlich fundierte Grundlage für die partizipative Entscheidungsfindung dienen, um die Integration der richtigen Energieträger zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und mit

der richtigen Leistung zu ermöglichen. Dabei gilt das Prinzip: »Keep it simple«, so Teilprojektleiter Professor Jörg Siegert. »Wir wollen eine Art Computerspiel entwickeln, mit dem die Bürger, aber vor allem auch Firmen und Gemeinden, ihre optimalen Energiekonstellationen simulieren können. ReduCO2 bietet eine Lösung, um die CO<sub>2</sub>-Neutralität schneller zu erreichen als geplant. Damit machen wir den Nordschwarzwald zu einer Pilotregion«.

### Innovationsprung in Richtung Klimaneutralität und Nachhaltigkeit erwartet

Auch die Entwicklung eines Gesamtkonzepts für den Wissenstransfer ist vorgesehen. Damit sollen die gewonnenen Erkenntnisse für weitere kleine und mittelständische Unter-

nehmen, Landkreise, Städte, Kommunen und möglicherweise auch international zugänglich und nutzbar sein. »In unserem ersten Gesamttreffen konnten wir nun Gemeinsamkeiten identifizieren, die uns den Weg zum Ziel der CO<sub>2</sub>-Reduzierung aufzeigen«, sagt die Wissenschaftlerin Selina Rögele.

### Kontakt

Prof. Jörg Siegert  
Telefon +49 711 685-61875  
joerg.siegert@iff.uni-stuttgart.de

Selina Rögele  
Telefon +49 711 685-61864 |  
selina.roegele@iff.uni-stuttgart.de  
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF



### Forschungszentrum für intelligente Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft »H2BlackForest«

Zum Ausbau der regionalen Innovationskraft und zur Förderung einer nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung stellt die Regionalpolitik der Europäischen Union insgesamt 80 Millionen Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Wettbewerb »Region WIN 2030« zur Verfügung. Das Forschungszentrum für intelligente Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft »H2BlackForest« des Fraunhofer IPA, des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart und des Campus Schwarzwald ist darin als Leuchtturmprojekt der Region Nordschwarzwald ausgezeichnet worden. Insgesamt 4,8 Millionen Euro sind dem Projekt für die Förderperiode 2021–2027 bewilligt. Weitere 2,4 Millionen Euro werden aus Landesmitteln ergänzt. Zusammen mit den Eigenleistungen der beteiligten Partner beläuft sich der gesamte Forschungsumfang auf 12 Millionen Euro. Die Verwaltungsbehörde des Wettbewerbs ist das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR). H2BlackForest umfasst die Teilprojekte »ReduCO2« und »FastPEM«. Partner sind die Unternehmen J. Schmalz GmbH, Omexom GmbH, Marquardt GmbH sowie teamtechnik Maschinen und Anlagen GmbH, die Stadt Freudenstadt, der Landkreis Freudenstadt sowie die Stadtwerke Freudenstadt und die Stadtwerke Rottweil (ENRW). Das Projekt entstand in Kooperation mit der Wirtschaftsförderung Nordschwarzwald (WFG). Eine Beteiligung am regionalen Leuchtturmprojekt H2BlackForest ist weiterhin noch möglich. Interessierte Unternehmen, Stadtwerke und Kommunen melden sich gerne bei den Ansprechpartnern.

**Weitere Informationen:** <https://www.campus-schwarzwald.de/campus-news/detail/regiowin-2030-bewilligt-h2blackforest>

H2BlackForest:

# Teilprojekt FastPEM

## Innovative Technik für die Qualitätsprüfung von Brennstoffzellen

**Mithilfe regenerativer Energie hergestellter Wasserstoff ist ein wichtiger Energieträger für die Mobilität der Zukunft. Der Bedarf an Brennstoffzellen-Stacks, die Wasserstoff in elektrische Energie wandeln, wird daher in den nächsten Jahren rapide anwachsen. Forschende am Fraunhofer IPA und am Campus Schwarzwald entwickeln jetzt zusammen mit mehreren Partnern aus der Industrie eine innovative Qualitätsprüfung, die Zeit und Geld bei der Fertigung spart.**

»Die Automatisierung bei der Produktion von Brennstoffzellen steckt noch in den Kinderschuhen. Bisher hat die Fertigung eher Manufaktur-Charakter«, berichtet Dr. Friedrich-Wilhelm Speckmann, Gruppenleiter Wasserstofftechnologie am Fraunhofer IPA. »Wenn die Energiewende gelingen und vor allem im Schwerlastverkehr grüner Wasserstoff als Energieträger genutzt werden soll, dann brauchen wir so bald wie möglich effiziente Fertigungslinien sowie schnelle und kostengünstige Qualitätsprüfungen für Brennstoffzellen-Stacks.«

Doch gerade die Qualitätskontrolle ist bisher das Nadelöhr in der Produktion. Roboter können Brennstoffzellen zwar schnell und präzise aufeinanderstapeln, doch dann muss jeder dieser Stapel, Stack genannt, an verschiedene Messgeräte angeschlossen und durchgecheckt werden. Im Projekt FastPeM – die Abkürzung steht für »Beschleunigtes Prüfverfahren für eine Massenproduktion von Brennstoffzellen-Stacks« – will Speckmann zusammen mit Forscherinnen und Forschern vom Campus Schwarzwald und Industriepartnern jetzt einen Prüfstand-Demonstrator entwickeln, mit dem sich die elektrochemischen Eigenschaften eines Stacks mithilfe innovativer Technologien schnell und effizient ermitteln lassen.

»Der Campus Schwarzwald ist für dieses Projekt der ideale Standort, denn hier wird gerade eine vollautomatische Stacking-Anlage aufgebaut«, betont der Forscher. Und Stefan Bogenrieder, Geschäftsführer Campus Schwarzwald, ergänzt: »Das Forschungszentrum für intelligente Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft im Nordschwarzwald wird den regionalen und überregionalen Unternehmen und Kommunen Vorteile sowie Expertise in Sachen massentaugliche Brennstoffzellenfertigung liefern.« Er freut sich, dass im Juni nun auch das Teilprojekt FastPeM an den Start gegangen ist.

#### Beschleunigtes End-of-Line-Testing

In der Pilotanlage stapelt ein Roboterarm die Schichten aufeinander: Jede Brennstoffzelle besteht aus zwei dünnen Elektroden mit einer Membran dazwischen sowie einer Bipolarplatte, durch die später Wasserstoff und Luftsauerstoff zugeführt werden. Innerhalb von 15 Minuten entsteht so ein Paket aus etwa 400 Zellen, das sich zusammenpressen und verspannen lässt. »Da in diesem Demonstrator jeder Fertigungsschritt digital dokumentiert wird, steht uns ein umfangreicher Datenschatz zur Verfügung, den wir für die Qualitätssicherung nutzen können«, so Speckmann.

Die Prüfung eines fertigen Stacks ist bisher vergleichsweise zeitaufwändig: Zunächst muss getestet werden, ob der Stapel dicht ist oder ob Gas, das unter Druck in die Zellen einströmt, entweicht. Anschließend gilt es die Leistungskurve zu bestimmen, aus der hervorgeht, bei welchen Spannungen welche Stromdichte auftritt. »Im FastPeM-Projekt wollen wir jetzt erforschen, wie sich diese Prozesse optimieren lassen, indem man beispielsweise beide Schritte zusammenfasst«, erläutert der Ingenieur.

#### Mit Digitalen Zwillingen Zeit sparen

Eine Schlüsselrolle sollen dabei virtuelle Techniken spielen: die Produktionsanlage und Prüfeinrichtung werden mit Messtechnik ausgestattet, die Sensordaten in Echtzeit in ein Simulationsmodell einspeist. Der Digitale Zwilling, der so entsteht, bildet nicht nur die Prozesse, sondern auch jedes Bauteil detailliert ab. Auf Basis dieses umfangreichen Datensatzes lassen sich die elektrochemischen Eigenschaften einzelner Zellen und kompletter Stacks prognostizieren. »Die virtuell berechneten Leistungskennlinien müssen dann nur noch durch punktuelle Messungen überprüft werden. Lange Messreihen lassen sich auf diese Weise vermeiden, vermutlich genügt es, Einzelmessungen durchzuführen. Stimmen diese mit den Vorhersagen überein, sind keine weiteren Tests erforderlich«, erklärt Speckmann. Der Zeitaufwand lasse sich bei erfolgreicher Durchführung deutlich reduzieren.

Für Unternehmen, die Brennstoffzellen fertigen, wäre diese Zeitersparnis ein echter Gewinn. Bis Ergebnisse vorliegen, wird es freilich noch etwas dauern: Das Projekt FastPeM, das am 1. Juni begonnen hat, läuft bis 2027. Dann soll auch der Prüfstand für die Massenproduktion von Brennstoffzellen-Stacks fertig sein.

#### Kontakt

Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Speckmann  
Telefon +49 711 970-3690  
friedrich-wilhelm.speckmann@ipa.fraunhofer.de

# DryClean-CAPE®

## Flexibler, leichter Trockenreinraum

**Zusammen mit der Cellforce Group hat ein Forschungsteam des Fraunhofer IPA ein mobiles Trockenreinraumzelt entwickelt. Das sogenannte DryClean-CAPE® schafft nicht nur eine hochreine, sondern auch eine Produktionsumgebung mit geringer Luftfeuchte bis ca. -50 °C. Gerade in der Batteriezellen- und Automobilproduktion, aber auch in der Luft- und Raumfahrt ist dieser Faktor für die Produktqualität entscheidend.**

Luftreinheit spielt bereits seit Jahren in verschiedensten Branchen der industriellen Fertigung eine bedeutende Rolle. Durch lange Planungs- und Realisierungszeiten, den großen Flächenbedarf und die langfristige Belegung von Produktionsflächen sind bisherige, stationäre Reinräume nicht für alle Anwendungen die optimale Lösung. Alternativ zu den klassischen Reinräumen arbeiten Wissenschaftler des Fraunhofer IPA seit mehreren Jahren an kostengünstigeren, flexibleren und schnelleren, zeltähnlichen Reinraumumgebungen. Um den Anforderungen unterschiedlicher Branchen und Unternehmen gerecht zu werden, sind kontinuierliche Weiterentwicklungen und individuelle Anpassungen der »CAPE®-Systeme« hierbei der entscheidende Erfolgsfaktor.

#### Zwei kombinierte Hüllen des Reinraumzelts garantieren Trockenheit und Partikelfreiheit

Die »CAPE®-Familie« wächst nun auch zugunsten der Branchen Automotive sowie Luft- und Raumfahrt und der Batteriezellenproduktion. Für deren Produktion ist nicht mehr nur eine absolut reine Umgebung erforderlich, auch eine besonders geringe Luftfeuchte entscheidet über die erreichbare Produktqualität. Dafür wurde bei dem neuesten mobilen Reinraumzelt die Technik für diesen speziellen Anlass angepasst. Das Trockencape besteht aus zwei unterschiedlichen Hüllen. Dabei entstehen Trockenheit in Kombination mit Partikelfreiheit durch separate Luftaufbereitungseinheiten unabhängig voneinander.

Die äußere Hülle gewährleistet durch die erhebliche Diffusionsdichtheit eine trockene Umgebung für Taupunkte von -30 °C bis -70 °C. Demgegenüber besteht die zweite, innere Hülle aus einem luftdurchlässigen Gewebematerial mit der Eigenschaft eines geringen Eigenemissionsverhaltens von Partikeln und Fasern sowie der elektrostatischen Ableitfähigkeit.



Das DryClean-CAPE® für komplexe Reinraumstrukturen: variabel und modular erweiterbar, leicht und schnell zu installieren.

Qualifiziert ist die innere Hülle nach ISO 14644-1 und erzeugt die Luftreinheitsklassen 1 bis 9. Damit erreicht sie die gleichen Luftreinheitsklassen wie hochwertige und konventionelle Reinräume.

#### Industrietauglicher Prototyp

Diese einzigartige Kombination aus separat realisierbarer Trockenheit und Reinheit bietet die optimale, flexible Produktionsumgebung. DryClean-CAPE® ist in Kooperation mit der Cellforce Group GmbH entstanden und bereits zum Patent angemeldet worden. Der erste industrietaugliche Prototyp hat eine Fläche von ca. 160 m² und ist 3 m hoch. Die Abmessungen der Systeme sind generell sehr variabel, außerdem können komplexe Raumstrukturen modular errichtet bzw. erweitert werden. Wie auch bei seinen »CAPE®-Geschwistern« ist durch die textile Leichtbauweise ein schneller Aufbau innerhalb weniger Tage möglich und auch die Lieferung ist vergleichsweise schnell abzuwickeln.

**Weitere Informationen:** [www.ipa.fraunhofer.de/cape](http://www.ipa.fraunhofer.de/cape)

#### Kontakt

Dr.-Ing. Frank Bürger  
Telefon +49 711 970-1148 | [frank.buerger@ipa.fraunhofer.de](mailto:frank.buerger@ipa.fraunhofer.de)

Dr.-Ing. Udo Gommel  
Telefon +49 711 970-1633 | [udo.gommel@ipa.fraunhofer.de](mailto:udo.gommel@ipa.fraunhofer.de)

# Neue Technologien für die Demontage von Batterien und Motoren von Elektroautos

**Im April endete das Forschungsprojekt »DeMoBat«. Darin erarbeiteten zwölf Verbundpartner Konzepte und Anwendungen, um Komponenten von Elektroautos nachhaltig und wirtschaftlich handhaben und wiederaufbereiten zu können und somit keine wertvollen Rohstoffe zu verschwenden. Die Projektkoordination lag beim Fraunhofer IPA, gefördert wurde es vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.**

Der Beschluss des EU-Parlaments über das Verbrenner-Aus ab 2035 hat es besiegelt: Die Zukunft der Automobilbranche liegt in der Elektromobilität. Und schon heute fahren immer mehr Elektroautos auf den Straßen. Weil ein Batteriesystem jedoch nur eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa zehn Jahren hat, wächst der Berg an ausgedienten Batterien und damit das Problem der Entsorgung und des Recyclings der elektrischen Komponenten. Außerdem hat die diesjährige Automobilmesse in Shanghai gezeigt, dass der Umstieg zum E-Auto auch die Verhältnisse auf dem weltweiten Automarkt verändert und deutsche Hersteller nicht ohne weiteres an ihre bisherige Führungsrolle anknüpfen können.

»Ein entscheidender Faktor, um im Wettbewerb bestehen zu können, sind die Verfügbarkeit und Kosten der Rohstoffe, die für Batterien und E-Motoren nötig sind«, erklärt Professor Alexander Sauer, Leiter des Fraunhofer IPA sowie des Projekts.

»Umso wichtiger ist es, ausgediente Batterien, die noch wertvolle Rohstoffe enthalten, nicht einfach zu schreddern, wie es bisher üblich ist.« Die Grundvoraussetzung, um Batteriekomponenten wiederverwenden zu können, ist jedoch, dass die Bestandteile einer Batterie sortenrein demontiert werden können.



## Stärkung der deutschen Automobilindustrie

Genau daran arbeiteten seit Ende 2019 zwölf Forschungspartner im baden-württembergischen Projekt DeMoBat (Industrielle Demontage von Batterien und E-Motoren). Sie entwickelten neue Konzepte und Technologien, um die elektrischen Komponenten so handhaben und aufbereiten zu können, dass möglichst wenig Abfall entsteht und wenig verwendete Rohstoffe verloren gehen. Gerade für Baden-Württemberg, das sehr stark von der Automobilindustrie geprägt ist, ist ein solches Forschungsvorhaben entscheidend, weshalb die Förderung auch vom dortigen Umweltministerium übernommen wurde. Am 25. April präsentierten die Projektpartner ihre Ergebnisse beim Abschlusstreffen am Fraunhofer IPA.

## Modellierung und Analyse der Demontage in der zirkulären Wertschöpfung

Um die übergeordneten Projektziele zu erreichen, nämlich mehr Nachhaltigkeit im Umfeld der Elektromobilität, die Sicherung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe und die Stärkung des Wirtschaftsstandorts Baden-Württemberg und Deutschlands, bedurfte es eines ganzheitlichen Ansatzes.

Im Projekt wurden deshalb zunächst die rechtlichen Rahmenbedingungen untersucht. Hinzu kam eine Analyse der Marktpotenziale und Rücklaufmengen von Autobatterien. Daraus leiteten die Projektpartner mögliche Geschäftsmodelle ab und bewerteten diese. Ein neu entwickeltes Life-Cycle-Datenmanagement ergänzte die Arbeiten, ebenso wie eine Kostenanalyse von Demontage- und Recyclingnetzwerken bis ins Jahr 2050.

## Demontagegerechtes Batteriedesign

Ein wichtiger Aspekt für die industrielle Demontage ist ein entsprechendes Design der Batterien, das heißt, wie eine Batterie gestaltet sein soll, um manuell oder roboterbasiert reparier- bzw. demontierbar zu sein. Eine Schwierigkeit dabei sind die zahlreichen unterschiedlichen Batteriemodelle der verschiedenen Automarken und -modelle, deren Bauweise aktuell noch ungünstig für ein Recycling oder alternative Kreislaufwirtschaftsstrategien ist. Ein Ergebnis im Projekt ist eine Handlungsempfehlung für ein recycelfreundliches Design. Die demontagegerechte Batterie wurde zudem prototypisch aufgebaut und umfangreich untersucht.

## Kapazität und Handhabung von Batterien

Zu Beginn müssen die Batterien auf noch vorhandene Kapazität und Alterserscheinungen getestet werden. Auch Temperaturanalysen können hier einfließen. Dann folgen Tests der Handhabung, das heißt, wie sich die Batterien öffnen lassen und Komponenten entnommen werden können. Dafür entstand in DeMoBat ein roboterbasierter Demonstrator. Zudem wurden benötigte Werkzeuge entwickelt, die beispielsweise Objekte greifen und Schrauben bzw. Verbindungen lösen können. Dies erfordert auch eine leistungsstarke Bildverarbeitung, die eine Vielzahl an Schrauben, Kabeln etc. erkennen können muss. Hinzu kommt, dass die Komponenten beispielsweise durch Alterungseffekte nicht immer gut erkennbar sind.

Im Projekt wurden 25 Technologien konzeptioniert und getestet, von denen 8 vollumfänglich als Demonstrations- und



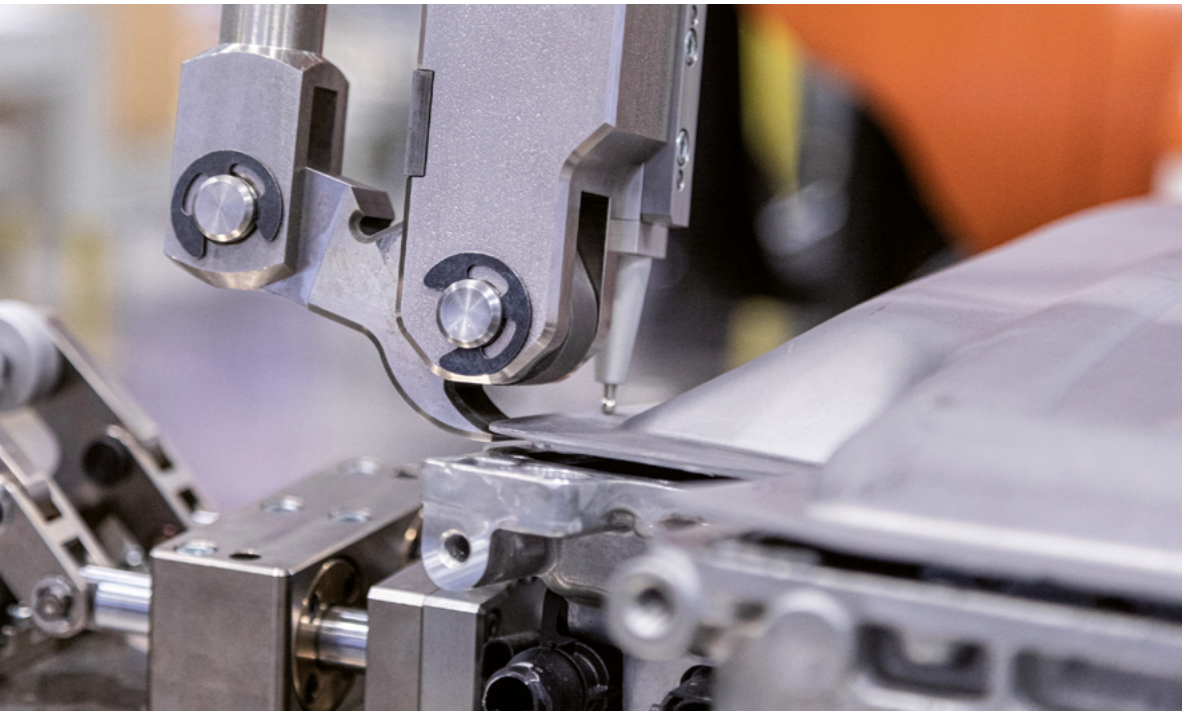
Im Projekt ist vielfältige Hardware für die automatisierte Demontage entstanden, so beispielsweise dieser Kleinteilegreifer.

Erprobungsroboterwerkzeuge aufgebaut wurden und für den industriellen Dauerbetrieb einsetzbar wären. Zudem wurde ein flexibles Demontagesystem entwickelt, das eine zerstörungsfreie Demontage bis auf Zellebene abbilden kann. Ein wichtiger Bestandteil des flexiblen Demontagesystems ist das Sicherheitskonzept, bei dem die Temperatur als möglicher Indikator einer Kettenreaktion genutzt wird, sollte eine Batterie in Brand geraten.

## Wiederverwendung chemischer Rohstoffe durch Hochdruckwasserstrahl

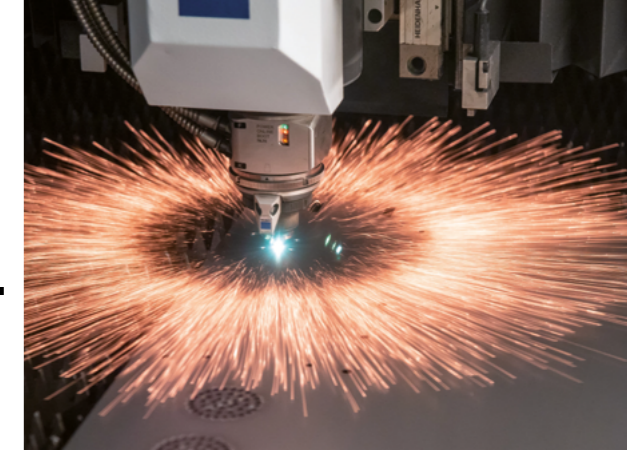
Die Partner strebten zudem an, einen effizienten Wertschöpfungskreislauf zu etablieren, der zunächst durch mechanische Trennung und Rückführung der im Batteriepack enthaltenen Bestandteile erfolgen soll. Das eingesetzte wasserbasierte Recycling ist eine neuartige Form der direkten Wiedergewinnung von Schwarzmasse. Neben einer teilautomatisierten Öffnung und Separierung der Zellbestandteile wird ein Hochdruckwasserstrahl eingesetzt, um die Elektrodenbeschichtung von den Trägerfolien abzulösen. Die durchgeführte ökobilanzielle Untersuchung (engl. Life Cycle Assessment, LCA) verdeutlicht den Effizienzgewinn: Das Treibhauspotenzial verringerte sich um den Faktor 10 bis 20. So können Rezyklate mit geringem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bereitgestellt werden, was bei hoher Beimengung die produktionsbezogenen Treibhausgasemissionen bedeutend reduziert.





Zum Öffnen von Klebeverbindungen zwischen Ober- und Unterschale einer Batterie ist das Werkzeug namens »Knacker« entwickelt worden.

# CO<sub>2</sub>-Fußabdruck über Online-Plattform ermitteln



Geleitet von der Firma Trumpf erforschen Thyssenkrupp Materials Services, das Fraunhofer IPA und weitere Partner, wie in der Blechfertigung weniger CO<sub>2</sub> freigesetzt werden kann. Ziel ist eine frei zugängliche Online-Plattform, mit der Unternehmen den CO<sub>2</sub>-Abdruck ihres Bauteils genau ermitteln können. »Digitalisierung ist der Schlüssel zu mehr Klimaschutz in der Industrie. Als Leitanbieter und Leitanwender für die digital vernetzte Fertigung bringen wir alles mit, um zusammen mit unseren Partnern die Blechwelt nachhaltiger zu machen«, sagt Jens Otnad, Projektleiter bei Trumpf. Das Forschungsprojekt »de:karb – Fertigungsindustrie dekarbonieren« ist im Juni gestartet, läuft drei Jahre und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz mit 8,3 Millionen Euro gefördert.

## Onlineplattform macht Emissionsverbrauch transparent

Die Onlineplattform soll erkennbar machen, welche Maßnahmen in welchem Produktionsschritt die größten CO<sub>2</sub>-Einspar-effekte bewirken würden. Hierfür binden Trumpf und Thyssenkrupp Materials Services ihre IT-Systeme an die Plattform an. »Um Emissionen zu senken, müssen Unternehmen wissen, wie groß der eigene CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ist. Die dafür notwendige Transparenz wollen wir über die Online-Plattform schaffen. So können wir die Umsetzung von Regularien vereinfachen und legen zudem die Grundlage zur Kreislaufwirtschaft«, sagt Sebastian Smerat, Projektleiter bei Thyssenkrupp Materials Services.

Über die gesamte Lieferkette hinweg können die Projektpartner dank Maschinen- und Produktionsdaten Maßnahmen für mehr Nachhaltigkeit bewerten. Dazu gehört beispielsweise die konkrete CO<sub>2</sub>-Ersparnis, wenn Anwender aus einer bestimmten Menge Metall zusätzliche Bauteile gewinnen oder unnötige Materialtransporte vermeiden. »Eine Besonderheit von de:karb ist die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Freisetzung durch Optimierungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Hier spielen Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) und des Maschinellen Lernens eine zentrale Rolle«, erklärt Marco Huber, der am Fraunhofer IPA das Projekt verantwortet.

## Technologien rund um KI und Vernetzung

Die deutsche Stahl- und Blechproduktion verursacht laut der Eröffnungsbilanz Klimaschutz des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) rund ein Viertel der Industrieemissionen in Deutschland. Besonders energieintensiv ist es, das Rohmaterial herzustellen. Die Materialausnutzung in der Fertigung zu verbessern ist deshalb ein Schwerpunkt im Forschungsvorhaben. Trumpf arbeitet dafür an neuen Technologien für das Schachteln, um mithilfe von KI mehr Teile aus dem Blech herauszuschneiden.

Ein weiterer Aspekt der Initiative ist die Optimierung des Scheduling-Verfahrens, also des zeitlichen Ablaufs in der Produktion. Hier arbeitet das Fraunhofer IPA daran, mithilfe von KI ökologische Rahmenbedingungen bei der Fertigung zu berücksichtigen. So wäre es beispielsweise möglich, besonders energieintensive Produktionsschritte wie die Laserbearbeitung dann stattfinden zu lassen, wenn möglichst viel Strom aus erneuerbaren Ressourcen vorhanden ist. Gleichzeitig sollen die Strategien Anwendern gewährleisten, Aufträge flexibel abzuarbeiten.

Die Aufgabe von Thyssenkrupp Materials Services ist es, die Material-, Wert- und Datenströme mittels einer zu entwickelnden digitalen Plattform zu orchestrieren. So lassen sich Einsatzmaterialien und deren Kenndaten zurückverfolgen. Einheitliche Standards sollen dabei die Vernetzung erlauben.

Da sich der ökologische Fußabdruck der Fertigung immer mehr zum Wettbewerbskriterium entwickelt, reagieren die Partner mit dem Projekt schon heute auf die sich verändernden Bedürfnisse von Kunden und Unternehmen. Weitere Projektpartner sind die Unternehmensberatungen AEC und SES-Ingenieure, die duale Hochschule Baden-Württemberg, das KI-Start-up Nash und der Blechfertiger H.P. Kaysser.

## Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Marco Huber  
Telefon +49 711 970-1960 | marco.huber@ipa.fraunhofer.de

## Automatisierte Demontage von elektrischen Antriebsaggregaten

Außerdem wurden Technologien für Industrieroboter mit spezialisierten, selbstkonstruierten Werkzeugen entwickelt, mithilfe derer elektrische Antriebsaggregate automatisiert demontiert werden können. Auch hier kommen unterstützende Bildverarbeitungssysteme zum Einsatz, die Schrauben und Bauteile erkennen und das manuelle Teachen der Roboter für jeden einzelnen Prozessschritt ersparen. Um Kollisionen des Roboters mit Bauteilen zu verhindern, erfolgt nach jedem Demontageschritt eine Erfolgskontrolle über Sensoren und 3D-Kamerasysteme. Eine anschließende Signalübertragung an die zentrale Prozesssteuerung gewährleistet einen sicheren Prozessablauf.

## Wissens- und Technologietransfer im neuen Erprobungszentrum

Die in DeMoBat entwickelten Technologien bilden die Grundlage für den Aufbau eines Erprobungszentrums, in dem neue Formen der Batterieproduktion entwickelt und getestet werden können, aber auch das Recycling von E-Komponenten weiterentwickelt wird. »Damit trägt das Projekt dem essenziellen Technologietransfer Rechnung, mithilfe dessen Baden-Württemberg wie auch Deutschland beim Thema E-Komponenten-Recycling in eine Spitzenposition gebracht werden sollen«, betont Professor Kai Peter Birke, der am Fraunhofer IPA das Zentrum für Digitalisierte Batteriezellproduktion leitet.

## Ausblick

Auch nach dem erfolgreichen Abschluss von DeMoBat laufen am Fraunhofer IPA Projekte zu den Themen Nachhaltigkeit und Automatisierung von Recyclingprozessen. Im Projekt »Desire4Electronics« werden Lösungen der automatisierten Demontage von Elektrokleingeräten für deren Wiederaufarbeitung entwickelt. Ziel des Projekts »ProDiREC« ist, eine nachhaltigere Nutzung der seltenen Rohstoffe in der Lithium-Ionen-Batterien-Produktion zu ermöglichen. »ReNaRe« forscht an der roboterbasierten Demontage von zukünftigen Elektrolyseuren.

## Kontakt

Sabri Baazouzi  
Telefon +49 711 970-1573  
sabri.baazouzi@ipa.fraunhofer.de

Anwar Al Assadi  
Telefon +49 711 970-1264  
anwar.alassadi@ipa.fraunhofer.de

## Vorschau interaktiv Ausgabe 2|2023

Bereits seit seiner Gründung hat das Fraunhofer IPA das Unternehmertum hochgehalten. Heute gelten wir als eines der stärksten Fraunhofer-Institute, was Ausgründungen betrifft. Welche Ideen und Inventionen aus dem IPA aktuell in Start-ups umgesetzt werden, darüber mehr im nächsten Heft.



### Impressum

interaktiv Ausgabe 1|2023 | Das Kundenmagazin des Fraunhofer IPA

#### Herausgeber:

Fraunhofer-Gesellschaft | Hansastraße 27c | 80686 München

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | Deutschland

Marketing und Kommunikation | Leitung: Fred Nemitz | fred.nemitz@ipa.fraunhofer.de

**Redaktion:** Fred Nemitz, Dr. Karin Röhricht, Christine Sikora (Bild und Produktion), Dr. Birgit Spaeth, Jörg-Dieter Walz (Chefredaktion), Hannes Weik

Telefon +49 711 970-1667 | presse@ipa.fraunhofer.de

**Fotos:** Rainer Bez, Fraunhofer IPA; alle weiteren Abbildungen stammen aus folgenden Quellen:

Seite 6 Quelle: Fraunhofer IPA, Christian Bay; Seite 10 Quelle: Fraunhofer IPA, Werner Kraus; Seite 22-23 und

25 Quelle: Fraunhofer IPA, Fred Nemitz; Seite 26 Quelle: Fraunhofer IPA; Seite 28 Quelle: Fraunhofer IPA, Fred Nemitz;

Seite 29 Quelle: Festo; Seite 31: Quelle: Fraunhofer IPA; Seite 33 Quelle: Fraunhofer IPA/Adobe Stock; Seite 36-39 Quelle:

Ludmilla Parsyak; Seite 49 Quelle: TRUMPF

**Titelbild:** Bivalenter Schmelztiegelofen, Fraunhofer IPA, Ludmilla Parsyak

**Druck:** Fraunhofer-Druckerei

#### Bestellservice:

Telefon +49 711 970-1932 | marketing@ipa.fraunhofer.de | www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/bestellservice.html



# Innovate Life

## Overcome

Hunger  
Waste  
Carbon Dioxide  
Cancer

## Enable Sustainability

# Biointelligence is the Key

join the  
movement



