

# interaktiv

DAS KUNDENMAGAZIN DES FRAUNHOFER IPA | AUSGABE 1.2021



Lernreise Industrie 4.0 live

Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2021

Resilienz in der Produktion



START  
»LERNREISE INDUSTRIE 4.0 LIVE«

# Alle Nachrichten auf einen Klick

# interaktiv online

## interaktiv.ipa.fraunhofer.de



Alexander Sauer

Thomas Bauernhansl

### Liebe Leserinnen und Leser,

um Unternehmen bei der Umsetzung der Digitalen Transformation zu unterstützen, bietet das Fraunhofer IPA gemeinsam mit der Robert Bosch GmbH und dem Macils Management Centrum seit 2016 Lernreisen »Industrie 4.0 live« an. Die zweite Reise startete Mitte 2018 und endet im Sommer 2021. Natürlich hatten wir uns ursprünglich nicht vorgestellt, dass sie weitgehend virtuell stattfinden würde. Ein Teil der Sitzungen und Workshops mit Firmen aus Deutschland, Österreich, Belgien und Slowenien wurden von Präsenz auf virtuell umgestellt. Dem intensiven Austausch zwischen den Unternehmen hat dies keinen Abbruch getan.

Die Pandemie hat tatsächlich dazu geführt, dass wir digitalisierte Formate – auch Qualifizierungsformate wie eine Lernreise – akzeptieren und inzwischen gut mit ihnen umgehen können. Am Anfang haben wir Live-Veranstaltungen, zum Beispiel Vorlesungen im Hörsaal, ja schlicht digital übertragen, seit über einem Jahr ohne Publikum. In der Zwischenzeit sind didaktische Konzepte wie Webinare u. a. entwickelt worden, in denen die Teilnehmenden jederzeit kommunizieren können, sich den Lerninhalt in mehrere Einheiten einteilen und sich genau dann damit auseinandersetzen können, wenn sie dafür Zeit und Gelegenheit haben. Das passt zum alltäglichen Leben und unterstützt die Akzeptanz und die Geschwindigkeit der Digitalen Transformation als Ganzes. Mehr dazu – auch zum Start der neuen, erweiterten Lernreise »Fabrik der Zukunft: Lean – Green – Digital« erfahren Sie ab Seite 11.

Im Gastbeitrag »Gesunde Paranoia« beschreibt der Gründer von »Rebels at Work«, Peter Kreuz, warum wir uns gerade jetzt noch rascher und noch intensiver auf die Digitale Transformation vorbereiten müssen: »... störungswillige Führungskräfte [müssen] klug ausbalancieren zwischen den Einzahlungen auf das Zukunftskonto und den Abhebungen vom Gegenwartskonto des Tagesgeschäfts ... Kein plattes Entweder-oder, sondern ein intelligentes Sowohl-als-auch«, fordert Kreuz. Einfach ist das nicht, selbst für »Störungswillige« wie die beiden Unterzeichnenden.

Wir haben zahlreiche KI-Studien durchgeführt, die wir Ihnen im Heft kurz vorstellen, gefolgt von einem Interview zum neuen IPA-Arbeitsgebiet Kleben – Dichten – Kontaktieren. Für diejenigen, die noch tiefer in die Strukturen und Themen des IPA eintauchen wollen, ist der neue Jahresbericht eine umfassende Quelle. Selbstverständlich ist er, wie auch dieses Interaktiv, im hybriden Format erschienen: ein »intelligentes Sowohl-als-auch« eben.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre und viel Sonne, damit das Durchhalten leichter fällt.

Ihr Thomas Bauernhansl und Alexander Sauer

PS: Wir gratulieren Martin Thoma vom IPA und den Kolleginnen und Kollegen aus dem IZI und dem FEP zum renommierten Fraunhofer-Preis »Technik für den Menschen und seine Umwelt«: Herzlichen Glückwunsch! Mehr dazu ab Seite 6.



**6**  
**Fraunhofer-Preis für Forscher-  
 team aus dem IPA, dem IZI und  
 dem FEP**

Ein Forscherteam aus dem Fraunhofer IPA, dem IZI und dem FEP hat die Impfstoffherstellung mal ganz anders gedacht. Das Ergebnis: eine effizientere, schnellere und umweltfreundliche Produktion von Vakzinen – und die Ehrung mit dem Josef-von-Fraunhofer-Preis.



**32**  
**Partizipative und integrierte  
 Fabrikplanung**

Zwei Projekte der IPA-Fabrikplaner mit den dörr Architekten für die Bruker Daltonik GmbH und die Hain Lifescience GmbH zeigen, dass die Zusammenarbeit zwischen Projektplanern und Architekten zu einer verkürzten Projektdauer und verbesserten Planungsergebnissen führt.



**10**  
**Von den Besten lernen –  
 Wissenstransfer für Praktiker**

Im Juli 2016 fand die erste Lernreise Industrie 4.0 live statt, um Unternehmen bei der Umsetzung der vierten industriellen Revolution zu unterstützen. Drei Jahre nach dem Start 2018 endet die zweite Lernreise Industrie 4.0 live diesen Sommer. Ein Resümee.



**38**  
**Wie die Corona-Pandemie die  
 Resilienz in der Produktion  
 stärken kann**

Das Fraunhofer IPA hat verschiedene Unternehmen während des Lockdowns begleitet und gemeinsam mit ihnen Konzepte für die Zeit danach entwickelt. Gleichzeitig wurden Strategien erarbeitet, wie sich produzierende Unternehmen gegen künftige Krisen wappnen können, indem sie ihre Wertschöpfungsketten resilienter machen.

**Editorial**

von Thomas Bauernhansl und Alexander Sauer

3

**Plattform**

Nachrichten und Notizen

6

**Titel**

Von den Besten lernen – Wissenstransfer für Praktiker

10

»Nach der Orientierung kommt die Fokussierung«,

Interview mit Dr. Stefan Aßmann und Prof. Thomas Bauernhansl

11

Flexibilität schaffen

15

Schon vor Industrie 4.0 digital

17

Effizienz in Echtzeit

19

»Anwendungsdaten ab Werk in die Cloud flüstern«

21

**Blickpunkt**

Gesunde Paranoia

24

**Interview**

Mit Stefan Kuntz: Kleben – Dichten – Kontaktieren

Ein neues Arbeitsgebiet am Fraunhofer IPA

31

**FuE**

Partizipative und integrierte Fabrikplanung

32

Weniger Umweltbelastungen in der Lackiertechnik

36

**Im Gespräch**

Wie die Corona-Pandemie die Resilienz in der Produktion stärken kann

38

**FuE**

Healthy Air – Tief durchatmen trotz Corona

43

**Impressum**

46

Fraunhofer-Preis für Forscherteam aus dem IPA, dem IZI und dem FEP

## Sichere Impfstoffe: Chemikalienfrei!

Ein Forscherteam aus dem Fraunhofer IPA, dem IZI und dem FEP hat die Impfstoffherstellung mal ganz anders gedacht. Das Ergebnis: eine effizientere, schnellere und umweltfreundliche Produktion von Vakzinen – und die Ehrung mit dem Josef-von-Fraunhofer-Preis.

Impfstoffe sind derzeit ein großer Hoffnungsträger. Schließlich sollen sie dabei helfen, die Gesellschaft gegen COVID-19 zu wappnen und den Weg zurück in ein normales Leben zu ebnen. Zwar liegt der Fokus derzeit klar auf dem Corona-Virus – doch sind Impfstoffe gegen andere Krankheitserreger ebenfalls elementar.

### Impfstoffe schneller und umweltfreundlicher produzieren

Die Wege, Impfstoffe zu produzieren, sind seit Jahrzehnten bekannt. Mit einem neuen Verfahren zur Herstellung inaktivierter »Tot-Impfstoffe« lassen sich Vakzine künftig jedoch nicht nur schneller, sondern auch umweltfreundlicher, effizienter und kostengünstiger herstellen als bisher. Stellvertretend für ihre Teams werden Martin Thoma vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Dr. Sebastian Ulbert und Dr. Jasmin Fertey vom Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI sowie Frank-Holm Rögner vom Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP mit dem Fraunhofer-Preis »Technik für den Menschen und seine Umwelt« 2021 ausgezeichnet. Die Jury betont insbesondere »die einfache und effiziente Methode, die für die Impfstoffwirkung wichtigen Strukturen weitgehend zu erhalten und auf sonst notwendige chemische Zusätze vollständig zu verzichten«.

### Elektronenstrahlen statt Chemie: Viren in Millisekunden abtöten

Bislang basiert die Herstellung von Tot-Impfstoffen auf Chemikalien: Die Krankheitserreger werden mit toxischen Chemikalien, vor allem Formaldehyd, gelagert – so lange, bis die Erbinformation der Viren gänzlich zerstört ist und sie sich nicht mehr vermehren können. Man spricht dabei von Inaktivierung. Dies ist allerdings in mehrfacher Hinsicht problematisch: Zum einen zerstört die Chemikalie auch einen Teil der Außenstrukturen, die das Immunsystem jedoch benötigt, um die Antikörper zu bilden. Zum anderen: Bei der Impfstoffherstellung im industriellen Maßstab kommen große Mengen der toxischen Chemikalien zusammen,

eine Herausforderung für die Arbeitssicherheit und eine Belastung für die Umwelt. Und: Je nach Virus kann es Wochen, mitunter sogar Monate dauern, bis die Viren tatsächlich »abgetötet« sind.

Mit ihrem neuartigen Ansatz räumt das Expertenteam mit all diesen Nachteilen auf. »Statt die Viren über toxische Chemikalien zu inaktivieren, beschließen wir sie mit Elektronen«, erläutert Ulbert. »Die Außenhülle der Viren bleibt dabei fast vollkommen intakt, wir haben keine Chemikalien, die entsorgt werden müssen, und der ganze Prozess dauert nur einige Sekunden.« Die Hürde, die zu meistern war: Elektronenstrahlen dringen nur wenige hundert Mikrometer tief in Flüssigkeiten ein, wobei sie

zunehmend schwächer werden. Sollen in der Flüssigkeit umherschwimmende Viren durch die Strahlen zuverlässig abgetötet werden, darf der Flüssigkeitsfilm also nicht dicker als etwa 100 Mikrometer sein. Zudem muss er gleichmäßig transportiert werden. »Dafür war eine anspruchsvolle Anlagentechnik vonnöten, deshalb wir das Fraunhofer IPA mit ins Boot geholt haben«, erzählt Rögner.

### Auf dem Weg zur industriellen Anwendung

Die Rechnung ging auf: Martin Thoma am Fraunhofer IPA entwickelte gleich zwei Ansätze. »Das Beutelmodul eignet sich für aussagekräftige Vorversuche, das Rollenmodul dagegen punktet bei größeren Mengen«, beschreibt der Diplom-Physiker. Jasmin Fertey untersuchte unter anderem FSME-, Influenza- und Herpes-Viren sowie Bakterien neben zahlreichen anderen Erregern, die via Beutel- und Rollenmodul mit Elektronen bestrahlt wurden. »Wir konnten alle Erregerklassen erfolgreich und sicher inaktivieren«, freut sich die Biologin.

Das Potenzial der Entwicklung erkannte auch die Bill & Melinda Gates Foundation – und investierte kurzerhand 1,84 Millionen US-Dollar in die Entwicklung eines Prototyps im Industriemaßstab. Dieser wurde 2018 fertiggestellt, am Fraunhofer IZI in Betrieb genommen und weiterentwickelt. Bereits im Folgejahr gewann das Forscherteam einen Lizenzpartner und sicherte vertraglich Lizenzzerträge von knapp einer Million Euro. In etwa fünf bis sieben Jahren könnten die kühlschrankgroßen Herstellungsmodul in die pharmazeutische Produktion integriert werden und Impfstoffe produzieren – schnell, umweltfreundlich und effizient.

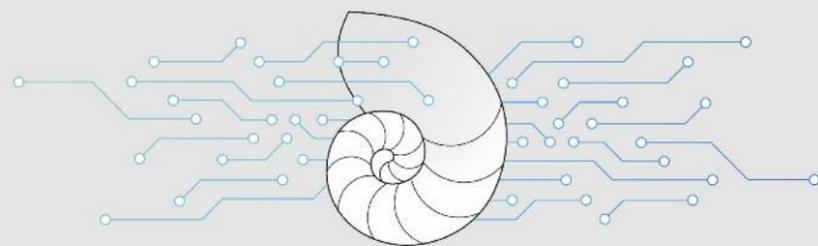


## Martin Metzner zum Professor ernannt

Dr.-Ing. Martin Metzner wurde im Februar 2021 zum Adjunct Professor am Forschungsinstitut für Metallurgie und Werkstoffkunde der Chulalongkorn University in Bangkok (MMRI) ernannt. Mit der Adjunct Professur ist ein Engagement in der Lehre zur galvanischen Prozess- und Anlagentechnik im Rahmen von Blockvorlesungen für Studenten verschiedener Fachgebiete verbunden. Martin Metzner und sein Team kooperieren schon seit 2015 mit der Chulalongkorn University. Gemeinsam mit dem MMRI bauen sie dort seit 2017 die Forschungsstation »Energieeffizienz elektrochemischer Beschichtungsprozesse und -anlagen«, kurz »ECOPLATE« auf, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird. Als exportorientierte Nation ist Thailand ein wichtiger potenzieller Partner für Deutschland. Einige große deutsche Firmen haben dort bereits Fertigungsstandorte. Die Professur erleichtert dem Fraunhofer IPA die Beantragung und Durchführung von Projekten zur Galvanotechnik mit der thailändischen Seite.

Weitere Informationen: <https://www.ecoplate.fraunhofer.de/>

*Dr.-Ing. Martin Metzner  
Leiter der Abteilung Galvanotechnik am  
Fraunhofer IPA  
1. Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für  
Galvano- und Oberflächentechnik e.V. (DGO)  
Assoziiertes Vorstandsmitglied des  
Zentralverband Oberflächentechnik e.V. (ZVO)*



## Vortragsreihe »Biointelligenz« in der Württembergischen Landesbibliothek Stuttgart

Die Württembergische Landesbibliothek Stuttgart, die Fraunhofer-Institute IPA, IGB und UMSICHT sowie das Kompetenzzentrum Biointelligenz Stuttgart planen gemeinsam eine Vortragsreihe zum Themenfeld Biointelligenz im Zeitraum vom 13. Juli 2021 bis 13. Juli 2022. Die Vorträge beginnen jeweils um 18 Uhr.

Die entscheidende Herausforderung im 21. Jahrhundert ist, Wohlstand und Ressourcenverbrauch in Einklang zu bringen. Mit heutigen Produktionsweisen können die materiellen Bedürfnisse zukünftiger Generationen nicht gerecht befriedigt werden. »Die Digitale Transformation der Produktion, die unter dem Schlagwort Industrie 4.0 bereits weit fortgeschritten ist, reicht nicht aus, um die essenziellen Herausforderungen der Gesellschaft zu meistern. Simultan zur Digitalen Transformation bahnt sich mit der Biologischen Transformation eine neue Revolution an. Sie ist mindestens von ebenso hoher, wenn nicht höherer Bedeutung als Industrie 4.0«, so Prof. Thomas Bauernhansl, Leiter des Fraunhofer IPA.

Eine realistische nachhaltige Wertschöpfung ohne Wohlstandsverluste erfordert Produktionsweisen nach dem Vorbild der Natur mit den Technologien von morgen: etwa Roboter, deren Steuerungsmodule ihre Energie über Photosynthese selbst erzeugen oder Bioreaktoren, die aus Essensresten Medikamente herstellen, oder Küchenschränke, in denen innerhalb weniger Tage die Zutaten für ganze Mahlzeiten wachsen – die Biologische Transformation soll es möglich machen.

### Mehrwerte der Biointelligenz

Zu dieser Neuorientierung der industriellen Wertschöpfung gehört wesentlich, dass wir zunehmend Materialien, Strukturen, Prozesse und Organismen der belebten Natur in der Technik nutzen. Eine solche systematische Anwendung von Wissen über biologische Prozesse führt dazu, dass Produktions-, Informations- und Biotechnologie immer mehr verschmelzen. Dies wird künftige Produkte, Herstellprozesse und unsere Lebensweise tiefgreifend verändern. Die Biologische Transformation gipfelt in sogenannten biointelligenten Systemen und den dafür notwendigen Technologien. Ihr Potenzial reicht von disruptiven Innovationen über die Modernisierung der deutschen Unternehmens- und Bildungskultur bis hin zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise.

### Gesellschaftlicher Diskurs im Rahmen einer gemeinsamen Vortragsreihe

Nahezu alle industriellen und gesellschaftlichen Bereiche werden von der Etablierung einer biointelligenten Wertschöpfung massiv beeinflusst werden. Voraussetzung für das Gelingen der Biologischen Transformation ist der Diskurs in Politik und Gesellschaft. »Es wäre vielversprechend, die Landesbibliothek als Podium und Schauplatz für die Wissenschaften zu nutzen, um die Stadtgesellschaft besser auf den Beitrag der Wissenschaften zur Bewältigung menschlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen aufmerksam zu machen«, empfahl Dr. Rupert Schaab, Direktor der Württembergischen Landesbibliothek, zu Beginn der Planungen.

Weiterführende Informationen zur Württembergischen Landesbibliothek und den Veranstaltungen:  
<https://www.wlb-stuttgart.de/die-wlb/kulturprogramm/veranstaltungen/>

## Blog Biointelligenz online

Am 30. März 2021 ging der Biointelligenz-Blog des Fraunhofer IPA online. In Kooperation mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Fraunhofer IGB, der Universitäten Stuttgart und Hohenheim sowie des NMI Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Instituts in Reutlingen liefert der Blog wöchentlich Beiträge aus dem Umfeld der Biologischen Transformation. Dazu gehören auch Bionik, Bioökonomie und vor allem die Biointelligenz.

In kurzen persönlichen Forschungseinblicken mit Anwendungsbeispielen skizzieren Bloggerinnen und Blogger die riesigen Chancen, die sich aus dem Zusammenspiel technischer und biologischer Prozesse und Systeme ergeben. Mit dem Kompetenzzentrum Biointelligenz in Stuttgart und dem neuen Blog möchten alle Beteiligten das Thema sowohl in die Breite als auch in die Tiefe bringen. Der Blog richtet sich an Vertreter der Industrie, vor allem auch KMU, an die Politik, Wissenschaftler und natürlich an die interessierte Öffentlichkeit.

[www.biointelligenz.de](http://www.biointelligenz.de)

## Biointelligenz in »bild der wissenschaft«

Wir machen den Blog, andere das hochwertige Heft. Es ist reiner Zufall, dass genau einen Monat nach dem Start unseres Biointelligenz-Blogs ein Print-Heft der renommierten Zeitschrift »bild der wissenschaft« zum Thema Biointelligenz herauskommt. Man könnte auch sagen: Die Zeit war reif. Zahlreiche Mitgliedsinstitute des Kompetenzzentrums Biointelligenz in Stuttgart präsentieren jedenfalls im Sonderheft Biointelligenz von »bild der wissenschaft«, das Ende April erschienen ist, ihre Forschungen im Rahmen der Biologischen Transformation – darunter auch einige aus dem IPA.

Themen aus den Bereichen Medizin, Technik, Rohstoffe und Ernährung, die allesamt neue Aspekte der Verbindung von Natur und Technik, von Ingenieurskunst und Biologie behandeln, haben in dieser Ausgabe Platz gefunden. Dabei lesen sich viele Titel extrem vielversprechend: Heilsame Viren, Atmende Wände, Steaks aus Pflanzen, Wasserstoff aus der Mülltonne.... Wer wüsste da nicht gerne mehr? Die Ausgabe ist im Buchhandel und in Kiosken zu kaufen.

## Ausgezeichnet: H<sub>2</sub>BlackForest

Gemeinsam mit dem Campus Schwarzwald haben das IFF und das EEP der Universität Stuttgart und das Fraunhofer IPA das Forschungszentrum für bio-intelligente Wasserstoff-Kreislaufwirtschaft im Rahmen von RegioWIN 2030 beantragt – und gewonnen. H<sub>2</sub>BlackForest wurde von drei Ministerien prämiert und ist eines der drei Leuchtturmprojekte der Region Nordschwarzwald. Nun suchen die Gewinner weitere Industriepartner, Kommunen und Stadtwerke, die an der Förderung partizipieren wollen.



Weitere Informationen:  
Stefan Bogenrieder  
Telefon +49 7441 86849-01  
[stefan.bogenrieder@campus-schwarzwald.de](mailto:stefan.bogenrieder@campus-schwarzwald.de)

Von den Besten lernen

# Wissenstransfer für Praktiker

Um Unternehmen bei der Umsetzung der vierten industriellen Revolution zu unterstützen, hat das Macils Management Centrum unter der Schirmherrschaft der Robert Bosch GmbH und des Fraunhofer IPA im Juli 2016 die erste Lernreise Industrie 4.0 live ins Leben gerufen. Innerhalb von zwei Jahren besuchten Vertreter von 30 Mitgliedsfirmen zwölf »Industrie-4.0-Vorreiter« und konnten sich dort praktische Inspiration für die eigene Organisation holen. Des Weiteren gab es die Möglichkeit, Coaching- und Trainingstage zu buchen und an Transferworkshops teilzunehmen.

Im September 2018 startete die zweite Lernreise Industrie 4.0 live mit bekannten und neuen Mitgliedern und Best-Practice-Partnern. Neben Weltmarktkonzernen wie Volkswagen und Siemens waren auch Hidden Champions wie Festo, Rittal und SEW-Eurodrive sowie Institutionen wie das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik BSI dabei. Großer Beliebtheit erfreuten sich neben den Managementsitzungen auch die Transferworkshops bei Unternehmen wie Deutz, Fischerwerke und Daimler Truck. Zum Abschluss geht es diesen Sommer virtuell zu Hagleitner Hygiene International mit Sitz in Zell am See in Österreich.

Auf den Seiten 15 bis 20 berichten drei Unternehmen von ihren Erfahrungen mit der zweiten Lernreise und den aktuellen Herausforderungen.

# »Nach der Orientierung kommt die Fokussierung«

**Wer digitaler Champion sein will, muss das Angefangene weiter befeuern, kontinuierlich am Ball bleiben und die Menschen mitnehmen, nur so gelingt auf lange Sicht die digitale Transformation – resümierten Dr. Stefan ABmann und Prof. Thomas Bauernhansl im Editorial der Interaktiv-Sommer-Ausgabe 2018. Drei Jahre nach dem Start der zweiten Lernreise Industrie 4.0 live blicken die beiden Schirmherren auf das aktuelle Geschehen und geben aufschlussreiche Ein- und Ausblicke.**

*Gleich zu Beginn der Vergleich: Wie fällt Ihr Resümee aus – erste vs. zweite Lernreise Industrie 4.0 live?*

*Stefan ABmann:* Es war definitiv eine unerwartet andere Lernreise. Mit Corona hat ja niemand gerechnet. Als die Pandemie losging, war es schade, dass viele Termine ausfielen oder verschoben wurden. Aber dann war ich überrascht, wie gut die neuen virtuellen Formate funktionierten. Ich war per Video zugeschaltet und hatte das Gefühl, direkt vor Ort zu sein. In Maschinen wurde reingezoomt und man war näher dran, als das oft in Präsenz möglich ist.

*Thomas Bauernhansl:* Die zweite Lernreise war ja auch thematisch spezifischer. Bei der ersten Lernreise verschafften sich die teilnehmenden Unternehmen einen Überblick über gesamtgesellschaftliche Transformationskonzepte. In der zweiten Reise ging es eher um spezifische Lösungen, ums Detail. Akribie war gefragt. Die konnte man gut in digitale Lern- und Besuchsformate packen.

*Live in einer Fabrikhalle zu stehen lässt jedes Ingenieursherz höherschlagen. Ist der Funke auch virtuell auf die Zuhörer übergelungen?*

*Stefan ABmann:* Ich war positiv überrascht, wie gut das funktioniert hat. Der Veranstalter Macils Management hat ja Profiteams für Interviews und Videos zu den gastgebenden Unternehmen geschickt, die vor Ort die Aufnahmen coronakonform und sehr professionell gemacht haben. Ich hatte das Gefühl, nah an den Maschinen, nah an den Menschen, nah an der Produktion zu sein. Darüber hinaus hatte man als Zuschauer nach der regulären »Sendezeit« die Möglichkeit, z. B. den Fertigungs- oder Logistikleiter des jeweiligen Gastgebers individuell zu sprechen. Das war somit fast so gut wie die gewohnten Präsenzveranstaltungen.

*Thomas Bauernhansl:* Ich denke auch, dass der Funke übergesprungen ist. Es war ja nicht nur eine klassische Videokonferenz, sondern ein Kommunikationsformat ähnlich einer Fernsehsendung mit Live-Charakter: »Wetten, dass ...? aus der Fabrik« mit entsprechendem Unterhaltungsfaktor. Es war handwerklich sehr gut gemacht und hat sich meines Erachtens ausgezahlt.

**»Die Schere zwischen den Frontruntern und den Nachzüglern hat sich vergrößert.«**

*Digitalisierung der Produktion in Corona-Zeiten. Ändert sich da etwas? Die Geschwindigkeit, die Umsetzbarkeit?*

*Stefan ABmann:* Aus meiner Sicht hat sich durch die Corona-Pandemie das Bewusstsein für die Notwendigkeit und den Nutzen der Digitalisierung deutlich erhöht – sowohl in der Gesellschaft als auch in der Wirtschaft. Das bedeutet aber leider nicht, dass auch immer die Umsetzungsgeschwindigkeit gestiegen ist. Ich beobachte, dass viele aktive Unternehmen nochmal einen Gang hoch geschaltet haben, wohingegen die Unternehmen, die schon vor der Pandemie eher zögerlich waren, zum Teil noch weiter abgehängt werden. Kurzum: Die Schere zwischen den Frontruntern und Nachzüglern hat sich vergrößert.

*Thomas Bauernhansl:* Ich glaube, wir haben einen gesellschaftlichen Digitalisierung-Schub, von dem die Industrie profitieren wird. Die Unternehmen, die gut vorbereitet waren, konnten fast nahtlos an ihren Themen weiterarbeiten. Diejenigen, die nicht gut vorbereitet waren, haben an Geschwindigkeit verloren. Die Bedeutung von Infrastruktur rückt in den Vordergrund, und es gibt jetzt eine viel breitere Unterstützung für dieses Thema,



Dr. Stefan Abmann, Business Chief Digital Officer (CDO) für den Unternehmensbereich Industrietechnik der Robert Bosch GmbH

weil alle sagen: Ja, wir brauchen breitbandigen und schnellen Zugang zum Internet. In der Schule, im Privatleben, in der Industrie. Überall sind schnellere Netze notwendig. Vorher waren das vielleicht ein paar ausgewählte Industrieunternehmen, die das gefordert haben. Jetzt ist es die Gesellschaft.

*Kommen wir zu den Effekten. Was bringt die Digitalisierung den produzierenden Unternehmen? Welche Anwendungen laufen, welche nicht?*

*Stefan Abmann:* Beispiele, dass Digitalisierung was bringt, gibt es viele. Das haben wir bereits in der ersten Lernreise gesehen, u. a. bei Vorher-Nachher-Betrachtungen von z. B. Durchlaufzeit, Beständen und Produktivität. Über andere Themen wie datengetriebene Geschäftsmodelle, Equipment-as-a-Service oder Pay-per-use wird zwar häufig geredet, aber noch eher wenig umgesetzt. Es ist aber auch nicht ungewöhnlich, dass zwischen den ersten Erfolgsberichten auf z. B. Industrie-4.0-Konferenzen und der tatsächlichen Umsetzung in der industriellen Praxis einige Zeit vergeht. Von daher waren wir froh und dankbar, dass die Mitglieder der Lernreise konkrete eigene Anwendungsbeispiele gezeigt haben, auch wenn es zum Teil nur kleinere Pflänzchen waren.

*Thomas Bauernhansl:* Digitalisierung ist ja kein Selbstzweck. Am Ende möchte man ganz konkrete Geschäftskennzahlen verbessern: schneller liefern, mehr Umsatz machen, die Rendite steigern. Das hat dazu geführt, dass sich viele Unternehmen zunächst auf ihre eigene Wertschöpfung konzentriert haben, egal ob das jetzt Bestandsoptimierung oder Predictive Maintenance war. In einem zweiten Schritt – und da stehen zurzeit viele Unternehmen – hat man die gesamte Prozesskette (Ende-zu-Ende-Prozesse) ins Auge gefasst. Einige Firmen haben begonnen, ihre Kundenschnittstelle weiter zu digitalisieren. Andere, wenn auch nur wenige, insbesondere im B2B-Bereich, punkten mit innovativen Geschäftsmodellen wie Equipment-as-a-Service. Da stehen wir jedoch noch ganz am Anfang.

*Damit Digitalisierung erfolgreich ist, muss zum einen die IT- und Prozesslandschaft permanent weiterentwickelt werden. Zum anderen müssen die Menschen mitgenommen werden. Wie gelingt das?*

*Stefan Abmann:* Im Kern geht es tatsächlich darum, die Menschen mitzunehmen. Dies gilt es immer wieder zu betonen. Aus meiner Sicht ist das bei beiden Lernreisen gelungen. Bei uns im Bosch-Konzern ist das allein schon durch den Gründer-vater in der Firmenkultur-DNA verankert. Die Frage »Welche Auswirkungen haben technische Veränderungen auf die

Menschen?« steht immer am Anfang eines Transformationsprozesses. Wenn man die Mitglieder der Lernreise fragt, worauf sie sich fokussieren, dann wird erfreulicherweise sehr häufig Qualifizierung und Organisationsentwicklung genannt. Das sind Dauerbrennerthemen. Und auch bei den Mitarbeitenden wird die Bereitschaft, etwas zu tun, stets höher.

*Thomas Bauernhansl:* Während man am Anfang versucht hat, das, was vorher in Präsenz stattgefunden hat, digital abzubilden, ist es jetzt so, dass man didaktisch viel ausgefeiltere Konzepte etabliert hat, die viel spannender für die Menschen sind. Es gibt einen großen Run auf Webinare und neue Formate. Virtualisierung bedeutet ja auch – wenn es nicht gerade live ist, jederzeit Informationen modularisiert und passgenau abzurufen. Das führt dazu, dass Qualifizierungsangebote besser zum Alltag der Menschen passen und man gezielt diese Happen konsumieren kann. Auch das unterstützt die digitale Transformation und gibt die Möglichkeit, die Menschen auf diese Reise mitzunehmen.

*Was sagen Sie den Unternehmen, bei denen wegen der Corona-Pandemie die Bänder stillstehen? Bei denen spielt die digitale Transformation wahrscheinlich aktuell keine so große Rolle.*

*Thomas Bauernhansl:* Viele Unternehmen, die jetzt in der Krise sind, waren auch schon vor der Pandemie in der Krise. Ein Beispiel: Transformation in der Automobilindustrie, Stichwort Elektromobilität. Ein weiteres Beispiel: Einzelhandel, Stichwort geändertes Käuferverhalten durch digitale Angebote. Das hat sich jetzt nochmal verstärkt. Andererseits gibt es auch Unternehmen, die 2020 Rekordgewinne eingefahren haben. Unter anderem, weil sie ihre Kosten massiv gesenkt haben. Diese Unternehmen nutzen nun ihre finanziellen Spielräume und investieren massiver in die Zukunft als zuvor. Und sie nutzen auch freie Kapazitäten, um sinnvoll langfristige Transformationsprojekte voranzutreiben.

*Stefan Abmann:* Die Corona-Pandemie ist ein extremer Beschleuniger – im positiven wie im negativen Sinne. Einige kämpfen um ihre Existenz, andere haben Hochkonjunktur. Der Verkauf von beispielsweise Haushalts- und Gartengeräten boomt. Eine neue Küche oder auch nur ein neuer Kühlschrank statt Mallorca lautet die Devise. Das hat mit Digitalisierung nichts zu tun. Das ist ein Sondereffekt. Es gibt viele Unternehmen, die das Ganze als Chance sehen und immer digitaler werden.

*Prof. Thomas Bauernhansl, Institutsleiter des Fraunhofer IPA*

*Werfen wir einen Blick in die USA und nach China. Während Deutschland oft alles zu 100 Prozent korrekt und konform machen möchte, legen andere einfach mal los. Ist das ein Fehler?*

*Thomas Bauernhansl:* In Europa haben wir ethische Werte, die langfristig in vielen relevanten Feldern das größere Potenzial haben, sich positiv auf unsere Produkte auszuwirken. Ethics by Design wird sich, davon bin ich überzeugt, langfristig global durchsetzen. China sprintet, wir sind eher auf der Langstrecke unterwegs, aber wir werden in einigen Jahren sehen, welche gesellschaftlichen Modelle an Relevanz gewonnen haben.



Dann wird man sehen, wer am Ende die Voraussetzungen geschaffen hat, die vielleicht auch nachhaltiger sind. In Bezug auf die USA: Das Land wird eine Zugmaschine für das globale Wachstum werden und gemeinsam mit China dem sehr exportorientierten Deutschland helfen, wieder mehr Schwung aufzunehmen.

*Stefan Abmann:* Während in Europa und insbesondere in Deutschland die Dinge häufig bis ins Kleinste untersucht und perfektioniert werden, kommen andere Länder schneller in die Anwendung. In der Digitalisierung sind die, denen die sprichwörtlichen 80 Prozent zunächst reichen und die dafür deutlich schneller sind, am Ende meist auch erfolgreicher.

**»Digitalisierung ist ein Riesenhebel, um den Klimawandel zu bewältigen.«**

*Digitalisierung und Klimaschutz. Ist die digitale Transformation ein Hebel, um beispielsweise ressourcenschonender zu handeln oder CO<sub>2</sub> einzusparen?*

*Stefan Abmann:* Auf jeden Fall. Digitalisierung ist ein Riesenhebel, um mit intelligenten technischen Lösungen den Klimawandel zu bewältigen. So lassen sich z.B. durch Energie-Management-Systeme schon mit geringem Geldeinsatz und schneller Rückflussdauer erhebliche Energie- und somit CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielen. Hier ist Bosch ein Vorreiter und hat es bereits im Jahr 2020 geschafft, die weltweite Produktion CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten.

*Thomas Bauernhansl:* Im Rahmen des Energieeffizienzindex haben kürzlich über 70 Prozent der befragten Unternehmen in Deutschland gesagt, dass sie bis 2025 klimaneutral produzieren wollen. Ein Hebel, der massiv dazu beitragen kann, ist die Digitalisierung. Zunächst braucht es hier Transparenz: Wo verbrauche ich wie viel Energie und Material? Dazu müssen Daten erhoben werden, in der eigenen Fabrik, dann in der Supply Chain und schließlich im gesamten Lebenszyklus der Produkte, die man anbietet. Aufbauend auf der Datentransparenz geht es darum, die Sichtbarkeit zu erhöhen auf die Stellen, die den größten Einfluss auf die Umwelt und das Klima haben. Am Anfang muss man vielleicht noch Kompensationsmaßnahmen hinzunehmen, aber Schritt für Schritt kann man das herunterfahren und durch eigene neue, technologische Lösungen ersetzen. Die Digitalisierung wird in jeder dieser Lösungen eine große Rolle spielen.

*Wird mit Blick auf zukünftige Lernreisen das Thema Biologische Transformation im industriellen Kontext auch eine Rolle spielen?*

*Thomas Bauernhansl:* Ich denke schon. Mittelfristig werden die prozessorientierten und stückgutorientierten Industrien zusammenrücken. Das Material entsteht dann dort, wo es gleich verarbeitet wird. Dies bringt Dezentralisierung und schafft neue Innovationsräume. Aus technologischer Perspektive heißt das, dass nicht nur Soft- und Hardware, sondern zusätzlich noch die Bioware in ein System integriert werden. Auf einer entsprechenden Lernreise werden wir dann ganz andere Firmen besuchen als heute, beispielsweise aus den Bereichen Pharma, Chemie, Lebensmittel und Landwirtschaft.

*Bitte vervollständigen Sie folgenden Satz:*

*Die zweite Lernreise Industrie 4.0 live war für mich ...*

*Stefan Abmann:* ... trotz Corona unerwartet gut, inspirierend und lehrreich.

*Thomas Bauernhansl:* ... sehr gut. Das haben mir auch die Mitgliedsunternehmen bestätigt.

*Vielen Dank für das Interview!*

## Neue Lernreise »Fabrik der Zukunft: Lean – Green – Digital« startet im September 2021

Die Fabrik der Zukunft stand bisher auf zwei Säulen: Schlank und digital vernetzt. Jetzt kommt ein dritter Aspekt hinzu: Nachhaltig klimaneutral. Ein Dreiklang, der ökologisch notwendig und inhaltlich sinnvoll ist. Der effiziente, verschwundungsfreie Ressourceneinsatz (lean), gepaart mit der Vernetzung und Transparenz (digital), eröffnet Potenziale für eine Produktion ohne Umwelteinflüsse (green). Die neue Lernreise zeigt hierzu spannende Best-Practice-Beispiele für eine wertstromorientierte und vernetzte Ultraeffizienzfabrik. Werden Sie Mitglied der Lernreise, seien Sie live dabei und nutzen Sie die Impulse für Ihre eigene Veränderungsarbeit! Weitere Informationen:

[www.macils.de/en\\_GB/lernreise/fabrikderzukunft](http://www.macils.de/en_GB/lernreise/fabrikderzukunft)

# Flexibilität schaffen

Additive Fertigung und Industrie 4.0 sind wie füreinander geschaffen. Sie ergänzen sich wunderbar. Digitalisierung ist dabei der Schlüssel. »Die Additive Fertigung ist bereits eine digitale Fertigungstechnologie und ermöglicht schon jetzt viele der angestrebten Vorteile von Industrie 4.0«, weiß Marcus Joppe und fährt fort: »Mit ihr ist eine flexible Fertigung möglich: on-demand, dezentral und vernetzt. Zusätzlich sind die Fertigungskosten relativ unabhängig von der Bauteilkomplexität.«

Der gebürtige Bremer und leidenschaftliche Fußballfan weiß, wovon er spricht. Schließlich ist er ein Pionier auf dem Gebiet des 3D-Drucks. Bereits während seines Studiums an der Universität in Bremen unternahm er im angeschlossenen produktionstechnischen Forschungsinstitut BIBA softwareseitig erste Gehversuche, konnte hautnah den ersten 3D-Drucker Europas live und in Farbe im Einsatz bewundern. Aus der Theorie wurde schnell Praxis. Joppe arbeitete fünf Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA, bevor er sich mit einem eigenen Spin-off im Jahr 2001 ausgründete und auf Softwareentwicklung für industriellen Metall-3D-Druck spezialisierte. Das blieb im Markt nicht unbemerkt. Und so kam es, dass sein Unternehmen 2011 mit Materialise fusionierte.

**Der Vordenker:** Marcus Joppe, Geschäftsführer von Materialise in Deutschland, ist ein Mann der ersten Stunde. Anfang der 1990er Jahre stand er vor dem ersten 3D-Drucker, der in Europa in Betrieb genommen wurde. Mehr als 30 Jahre später besetzt der studierte Informatiker mit seiner Expertise eine Marktnische, die in Zeiten der Digitalisierung erst so richtig an Fahrt aufnimmt.

## Profil

**Name:** Materialise

**Profil:** Neue Anwendungsbereiche für das hochinnovative Potenzial des 3D-Drucks zu erschließen, ist das Ziel des 1990 gegründeten Unternehmens. Zum Produktportfolio zählen Konstruktions- und 3D-Druckdienstleistungen in verschiedensten Materialien sowie Softwarelösungen. Mit seiner Softwareentwicklung verfolgt Materialise das Konzept eines offenen Ökosystems, das Anwendern, anderen Softwareunternehmen und den Maschinenherstellern durchgängige Lösungen für die additiven Arbeitsprozesse ermöglicht.

**Sitz:** Bremen und München als Standorte in Deutschland, Hauptsitz Belgien



Seitdem ist viel passiert. »Die erste Stufe war das Rapid Prototyping, also der klassische Form- und Musterbau von Werkzeugen und Funktionsmustern in der Produktentwicklung. Nachdem sich die Technologie konsequent weiterentwickelt hatte, ging es dann in der zweiten Stufe mehr und mehr in die Serienfertigung. Noch nicht auf breiter Front, aber für bestimmte Einsatzgebiete wie z.B. die Hörgeräteindustrie. Im nächsten Entwicklungsschritt werden Themen wie Künstliche Intelligenz, Data Mining und Machine Learning eine wesentliche Rolle spielen«, ist Joppe überzeugt. Bereits vor einigen Jahren hat Materialise die Entwicklung seiner Produkte in Richtung Cloud-Native-Lösungen aufgenommen. Das erste Ergebnis dieser Arbeit kommt dieses Jahr auf den Markt und wird dem Bedürfnis der 3D-Druckanwender entgegenkommen, den Druckprozess mit Sicht auf die eigenen Anforderungen zu optimieren.

#### Dezentrale Fertigung als Vorteil

Jüngst hat die Corona-Pandemie dazu beigetragen, die Additive Fertigung zu befeuern. Als im Frühjahr 2020 so manche Lieferkette unter dem Druck der sich veränderten Rahmenbedingungen zusammenbrach, konnte der 3D-Druck mit Flexibilität und Geschwindigkeit punkten. So wurden Masken, Schutzausrüstungen, Teile für Beatmungsgeräte und andere medizinische Produkte lokal produziert und waren in diesen volatilen Zeiten weniger von den Opportunitäten der Weltwirtschaft abhängig.

Marcus Joppe weiß: »Die frühe Vision, dass 3D-Drucker im Keller oder der Garage stehen, also jeder sein eigener Produzent ist, hat sich nicht bewahrheitet.« Und legt nach: »Dagegen erwarten wir, dass 3D-Druck eine prägendere Rolle in der Produktionslandschaft spielen wird. Zukünftig wird es immer mehr Anwendungen geben, wo es sich wirtschaftlich rechnet, additiv zu fertigen. Dabei entscheidend ist und bleibt aktuell allerdings noch die Stückzahl bzw. Losgröße.« Bei der Qualität, so Joppe, ständen die additiv gefertigten Fabrikate den konventionell hergestellten oft in nichts mehr nach.

Aufseiten der Unternehmen als Nutzer der Additiven Fertigung mangelt es teilweise noch an Verständnis. Grundlegendes Wissen ist vorhanden, etablierte Anwendungen wurden projektweise bereits erfolgreich umgesetzt. Oft fehlt jedoch eine Strategie, um die sinnvolle und nachhaltige Implementierung der Additiven Fertigung in die eigenen Prozesse umzusetzen. Das war auch der Grund, warum Materialise sich an der zweiten Lernreise Industrie 4.0 als Partner beteiligte. Neben der technologischen Entwicklung sind inhaltliche Arbeit und starke Netzwerke entscheidend, um die industrielle Entwicklung durch Wissenstransfer voranzubringen. Auch die Zusammenarbeit mit Forschungspartnern wie Fraunhofer helfe dabei, die eigene Expertise kontinuierlich zu erweitern. ■

*Anspruchsvolle Geometrien lassen sich mit der Additiven Fertigung problemlos darstellen.*



# Schon vor Industrie 4.0 digital

## Profil

**Name:** Murrelektronik GmbH

**Produkte:** Entwickler und Hersteller hochmoderner dezentraler Automatisierungstechnik für Maschinen und Anlagen. Das 1975 gegründete Unternehmen konzentriert sich auf vier Kernbereiche: Stromversorgung, Schnittstellen, Anschlussleitungen und IO-Systeme.

**Sitz:** Oppenweiler, Deutschland

Der Begriff »Industrie 4.0« war noch gar nicht geprägt, als man bei Murrelektronik schon damit begann, die digitale Transformation in die Tat umzusetzen. Im Jahr 2012 hat das international agierende Familienunternehmen für Automatisierungstechnik intern die sogenannte »Traceability« eingeführt, also die Rückverfolgbarkeit des gesamten Produktionsprozesses. Jede einzelne Komponente wird seither erfasst und in Echtzeit über alle Fertigungsschritte hinweg im Blick behalten. Einerseits erhöht das die Transparenz gegenüber den Kunden. Andererseits hilft es Murrelektronik selbst, die Produktion zu verschlanken, weil unnötige oder ineffiziente Prozessschritte offengelegt werden.

Die Digitalisierung hat man bei Murrelektronik also von Anfang an als »Riesenchance« begriffen, wie es Geschäftsführer Stefan Grotzke ausdrückt. »Wir verstehen uns als kundenorientierter Problemlöser, der hilft, die Produktion wirtschaftlicher zu gestalten und so einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen«, so Grotzke weiter. Seit Jahrzehnten steckt Murrelektronik in vielen Produktionsanlagen, etwa in Form der Feldebussysteme und Steckverbinder, die das mittelständische Unternehmen herstellt.

#### Die Vision von der autonomen Auftragsabwicklung

Doch dank der Digitalen Transformation ist das Sortiment vor vier Jahren um weitere Produkte ergänzt worden. Murrelektronik bietet seinen Kunden seither ein Diagnosemodul und ein Cloud-Interface, mit denen auch alte Bestandsmaschinen nachgerüstet werden können. Dabei werden smarte Sensor- und Aktordaten sowie Störungs- und Diagnosemeldungen in Echtzeit in die Cloud übermittelt oder in das »Enterprise Resource Planning«-System (ERP-System) eingespeist. Das System ist damit die perfekte Schnittstelle in die Cloud, um Maschinen- und Anlagendaten intelligent zu nutzen, zum Beispiel zur punktgenauen Wartungs- und Instandhaltungsplanung.

**Stefan Grotzke**, studierter Diplom-Ingenieur und Diplom-Wirtschaftsingenieur, ist seit 13 Jahren Geschäftsführer der Murrelektronik GmbH.



Dieses sogenannte »Predictive Maintenance« reduziert einerseits teure Ausfallzeiten. Andererseits verhindert es, dass Verschleißteile vorsorglich ausgetauscht werden, obwohl sie noch eine ganze Weile lang halten würden.

Intern verfolgt Grotzke die Vision von der durchgängigen autonomen Auftragsabwicklung, die er bis in ein paar Jahren umgesetzt haben möchte. Dann soll es möglich sein, dass ein Kunde seine Ware online konfiguriert und bestellt. Innerhalb von Sekunden soll dann automatisch der entsprechende Auftrag samt Stückliste und Kostenkalkulation erstellt werden und sogleich in Produktion gehen – ganz ohne Papier und menschliches Zutun. Verwirklicht ist davon beispielsweise eine Auftragsfeinsteuerung in Echtzeit: »Immer wenn sich ein Artikel plötzlich schlechter verkauft, werden die entsprechenden Fertigungsaufträge automatisch auf einen späteren Zeitpunkt verschoben. Umgekehrt ziehen wir Aufträge vor, wenn wir merken, dass ein Produkt so stark nachgefragt wird, dass der Lagerbestand zur Neige geht«, erklärt Grotzke.

*Durchgängige Transparenz durch Digitalisierung in der Elektronikfertigung.*



### Ein Netzwerk von Gleichgesinnten

Seine Begeisterung für die digitalisierte Produktion gibt Grotzke in Pilotprojekten an seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter weiter. »Wenn sie selbst sehen, welchen Nutzen die Digitalisierung hat und wie sie ihre Arbeit erleichtert, weckt das die Lust auf Veränderung«, berichtet er. Inspiration und Ansporn vermittelt den Unternehmensangehörigen die Lernreise Industrie 4.0 live. Dort entdecken sie die Best-Practice-Lösungen anderer Unternehmen und kommen mit den Verantwortlichen in Kontakt. »Es bildet sich ein Netzwerk von Gleichgesinnten, in dem man gegenseitig unterstützt«, beobachtet Grotzke.

Auch privat möchte der Geschäftsführer von Murrelektronik die Errungenschaften der Digitalisierung nicht mehr missen. Seien es die Smart-Home-Anwendungen bei ihm zuhause, die Podcasts und Streamingdienste, die er in seiner Freizeit nutzt, das Navigationsgerät in seinem Auto oder die digitale Schaltung an seinem Rennrad. Trotzdem blättert Grotzke immer noch gerne in Büchern und liest morgens eine gedruckte Tageszeitung. Und auch das Einkaufserlebnis in der Fußgängerzone, die Begegnungen mit Menschen in einer realen Umgebung weiß er zu schätzen. ■

## Industrielles Edge Computing

# Effizienz in Echtzeit



### Profil

**Name:** German Edge Cloud  
**Produkte:** Entwickler und Service-Integrator für innovative industrielle Edge- und Cloud-Lösungen, die Daten in vernetzten Umgebungen schnell, einfach und sicher verfügbar machen. Das 2020 fusionierte Start-up gehört zur Friedhelm Loh Group und setzt seine Lösungen unter anderem im Industrie-4.0-Werk des Schwesterunternehmens Rittal in Haiger ein.  
**Sitz:** Eschborn, Deutschland

**Der Transformierer:** Dr. Sebastian Ritz, CEO Edge & Cloud, German Edge Cloud, macht aus Daten Informationen und schließlich Optimierungsstrategien. Vor German Edge Cloud hat er mehrere IT Start-ups gegründet und hatte CIO- und CTO-Positionen inne – unter anderem bei Xchanging Ltd, einem internationalen BPO-Unternehmen, für das er auch längere Zeit in Asien für Neugründungen und IT-Innovation zuständig war. Mittlerweile ist er Pionier der Industrie-4.0-Umsetzung: Mit der Digitalisierung und Wertschöpfung durch Massendaten schafft der promovierte Elektrotechniker und Informatiker die Voraussetzung für eine zukunftsfähige Produktion.

Eine Produktion konsequent nach Industrie-4.0-Maßstäben: Nichts Geringeres als das ist die Mission des Rittal-Werks in Haiger. Die »Industrie-4.0-Fabrik« wird die Produktionsstätte des führenden Schaltschrankherstellers aus Hessen auch genannt. 250 vernetzte Hightech-Maschinen und Anlagen sowie 20 Fahrerlose Transportsysteme (FTS) produzieren hier Massendaten.

Nahezu echtzeitfähig Produktionsprozesse anhand dieser Daten zu steuern, stellt Unternehmen vor große Herausforderungen. Hier kommen Lösungen des ebenfalls zur Friedhelm Loh Group gehörenden Schwesterunternehmens German Edge Cloud (GEC) zum Einsatz: GEC liefert die Edge-Computing-Technologien zur Nutzung und Verarbeitung der Datenmassen – immerhin 18 Terabyte pro Tag in der Industrie-4.0-Fabrik.

»Vor drei Jahren hat Rittal diese neue Fabrik gebaut. Eine wunderbare Situation – denn wir von GEC führten dort industrielles Edge Computing wertschöpfend ein. Unsere Lernkurve war steil! Das Werk in Haiger war unser erster Showcase«, beschreibt Dr. Sebastian Ritz, Geschäftsführer GEC, die Anfänge des jungen Start-ups. »Wir haben sozusagen die Fabrik ›debuggt: Warum ist die Durchlaufzeit nicht wie geplant? Warum kommt es zu Stillständen? Warum blockieren sich die FTS? Mit digitalen Werkzeugen lassen sich diese Fragen beantworten.«

#### Die Daten-Evolution: Von der Information zur Effizienzsteigerung

Mithilfe der GEC-Lösungen werden alle Produktionsdaten zur stetigen Optimierung genutzt, Live-Visualisierungen aller wichtigen Kennzahlen, wie beispielsweise der Produktionsfortschritt in Stückzahlen, sorgen für Transparenz und machen schnelles Reagieren bei Störungen möglich. Ritz erklärt die Kernkompetenz von GEC: »Industrielles Edge Computing basiert auf Massendaten. Wir helfen, diese Daten zu gewinnen und dann daraus Rückschlüsse zu ziehen, wie man die Produktion oder die Produktionslinie noch effizienter machen kann.« Dazu werden die Daten direkt vor Ort verarbeitet. »Mit Edge-Computing bringen wir die ganze moderne IT-Technologie, die man von der Cloud kennt, auf den Shop-floor.« Das ist besonders dann wichtig, wenn riesige Datenmengen in Echtzeit verarbeitet werden sollen.

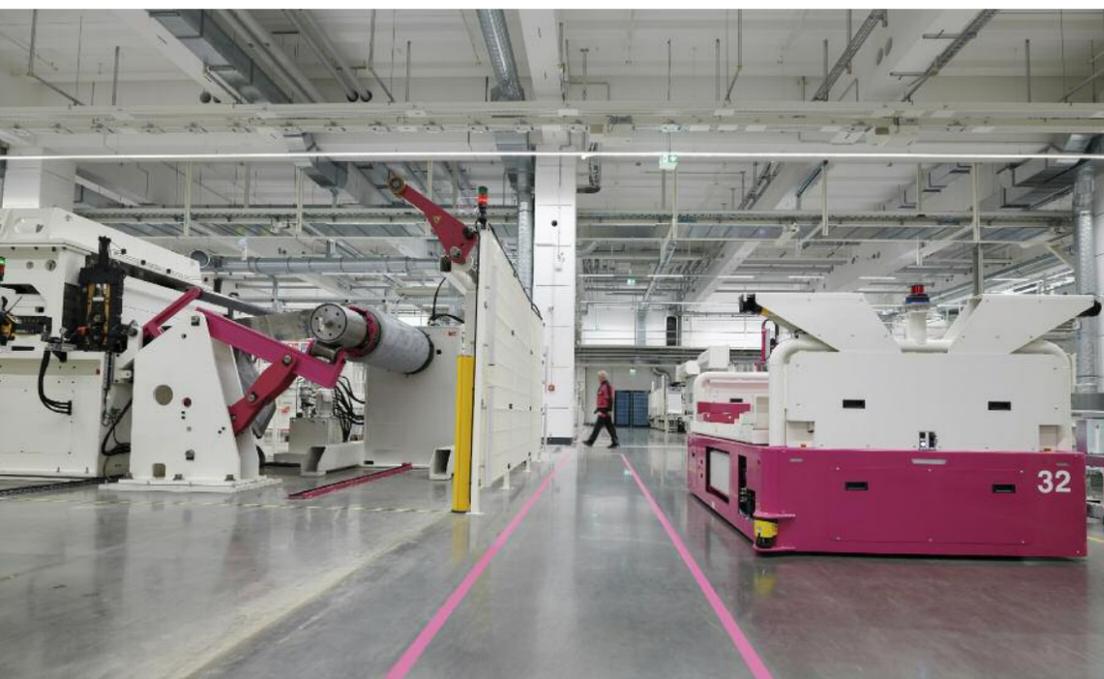
Ein weiterer Vorteil von Edge Computing: Datensouveränität. Für Ritz ist der Einfluss auf die eigene Datennutzung ein Kern-

thema für Industrie 4.0: Je wertvoller Daten werden, umso eher komme es zum Datenaustausch entlang der Wertschöpfungskette mit Partnern und Kunden – meistens über die Cloud. »Es ist wichtig, dass die Daten am Anfang in der Edge gesammelt werden, damit man noch die Kontrolle darüber hat, welche Daten das Unternehmen verlassen. Unsere Edge ist datensouverän: Ohne Einwilligung des Fabrikbetreibers verlassen die Daten die Edge nicht.«

#### »Einfach mal machen«

GEC ist assoziierter Partner des Forschungsprojekts »FabOS – offenes, verteiltes, echtzeitfähiges, sicheres Betriebssystem für die Produktion«, dessen Leitung beim Fraunhofer IPA liegt. Auch dort geht es unter anderem um Datensouveränität. »Produzierende Unternehmen brauchen dringend datensouveräne Betriebssysteme, die Echtzeitdatenverarbeitung ermöglichen, und das auch noch verteilt«, so Ritz.

Was er an Kooperationen mit Fraunhofer schätzt? »Neue Themen muss man einfach mal machen, einfach mal ausprobieren. Bei der Zusammenarbeit mit Fraunhofer tun wir das. Wir entwickeln neue Ideen, gewinnen praktische Erkenntnisse und setzen Lösungen in der Anwendung um«, so Ritz. Fraunhofer biete dafür eine sehr gute Infrastruktur: Vom Konzept über die Erprobung in Labs bis hin zur Kommerzialisierung. »Wir arbeiten mit sehr vielen Fraunhofer-Instituten zusammen und ich muss sagen, das ist immer eine gewinnbringende Zusammenarbeit.« ■



German Edge Cloud liefert smarte Lösungen für das Rittal Werk in Haiger.

# »Anwendungsdaten ab Werk in die Cloud flüstern«

Stellvertretend für die deutsche Wirtschaft berichteten im Sommerheft des Interaktiv 2018 verschiedene Anwender, Best-Practice-Partner und Mitglieder der »Lernreise Industrie 4.0 live« von ihrem Umgang mit Tradition und Veränderung. Drei Jahre später haben wir nochmal nachgefragt – und Antworten erhalten.

## Internet of Toilet

»Hagleitner hat das Internet of Toilet serienreif gemacht: Desinfektions-, Kosmetik- und Hygienepapierspender flüstern Anwendungsdaten 2021 ab Werk in die Cloud, direkt über das Smartphone geht es am einfachsten. Das Internet of Toilet steht somit viel mehr Unternehmen offen als früher, es ist weithin leistbar geworden.«



Hans Georg Hagleitner

Unternehmensinhaber und Geschäftsführer von Hagleitner Hygiene



**Maximilian von Löffbecke**  
Managing Director 365FarmNet

## Vom Produkt- zum Lösungsanbieter

» Getan hat sich besonders etwas bei der Bedeutung digitaler Lösungen im Markt und deren Priorisierung bei produzierenden Unternehmen, also unseren Kunden. Die Erkenntnis wächst, dass Kunden bei Investitionen in Technikprodukte inzwischen Schnittstellen und Datenmanagement erwarten. Diese Nachfrage erzeugt Druck beim Handel und damit auch den Herstellern, sich mit dem Thema zu beschäftigen.

Auch im Maschinenbau wächst also die Dringlichkeit, sich vom reinen Produkthanbieter zum Lösungsanbieter zu entwickeln. Bei der Umsetzung stehen viele Unternehmen allerdings mit ihren etablierten Prozessen vor großen Herausforderungen. Das ist auch ein kulturelles Thema.

Insgesamt sehen wir uns durch diese Entwicklung auf unserem Weg bestätigt, landwirtschaftliche Betriebe durch Schnittstellen und schlaues Datenmanagement auf ihrem Weg in die Zukunft zu begleiten.«

## Gute Ideen im gesamten Produktionsnetzwerk



**Pedram Shahid**  
Leitung Werksengineering Scharnhausen der Festo AG & Co. KG

» Für den Erfolg von Digitalisierungsthemen in einem Produktionswerk sind in der heutigen Zeit nicht mehr nur die technischen Möglichkeiten entscheidend, sondern die Akzeptanz bei den Mitarbeitern auf dem Shopfloor. Daher arbeiten in der Technologiefabrik Scharnhausen Industrial Engineering und die Produktionsbereiche immer eng zusammen, um die Serientauglichkeit und Anwenderfreundlichkeit der Digitalisierungsthemen zu steigern.

Mit einer neuen, smarten Lösung haben wir beispielweise in Zusammenarbeit mit einem Start-up das Shopfloor-Management digitalisiert. Die Mitarbeiter sind nun noch direkter in alle Prozesse involviert und waren zudem bei dem Entstehungsprozess des Tools immer mit eingebunden. Inzwischen geht fast jede Weiterentwicklung des Tools auf einen Verbesserungsvorschlag der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zurück!«

## Enorme Effizienz- und Komfortgewinne bieten

» Die Digitalisierung – vor allem unserer internen Prozesse – hat vor dem Hintergrund der Corona-Pandemie noch einmal massiv Fahrt aufgenommen. Auch für unsere Kunden treiben wir die Digitalisierung im Beleuchtungsmarkt durch ein maßgeschneidertes Lösungs- und Produktportfolio weiterhin aktiv voran. Die Entwicklung bietet Anwendern enorme Effizienz- und Komfortgewinne.

Wir bieten als Komplettanbieter hocheffiziente Lichtsysteme, mit Sensorik und Cloudanbindung, Monitoring und Bedienung aller gängigen Schnittstellen zu Building-Management-Systemen und anderen Gewerken im Gebäude. An unseren europäischen Produktionsstandorten arbeiten wir weiterhin an Automatisierungs- und Digitalisierungslösungen mit smarten Robotern und digitaler Werkerführung. Die Kommunikation erfolgt aktuell überwiegend digital und schafft uns intern wie extern Chancen und Möglichkeiten, um mit unseren Kunden in den Dialog zu treten.«



**Klaus Röwekamp**  
Geschäftsführer Technik bei TRILUX

» Neben den Projekten in der Technologiefabrik Scharnhausen ist uns auch die werkübergreifende Zusammenarbeit in Digitalisierungsthemen wichtig, um die Menschen an anderen Standorten mitzunehmen. Gute Ideen und Lösungen gibt es im gesamten Produktionsnetzwerk! Wir nutzen die Industrial-Engineering-Plattform für den kreativen Austausch und auch zur Abstimmung, wie wir zunächst lokale Lösungen ggf. auch zu globalen Lösungen in unserem Produktionssystem machen, um so maximalen Nutzen zu erreichen.«



**Stefan Schwerdtle**  
Vice President/Leitung Corporate Quality der Festo AG & Co. KG

# Gesunde Paranoia

**Misstrauen Sie alten Erfolgen! Was Sie bis hierher gebracht hat, wird Sie nicht in die Zukunft bringen. Üben Sie sich im Loslassen von Dogmen und altgedienten Überzeugungen. Ehren Sie die Vergangenheit, indem Sie sie hinter sich lassen.** Von Peter Kreuz

Als der Rapper Will.i.am auf dem Weltwirtschaftsforum in Davos gefragt wurde, was man von der Musikbranche lernen könnte, war seine Antwort: »Meine Lektion ist: Euer Platz ist nicht garantiert!« Zack – mit dieser Aussage hat er mitten ins Schwarze getroffen.

Natürlich hat es sich mittlerweile herumgesprochen, dass es in vielen Branchen neue Wettbewerber gibt, die für die Platzhirsche gefährlich sind, weil sie mit ihren digitalen Geschäftsmodellen bestehende Wertschöpfungsketten von Grund auf verändern. Trotzdem fällt die digitale Transformation der eigenen Organisation in vielen Fällen so schwer, weil man zu sehr damit beschäftigt ist, Geld zu verdienen, wie man es immer getan hat. Sich selbst zu kannibalisieren ist schlicht undenkbar. Man sieht vorrangig das Risiko. Man denkt nicht radikal genug. Man zögert, sich vom Alten zu trennen und sich in Neues einzubewegen. Weil es die gegenwärtigen Gewinne bedroht.

## Das Boot versenken oder das Boot verpassen

Die beiden Marketingprofessoren Peter Dickson und Joseph Giglierano skizzieren in diesem Zusammenhang ein sehr kluges und starkes Bild: Sie argumentieren, dass Führungskräfte und Unternehmer zwei unterschiedlichen Arten von Risiken ausgesetzt sind.

- Das erste Risiko nennen sie »das Risiko, das Boot zu versenken«. Das könnte passieren, wenn eine Organisation einen mutigen Schritt macht, der sich als kolossaler Fehltritt herausstellt. Mit diesem Risiko umzugehen, darin sind die meisten Organisationen sehr gut. Dafür gibt es detaillierte Business-Pläne, Marktforschung und Risikoabschätzungen.
- Genau das aber bringt uns zum zweiten Risiko: Viele Organisationen sind so sehr mit dem Vermeiden von Risiken beschäftigt, dass sie schlicht und ergreifend fast jeden mutigen Schritt verhindern. Das führt zur Erstarrung und zum Innovationsstau und dazu, dass sie im Markt den Anschluss verlieren. Dickson und Giglierano nennen das »das Risiko, das Boot zu verpassen«.

Dieses großartige Bild macht deutlich, dass eine defensive Risikovermeidung keineswegs am Ende zu einem niedrigeren Risiko führt, sondern nur eine Verschiebung des Risikos auf eine andere Ebene nach sich zieht.

Unternehmen, die zu sehr mit dem Absichern des Status quo beschäftigt sind, wiegen sich in einer trügerischen Sicherheit. Je sicherer sie sich sind, dass sie das Boot nicht versenken werden, desto mehr übersehen sie das Risiko, das Boot zu verpassen.

## Gesunde Paranoia!

Es geht also darum, das neue Boot rechtzeitig zu erwischen, ohne das alte zu versenken! Dazu brauchen Veränderer eine wichtige Zutat, nämlich eine gesunde Paranoia. Damit ist gemeint, trotz gegenwärtigem Erfolg sich nicht entspannt zurückzulehnen, sondern konstant nach möglichen neuen Wettbewerbern Ausschau zu halten. Bei Google gilt deshalb der Satz: »Die nächste Suchmaschine ist nur einen Klick entfernt«. In Mountain View weiß niemand, wie der Newcomer aussehen könnte. Aber der Gedanke, dass irgendwer irgendwo auf der Welt an einer neuen Suchmaschine arbeitet, hält die Teams bei Google auf den Zehenspitzen.

## Was lässt sich daraus lernen?

Misstrauen Sie alten Erfolgen! Was Sie bis hierher gebracht hat, wird Sie nicht in die Zukunft bringen. Üben Sie sich im Loslassen von Dogmen und altgedienten Überzeugungen. Lassen Sie die Vergangenheit los, damit Neues entstehen kann.

Genau deshalb ist es so wichtig, Beharrungsenergien zu entlarven und Veränderungswillen anzufeuern – nicht als Selbstzweck, sondern um Wachsamkeit und Dauerskepsis am Weiter-so zu ermutigen.

Wie das gelingt? Indem Führungskräfte ihren Störauftrag annehmen. Dazu gehört, all die »Das-geht-so-nicht«-Sprüche und die »Das-haben-wir-immer-so-gemacht«-Phrasen auf die schwarze Liste zu setzen und angestammte Routinen regelmäßig infrage zu stellen.

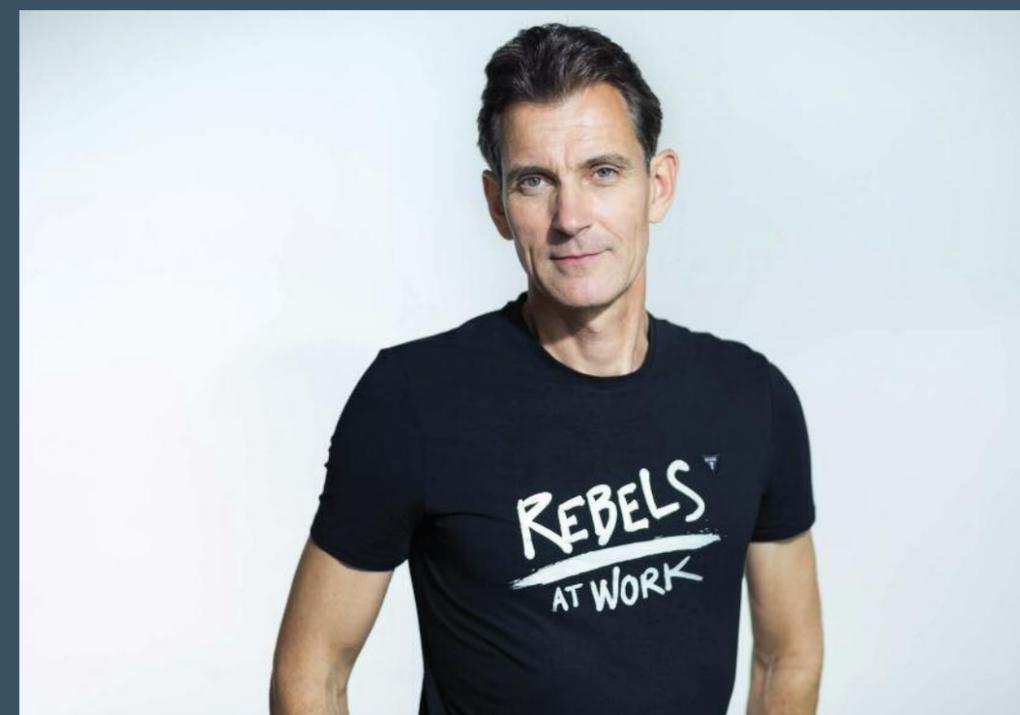
## Das Ziel: Die Organisation veränderungsbereit zu machen und zu halten.

Führungskräfte haben eine Art Weckfunktion, die die Wachsamkeit überall in der Organisation stärkt und die alten, gewohnheitsmäßig einrastende Routinen, die ihren Ursprung in der Vergangenheit haben, aufrichtet.

Wie lässt sich das umsetzen? Mit Aktionen, mit denen nicht jeder rechnen kann und die die Organisation mit frischem Wind versorgen – die aber gleichzeitig noch handhabbar sind. Denn die Wirkung dieser Störungen ist zweischneidig: Einerseits bringen sie Veränderungen, ohne die keine Entwicklung und kein Wachstum möglich ist. Andererseits sind Störungen des normalen Betriebs alles andere als effizient, denn sie beeinträchtigen Prozesse, die bis dahin – zumindest ganz angemessen – funktioniert haben.

Wenn es um die Maximierung der kurzfristigen Gewinne geht, sind Störungen also Gift. Und deshalb sind sie insbesondere in Unternehmen, in denen das kurzfristige Quartalsdenken regiert, extrem unbeliebt. Obwohl das Management insgeheim weiß, dass das bewusste Hinterfragen von bewährten Erfolgsrezepten auf die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens einzahlt, belässt man es dennoch gern beim rhetorischen Aufbruch zu neuen Ufern. Das ist die Krux an der Sache: Störungen kosten Zeit, Geld und Energie – und bringen kurzfristig Unruhe. Sie erhöhen die langfristige Effektivität auf Kosten der kurzfristigen Effizienz.

Daher müssen störungswillige Führungskräfte klug ausbalancieren zwischen den Einzahlungen auf das Zukunftskonto und den Abhebungen vom Gegenwartskonto des Tagesgeschäfts. Eben beides, sowohl als auch, in einem ausgewogenen Verhältnis! Kein plattes Entweder-oder, sondern ein intelligentes Sowohl-als-auch. ■



## Dr. Peter Kreuz

ist Unternehmer, Spiegel-Bestsellerautor und Gründer von »Rebels at Work«.

Leidenschaftlich gern unterstützt er Führungskräfte und ihre Teams dabei, in einem Umfeld der Disruption, Digitalisierung und tiefgreifenden Veränderung erfolgreich zu navigieren.

[www.foerster-kreuz.com](http://www.foerster-kreuz.com)



# Künstliche Intelligenz wirtschaftlich nutzen

Studienreihe zum Praxiseinsatz von Lernenden Systemen

**Mit einer Reihe von zehn Studien zeigt das Fraunhofer KI-Fortschrittszentrum, welchen Nutzen KI-Anwendungen für unterschiedliche Bereiche der industriellen Produktion und Dienstleistung haben können. Als Teil des Cyber-Valley-Forschungskonsortiums unterstützen die interdisziplinären Forschungsteams der Fraunhofer-Institute IPA und IAO Unternehmen dabei, KI-basierte Applikationen und deren Kommerzialisierung voranzutreiben.**

Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen sind Schlüsseltechnologien für die Zukunft des Digitalstandorts Deutschland. Ihre Einführung und Umsetzung in praxistaugliche Anwendungen, die wirtschaftlich nutzbar sind, erfordern jedoch eine strategische Transformation auf verschiedenen Ebenen. Das KI-Fortschrittszentrum hilft Unternehmen, innovative KI-Anwendungen und menschenzentrierte KI-Lösungen zu entwickeln.

Übergreifende KI-Themen wie Zuverlässigkeit, Erklärbarkeit (xAI) oder Cloud-basierte Plattformen behandeln drei Studien, die im Folgenden ausführlich beschrieben werden. Die anderen Publikationen beleuchten detailliert Anwendungsbeispiele und Einführungsstrategien. Dabei stehen die Bereiche Wissensarbeit, Bauwirtschaft, Produktion und Kundenservice im Fokus.

Alle Studien sind auf der Webseite des KI-Fortschrittszentrums zu finden: [www.ki-fortschrittszentrum.de/studien](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/studien)

Im Folgenden werden drei Studien ausführlicher beschrieben

Die Studienreihe »Lernende Systeme« umfasst folgende Publikationen:

- Cloudbasierte KI-Plattformen – Chancen und Grenzen von Diensten für »Machine-Learning-as-a-Service«
- Menschenzentrierte KI-Anwendungen in der Produktion – Praxiserfahrungen und Leitfaden zu betrieblichen Einführungsstrategien
- Zuverlässige KI – KI in sicherheitskritischen industriellen Anwendungen einsetzen
- KI in der Bauwirtschaft – Einsatzmöglichkeiten für Planung, Realisierung und Betrieb von Bauwerken
- Erklärbare KI in der Praxis – Anwendungsorientierte Evaluation von xAI-Verfahren
- KI im Kundendatenmanagement – Einblicke in Anwendungsmöglichkeiten
- KI zur Verhinderung von Identitätsbetrug – Von der Kundenidentifikation zur Prävention von Verbraucherbetrug
- Kundenservice empathisch gestalten – Mit intelligenten Systemen zu einer nutzerzentrierten Kundeninteraktion
- Feinfühligkeit Technik – Praxiseinsatz von Neuroergonomie und Brain-Computer-Interfaces
- KI für die Wissensarbeit – Algorithmen, Modelle und Technologien zur Unterstützung von Wissensarbeit

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

## Artificial Intelligence for rent

**Um Künstliche Intelligenz nutzen zu können, braucht ein Unternehmen nicht zwingend einen ausgewiesenen Informatiker. Die Fraunhofer-Studie zeigt, wie kleine und mittlere Unternehmen stattdessen vorgehen können.**

Künstliche Intelligenz (KI) hilft dabei, Produktionsabläufe zu optimieren und so Geld zu sparen. Kleinen und mittleren Unternehmen fehlt allerdings oft die Expertise, um diese Zukunftstechnologie zu nutzen. Sie können zwar die nötigen Daten sammeln, scheitern jedoch an deren Analyse. Hier helfen große Cloud-Anbieter. Sie bieten einfache digitale Werkzeuge, die große Datensätze verarbeiten und KI-Lösungen liefern. Experten sprechen von »Machine-Learning-as-a-Service-Plattformen«. So kann jedes Unternehmen ohne große Erfahrung in die Künstliche Intelligenz einsteigen und sich Modelle entwickeln lassen, die etwa fehlerhafte Werkstücke automatisch erkennen.

Gängigste Anwendungsfälle auf vier Plattformen im Vergleich. Aber welche Plattform ist für welche Aufgabe geeignet? Die Stuttgarter Fraunhofer-Institute IPA und IAO haben die Ansätze der vier größten Anbieter – AWS, Google, IBM und Microsoft – verglichen. Sie setzten Lösungen für vier Anwendungsfälle um, die in der Praxis häufig vorkommen und vier Kategorien von Daten umfassen: Tabellarische Daten, Text-, Bild- und Zeitreihendaten:

- Kundenabwanderung: Für Hotels ist es vorteilhaft, frühzeitig zu wissen, bei welchen Gästen eine Stornierung droht. Möglicherweise steckt in den tabellarischen Buchungsdaten bereits ein Hinweis. KI kann ihn aufspüren und einen entsprechenden Algorithmus entwickeln.
- Textkategorisierung: Texte können verschiedenen Sparten zugewiesen werden, etwa Kultur, Sport und Politik. So kann zum Beispiel eine Presseagentur automatisch ein Archiv pflegen.



Zum Download der Studie: <https://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/studien/cloudbasierte-ki-plattformen.html>

- **Bilderkennung:** Bei der Produktion spielt die Bildanalyse eine wichtige Rolle. So lassen sich mit Kamerasystemen Defekte auf dem Werkstück feststellen. KI hilft dabei, diese Kontrolle zu automatisieren. Aus einer Vielzahl mit Metadaten versehener, sogenannter annotierter Bilder lernt die KI, Fehler zu erkennen.
- **Werkzeugabnutzung:** Einen Fräskopf zum richtigen Zeitpunkt auszutauschen, spart Geld. Wer zu früh eingreift, verschenkt Material, wer zu spät eingreift, riskiert einen langen Stillstand der Produktion. KI lernt, die Zeitreihendaten von Vibrationen und Stromverbrauch zu deuten, um den Zustand des Fräskopfs richtig abzuschätzen.

In der Regel gilt für KI-Lösungen: Je mehr Daten zur Verfügung stehen und umso besser die Qualität der Daten ist, desto zuverlässiger arbeitet das gewonnene Modell. Beim Vergleich der Plattformen haben die Fraunhofer-Wissenschaftler stets den zugänglichsten Lösungsweg gewählt. Dabei mussten oft lediglich die Datensätze hochgeladen und mit einer Annotation versehen werden: Bei der Bildverarbeitung hieß das etwa, jedes Bild mit dem Zusatz korrekt oder fehlerhaft zu versehen. Die Plattform lieferte dann das gewünschte Modell samt der Vorhersagegenauigkeit.

### Ergebnisse

Die Fraunhofer-Studie hat ergeben, dass die Lösungen aller Anbieter Stärken aufzeigen und kein tiefes Fachwissen voraussetzen. Natürlich gibt es den einen oder anderen Unterschied. So lassen sich manche Plattformen intuitiver bedienen als andere. Auch laufen manche KI-Modelle nur auf der Cloud des Anbieters, andere können auch exportiert und auf unternehmenseigenen Servern installiert werden. Welche Plattform für welchen Anwendungsfall empfohlen werden kann, wird in der Studie »Cloudbasierte KI-Plattformen – Chancen und Grenzen von Diensten für Machine Learning as a Service« dargestellt.

### Kontakt

Arthur Grigorjan  
Telefon +49 711 970-1662  
arthur.grigorjan@ipa.fraunhofer.de

## KI fit machen für sicherheitskritische Anwendungen

**Produktionsplanung, Logistik, Wartung, Qualitätskontrolle – in der industriellen Fertigung gibt es viele Einsatzgebiete für Künstliche Intelligenz. In der Praxis werden KI-Modelle bisher allerdings noch wenig genutzt. Der Grund: Die Zuverlässigkeit ist schwer prüfbar. Neue Zertifizierungs-Kriterien können die KI fit machen für sicherheitskritische Anwendungen.**

Die Erwartungen sind kaum zu toppen: Künstliche Intelligenz soll die Produktion flexibilisieren, die Wartung vorausschauend planen, den Warenfluss optimieren, die Logistik automatisieren, die Qualitätskontrollen automatisieren. »Tatsächlich wurden in den letzten Jahren – auch am Fraunhofer IPA – zahlreiche vielversprechende KI-Algorithmen und -Architekturen entwickelt, beispielsweise für Computervision, Mensch-Maschine-Schnittstellen oder vernetzte Robotik«, berichtet Xinyang Wu vom Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence am IPA. Was jetzt fehle, sei die praktische Umsetzung. »Zwischen Forschung und Anwendung klafft eine Lücke. In der Industrie werden die neuen KI-Anwendungen nur zögerlich eingesetzt. Sie gelten als nicht zuverlässig genug für sicherheitskritische Anwendungen.«

Die Vorbehalte der Anwender kennt Wu aus erster Hand: »Wenn wir mit unseren Partnern aus der Industrie sprechen, dann wird schnell klar, dass die Unternehmen beispielsweise autonome und selbstlernende Roboter nur dann nutzen wollen, wenn diese absolut zuverlässig arbeiten, und wenn man mit hundertprozentiger Sicherheit sagen kann, dass die Maschinen keine Gefahr für den Menschen darstellen.«

Genau das lässt sich bisher nicht beweisen. Es gibt weder Normen noch standardisierte Tests. Diese wären jedoch dringend nötig, betont Wu: »Das Ziel muss sein, die Entscheidungen, die von Algorithmen gefällt werden, zertifiziert und transparent zu machen. So muss zum Beispiel die Nachvollziehbarkeit gewährleistet sein: Wenn eine Maschine selbstständig Entscheidungen fällt, dann muss ich – zumindest im Nachhinein – herausfinden können, warum sie in einer bestimmten Situation einen Fehler gemacht hat. Nur so lässt sich verhindern, dass dieser erneut auftritt. Black-Box-Modelle, bei denen man die Entscheidung der Algorithmen nicht nachvollziehen kann, sind nach unserer Einschätzung für sicherheits-

kritische Anwendungen nicht direkt für den Einsatz geeignet – es sei denn das Modell wird durch die richtige Methode zertifiziert.«

Doch wie überprüft man Künstliche Intelligenz? Das IPA-Team am Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence hat dafür jetzt eine Strategie vorgeschlagen und über den Stand der entsprechenden Technik in dem White Paper »Zuverlässige KI – KI in sicherheitskritischen industriellen Anwendungen einsetzen« berichtet: Die Strategie basiert auf Zertifizierbarkeit und Transparenz.

### Kriterien-Katalog für mehr Sicherheit

»In erster Linie ging es uns erst einmal darum, Regeln zu finden, mit deren Hilfe sich die Zuverlässigkeit von Maschinellen Lernen und der dazugehörigen KI bewerten lässt«, berichtet Wu. Das Ergebnis dieser Recherche sind fünf Kriterien, die KI-Systeme erfüllen sollen, um als sicher zu gelten:

- Alle Entscheidungen der Algorithmen müssen für Menschen verständlich sein.
- Die Funktion der Algorithmen muss vor ihrem Einsatz mit Methoden der formalen Verifikation geprüft werden.
- Darüber hinaus ist eine statistische Validierung notwendig, besonders wenn die formale Verifikation wegen Skalierbarkeit für den bestimmten Anwendungsfall nicht nutzbar ist. Dies kann durch Testläufe mit größeren Datenmengen beziehungsweise Stückzahlen überprüft werden.
- Auch die Unsicherheiten, die den Entscheidungen Neuraler Netze zu Grunde liegen, müssen ermittelt und quantifiziert werden.
- Während des Betriebs müssen die Systeme permanent überprüft werden, beispielsweise durch Online-Monitoring. Wichtig ist dabei die Erfassung von Input und Output – also von Sensordaten und den aus deren Auswertung resultierenden Entscheidungen.

Die fünf Kriterien könnten die Grundlage bilden für eine – künftige – standardisierte Prüfung, betont Wu: »Am IPA haben wir bereits für jeden dieser Punkte unterschiedliche Algorithmen und Methoden zusammengestellt, mit denen sich die Zuverlässigkeit von KI-Systemen auch tatsächlich überprüfen lässt. Bei einigen unserer Kunden haben wir solche Prüfungen auch schon durchgeführt.«

### Transparenz schafft Vertrauen

Die zweite Grundvoraussetzung für einen sicheren Einsatz der KI-Systeme ist deren Transparenz. Diese ist gemäß den ethischen Richtlinien der »High-Level Expert Group on Artificial

Intelligence« der Europäischen Kommission, kurz HLEG AI, eines der Schlüsselemente für die Realisierung einer vertrauenswürdigen KI. Diese Transparenz bezieht sich, anders als die Kriterien, mit denen die Zuverlässigkeit in der algorithmischen Ebene geprüft werden kann, ausschließlich auf die Interaktion mit dem Menschen in der systematischen Ebene. Drei Punkte, die transparente KI erfüllen muss, sind dafür aufgrund der Richtlinien der HLEG AI zusammengefasst:

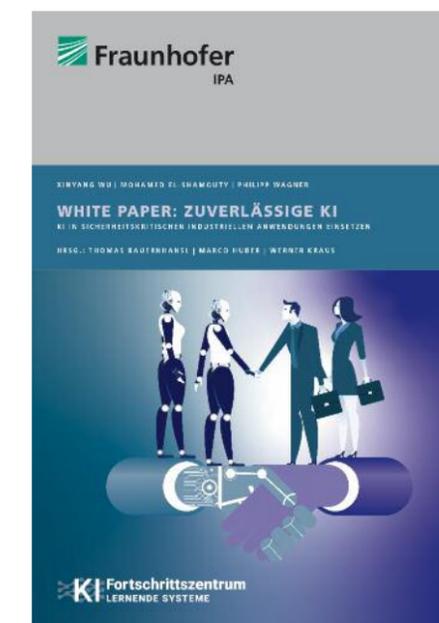
Erstens müssen die von den Algorithmen gefällten Entscheidungen nachvollziehbar sein. Zweitens muss es für Menschen auf einer umfassenden Ebene des menschlichen Verständnisses möglich sein, die Entscheidungen zu erklären. Und drittens müssen KI-Systeme mit dem Menschen kommunizieren und ihn informieren, welche Fähigkeiten die Algorithmen haben und wo sie an Grenzen stoßen.

»Nur wenn es gelingt, die Zuverlässigkeit selbstlernender, autonomer KI-Systeme mit standardisierten Verfahren zu testen und dabei auch ethische Aspekte zu berücksichtigen, werden die Anwender der KI vertrauen – egal ob im Straßenverkehr oder in der Fabrikhalle«, prognostiziert Wu. »Wenn dieses Vertrauen da ist, wird sich die Lücke zwischen Forschung und Anwendung schließen.«

### Kontakt

Xinyang Wu  
Telefon +49 711 970-3673 | xinyang.wu@ipa.fraunhofer.de

Mohamed El-Shamouty  
Telefon +49 711 970-1660 | mohamed.el-shamouty@ipa.fraunhofer.de



Download unter:  
<https://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/studien/zuverlaessige-ki.html>

## KI beherrschen

**Künstliche Intelligenz hat meistens Black-Box-Charakter. Doch nur Transparenz kann Vertrauen schaffen. Um den jeweiligen Lösungsweg zu erklären, gibt es spezielle Software. Eine Studie des Fraunhofer IPA hat jetzt unterschiedliche Methoden verglichen und bewertet, die maschinelle Lernverfahren erklärbar machen.**

Künstliche Intelligenz, vor wenigen Jahrzehnten noch Science-Fiction, ist inzwischen im Alltag angekommen. In der Fertigung erkennt sie Anomalien im Produktionsprozess, in Banken entscheidet sie über Kredite und bei Netflix findet sie für jeden Kunden den passenden Film. Dahinter stecken hochkomplexe Algorithmen, die im Verborgenen agieren. Je anspruchsvoller das Problem, desto komplexer – und damit auch undurchschaubarer – das KI-Modell.

Doch die Nutzer wollen insbesondere bei kritischen Anwendungen verstehen, wie eine Entscheidung zustande kommt: Warum wurde das Werkstück als fehlerhaft aussortiert? Wodurch wird der Verschleiß meiner Maschine verursacht? Nur so sind Verbesserungen möglich, die zunehmend auch die Sicherheit betreffen. Zudem zwingt die europäische Datenschutzgrundverordnung dazu, Entscheidungen nachvollziehbar zu machen.

### Softwarevergleich für xAI

Um dieses Problem zu lösen, ist ein ganzes Forschungsfeld entstanden: die »Explainable Artificial Intelligence«, die erklärbar Künstliche Intelligenz, kurz xAI. Auf dem Markt gibt es inzwischen zahlreiche digitale Hilfen, die komplexe KI-Lösungswege erklärbar machen. Sie markieren etwa in einem Bild diejenigen Pixel, die dazu geführt haben, dass fehlerhafte Teile aussortiert wurden. Experten des Fraunhofer IPA haben nun neun gängige Erklärungsverfahren – wie LIME, SHAP oder Layer-Wise Relevance Propagation – miteinander verglichen und mithilfe von beispielhaften Anwendungen bewertet. Dabei zählten vor allem drei Kriterien:

- **Stabilität:** Bei gleicher Aufgabenstellung soll das Programm stets dieselbe Erklärung liefern. Es darf nicht sein, dass für eine Anomalie in der Produktionsmaschine einmal Sensor A und dann Sensor B verantwortlich gemacht wird. Das würde das Vertrauen in den Algorithmus zerstören und das Ableiten von Handlungsoptionen erschweren.



Studie zum Download:

[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/studien/erklaebare-ki-in-der-praxis.html](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/studien/erklaebare-ki-in-der-praxis.html)

- **Konsistenz:** Gleichzeitig sollten nur geringfügig unterschiedliche Eingabedaten auch ähnliche Erklärungen erhalten.
- **Wiedergabetreue:** Besonders wichtig ist auch, dass Erklärungen tatsächlich das Verhalten des KI-Modells abbilden. Es darf nicht passieren, dass die Erklärung für die Verweigerung eines Bankkredits ein zu hohes Alter des Kunden benennt, obwohl eigentlich das zu geringe Einkommen ausschlaggebend war.

### Ausschlaggebend ist der Anwendungsfall

Fazit der Studie: Alle untersuchten Erklärungsmethoden haben sich als brauchbar erwiesen. »Doch es gibt nicht die eine perfekte Methode«, sagt Nina Schaaf, die beim Fraunhofer IPA für die Studie verantwortlich ist. Große Unterschiede gibt es beispielsweise bei der Laufzeit, die ein Verfahren benötigt. Die Auswahl der besten Software ist zudem maßgeblich von der jeweiligen Aufgabenstellung abhängig. So sind etwa Layer-Wise Relevance Propagation und Integrated Gradients für Bilddaten besonders gut geeignet. »Und schließlich ist immer auch die Zielgruppe einer Erklärung wichtig: Ein KI-Entwickler möchte und sollte eine Erklärung anders dargestellt bekommen als der Produktionsleiter, denn beide ziehen jeweils andere Schlüsse aus den Erklärungen«, resümiert Schaaf. ■

### Kontakt

Nina Schaaf  
Telefon +49 711 970-1971 | [nina.schaaf@ipa.fraunhofer.de](mailto:nina.schaaf@ipa.fraunhofer.de)

# Kleben – Dichten – Kontaktieren

Ein neues Arbeitsgebiet am Fraunhofer IPA

*Herr Kuntz, Ihre Namensgleichheit mit dem Bundestrainer-Kandidaten weckt natürlich die Assoziation: Gibt es bei der Herstellung von Fußballen auch Klebprozesse? Lassen sich Klebstoffe auch in Fußballen finden?*

Verständlich, dass man bei meinem Namen an Fußball denkt, gerade momentan. Aber tatsächlich kann ich das bejahen, Klebstoffe sind heutzutage auch in einem Fußball vorhanden. Die meisten Fußballen werden nicht mehr genäht wie früher, sondern mit ausgewählten Klebstoffen gefügt, was Vorteile im Hinblick auf Aerodynamik und Langlebigkeit bietet.

*Klebstoffe fügen Bauteile zusammen. Doch gibt es auch Klebstoffe, die sich für Reparaturen oder das Recycling wieder lösen lassen?*

Generell lässt sich sagen, dass sich alle Klebstoffverbindungen auch wieder trennen lassen. Heißt – dass sie ein erhebliches Potenzial für das Recycling bieten, gerade hinsichtlich der Trennung unterschiedlicher Materialtypen. Dennoch stellen hier meist die extremen Bedingungen, welche für die Trennung nötig sind, ein Problem dar. Meist sind hohe Temperaturen nötig, um die Klebverbindung wieder zu trennen. Dies wiederum kann die Grundkomponenten – gerade bei Kunststoffen – erheblich schädigen. Hier gibt es noch erheblichen Forschungsbedarf, um herauszufinden, wie sich beispielsweise durch die Formulierung der Klebstoffe eine einstellbare Trennung ermöglichen lässt. Auch die Funktionalisierung von Kleb- und Dichtstoffen spielt dabei natürlich eine Rolle.

*Schrauben, Nieten und Schweißen sind herkömmliche Fügeverfahren. Was können Klebstoffe besser?*

Bekanntermaßen verbinden Klebstoffe nicht nur Bauteile, sondern bringen gegenüber Schraub- und Schweißverbindungen zusätzliche Eigenschaften wie dämpfende, isolierende und dichtende Wirkung mit ein. Darüber hinaus lassen sich durch Funktionalisierung von Klebstoffen noch wesentlich mehr Eigenschaften realisieren. Durch eine Modifizierung mit elektrisch leitenden Füllstoffen können sie unter anderem zur Kontaktierung von elektronischen Bauteilen verwendet werden. Der Klebstoff kann also nicht nur Bauteile zusammenhalten, sondern auch Schwingungen dämpfen, elektrisch leiten oder sperren und Verformungsenergie aufnehmen. Klebverbindungen

gewährleisten eine hohe Dauerschwingfestigkeit und eine gleichmäßige Spannungsverteilung. Dies wirkt der Materialermüdung an den Bauteilen entgegen. Damit ist das Kleben besonders für Anwendungen im Automobil- und Flugzeugbau prädestiniert.

*Wie lange hält eine Klebverbindung?*

Meist lässt sich nur über eine eindeutige Charakterisierung der verwendeten Klebstoffe und Materialien voraussagen, wie lange eine Klebverbindung unter verschiedenen Bedingungen hält und ihren Zweck erfüllt. Diese Vorhersage reicht für die meisten Anwendungsfälle aus. Bei komplexeren Verbindungen aber, welche beispielsweise einem dauerhaften Belastungswechsel ausgesetzt sind, müssen zerstörungsfreie Prüfungen eingesetzt werden. Diese sind allerdings meistens sehr zeitaufwendig und damit kostenintensiv.

*Was kann das IPA seinen Kunden bieten?*

Wir unterstützen unsere Kunden bei individuellen Fragestellungen zur Kleb-/Dichttechnik über die gesamte Prozesskette: von der passenden Klebstoffauswahl und Formulierung für das jeweilige Anwendungsgebiet bis hin zur Ermittlung und Bewertung geeigneter Prozessparameter für Prozessanlagen. Im Fokus steht dabei besonders die Nachhaltigkeit. In Bezug darauf suchen wir Möglichkeiten, Klebstoffe zu formulieren und Prozesse effizienter zu gestalten. ■



**Stefan Kuntz**

Telefon +49 711 970-1589 | [stefan.kuntz@ipa.fraunhofer.de](mailto:stefan.kuntz@ipa.fraunhofer.de)

# Partizipative und integrierte Fabrikplanung

Hybride Fabrikplanungsleistungen  
in der Gesundheitstechnik



Die Zusammenarbeit zwischen Projektplanern und Architekten führt erfahrungsgemäß zu einer verkürzten Projektdauer und verbesserten Planungsergebnissen. Das zeigen zwei Projekte der IPA-Fabrikplaner mit den dör Architektoren für die Bruker Daltonik GmbH und die Hain Lifescience GmbH.

## Neuplanung bei Bruker Daltonik

Die Unternehmen der Bruker Corporation sind weltweit führende Hersteller analytischer Mess-Systeme. Massenspektrometer, analytische Trennsysteme sowie mobile Detektoren entwickelt, produziert und vertreibt die Bruker Daltonik GmbH am Bruker Daltonik Campus in Bremen. Die Produktions- und Logistikstrukturen waren in den bestehenden Gebäuden historisch gewachsen. Entsprechend erzwangen die beengten Räumlichkeiten Kompromisse. Diese Umstände machten es unmöglich, die erheblichen Wachstumschancen im Markt zu nutzen und damit einhergehende Mengensteigerungen am bestehenden Standort abzubilden.

Um den Produktions- und Logistikbereichen Platz für Wachstum zu schaffen und gleichzeitig anderen Kernbereichen wie

Forschung und Entwicklung den notwendigen Raum zu lassen, entschied Bruker Daltonik, die Produktion an einen neuen Standort in der Umgebung zu verlagern.

Dieser Schritt machte es möglich, die gesamten Fabrikstrukturen neu zu konzipieren und die notwendigen Flächen bereitzustellen. Einem Wachstum stand damit nichts mehr im Wege.

Um die Ergebnisse der Produktionsplanung schnell für die neuen Gebäude und Flächen umzusetzen, bezog Bruker Daltonik bereits vor Projektstart die dör Architekten GmbH in die Planungen ein – und mit ihnen die Fabrikplaner des Fraunhofer IPA.

### Fabrik und Gebäude synchron geplant

Im Frühjahr 2020 startete die Fabrik- und Gebäudeplanung mit der Zielfestlegung und Grundlagenermittlung, wurde aber nach Abschluss der Wertstromanalyse jäh unterbrochen – Corona hatte Deutschland fest im Griff. Damit standen sowohl Bruker als auch das Architektenteam als auch das Fraunhofer IPA vor der schwierigen Frage: Wie sinnvoll weiterarbeiten?

Nach einer pandemiebedingten fast zweimonatigen Unterbrechung ging die Planung mit einem gemeinsamen Workshop remote weiter. Inzwischen war die Auswahl eines Fabrikstandorts für die zukünftige Produktion getroffen.

Ziel war es, die notwendigen Informationen und Abstimmungsergebnisse zu erarbeiten, die künftigen Remote-Workshops als Grundlage dienen sollten. Gleichzeitig wurde der Workshop als Startpunkt für die synchronisierte Planung der Materialflüsse und des Gebäudes genutzt. Die kontinuierliche Abstimmung und Vernetzung der Planungsbeteiligten sowie die Spiegelung der jeweiligen Anforderungen hat dabei effi-

zient auf die Variantenplanung hingeführt. Mit fortschreitender Detaillierung konnten alternative Layout-Varianten entwickelt werden. Auf diese Weise gelang es schließlich, gemeinsam die bestmögliche Lösung zu identifizieren.

### Mit partizipativer Planung zum Erfolg

Trotz der Corona-Einschränkungen während der Projektlaufzeit konnte ein für alle Beteiligten sehr zufriedenstellendes Ergebnis erreicht werden. Dabei war insbesondere der partizipative Planungsansatz, der die jeweiligen Fachbereiche stark einbezogen hat, ein wichtiger Erfolgsfaktor. So konnten etwaige Unschärfen in der Datengrundlage und Herausforderungen auf Grund der räumlichen Trennung effizient überwunden werden. Die enge Abstimmung mit den Architekten ermöglichte darüber hinaus kurzzyklische Planungsiterationen und umsetzungsnahe Fabrikkonzepte. Insbesondere das gemeinsame Verständnis der Ziele und Gestaltungspotenziale trug zum Erfolg des gemeinsamen Projekts bei.

## »Planung auf Augenhöhe«

### Ein Interview mit Peter Dörr – Hans Reinerth stellte die Fragen für Interaktiv

*Als Fabrikplaner machen wir häufig die Erfahrung, dass die konstruktive Zusammenarbeit zwischen Produktionsplanern und Architekten zu einer verkürzten Projektdauer und verbesserten Planungsergebnissen führt. Wie sieht Ihre Erfahrung aus, Herr Dörr?*

Wir sehen das genauso und unsere Erfahrungen bisher spiegeln genau das wider. Sowohl in der Produktionsplanung wie auch in der Gebäudeplanung ist die Grundlagenermittlung und die bedarfsorientierte Strukturplanung der Grundstein zu einem optimalen Planungsergebnis. In beiden Disziplinen geht es um die Planung von Abläufen, Beziehungen unterschiedlicher Funktionsbereiche und deren Wechselwirkung.

Bei einer Fabrikplanung handelt es sich um eine dynamische Planung. Das Raumprogramm kann sich während des Planungsprozesses je nach Produktionslayout beständig ändern. Dies hat die Gebäudeplanung zu berücksichtigen und strukturell zu begleiten. Durch die konstruktive Zusammenarbeit können optimierte und ganzheitliche Lösungen erarbeitet werden, bei denen die Belange und die Anforderungen der jeweiligen Planung entsprechend gewichtet vertreten sind.

*Die transparente Kommunikation und die frühzeitige Identifikation potenzieller Störfaktoren des Genehmigungsverfahrens hat unsere Planung deutlich beschleunigt und das endgültige Layout stark beeinflusst. Wie schätzen Sie die Vorteile der synchronisierten Planung aus baulicher Sicht ein?*

Die synchronisierte Planung bietet der Gebäudeplanung die Möglichkeit, schon sehr früh im Planungsprozess nicht nur die



Peter Dörr, dörr Architekten GmbH

potenziellen Störfaktoren zu identifizieren, sondern auch wirtschaftliche Gebäudestrukturen in den Planungsprozess der Produktionsplanung einzuspielen.

So sind wir in der Lage, gemeinsam mit dem Auftraggeber einen gesamtwirtschaftlichen Abwägungsprozess zwischen den unterschiedlichen Produktionsabläufen und den Investitionskosten in Gebäude und Infrastruktur frühzeitig durchzuführen. Somit kann das Gesamtprojekt rechtzeitig ausgerichtet werden und zu einem deutlich beschleunigten Planungsprozess beitragen.

*Die Projektergebnisse und die Art und Weise unserer Zusammenarbeit wurden fast übergangslos in einer zweiten Zusammenarbeit fortgesetzt. Welche Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede sehen sie zwischen beiden Projekten?*

In beiden *Projekten* hat unsere Zusammenarbeit die Grundlagen für den Entscheidungsprozess zur Standortbestimmung geliefert. Die Produktionsprozesse wurden ebenso grundlegend auf ihre Potenziale hin analysiert wie auch die Potenziale der bestehenden Gebäudestrukturen. Diese Grundlagen führten einmal zu einer Standortverlagerung und im anderen Fall zu einer geplanten Umstrukturierung und Erweiterung des bestehenden Standortes.

Bei dem Folgeprojekt besteht die gemeinsame Herausforderung darin, die richtigen Antworten auf die noch sehr schwer abschätzbaren mittel- und langfristigen Marktentwicklungen zu geben. Hierbei sind Strukturen zu entwickeln, die ein sehr fein zu dosierendes und angepasstes Wachstum ermöglichen.

Durch die enge Zusammenarbeit und die sehr strukturierte Produktionsplanung des Fraunhofer IPA in beiden Projekten, können wir auf verlässliche und mit dem Auftraggeber verifizierte Anforderungen aufbauen und gemeinsam eine *passende* Gebäudestruktur weiterentwickeln.

*Wie sollten Kooperationen in Fabrikplanungsprojekten gestaltet sein, um möglichst effizient und erfolgreich zu sein?*

Die Kooperationsbereiche sollten von Beginn an möglichst umfassend die benötigten Disziplinen an der gemeinsamen Planung beteiligen. Denn Fragestellungen und Lösungsansätze interdisziplinär zu beleuchten ist notwendig, um eine optimale und effiziente Lösung herauszuarbeiten. Außerdem sorgt ein regelmäßiger und geregelter Austausch der Pla-

nungsbeteiligten für einen verbindlichen Planungsprozess und belastbare Zwischenergebnisse, die dem Kunden die Möglichkeit geben, die Zielsetzungen bei Bedarf rechtzeitig nachzujustieren.

Aber ganz grundsätzlich sollten alle Beteiligten die entsprechende Neugierde und das uneingeschränkte Interesse an den Planungsinhalten, Vorgehensweisen und Lösungsansätzen der

beteiligten Planungspartner haben. Damit entsteht eine Planung auf Augenhöhe, die sich gegenseitig bereichert und belastbare Lösungen in kurzer Zeit, oder wie wir es im letzten Jahr erlebt haben, unter ständig wechselnden Rahmenbedingungen erarbeitet.

*Vielen Dank für das interessante Gespräch. Ich freue mich auf unser nächstes Projekt.*

## Umgestaltung der Produktion und Logistik bei Bruker Hain

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Hain Lifescience GmbH zu einem führenden Anbieter im Bereich der molekularen Diagnostik entwickelt. Diese Entwicklung war verbunden mit einem Wachstum in allen Bereichen der bestehenden Strukturen am Standort Nehren. Nicht zuletzt zeigte die Coronapandemie und die damit verbundene Nachfrage an diagnostischen Produkten und Testsystemen die Grenzen der bestehenden Strukturen auf und zwang die Verantwortlichen, schnell zu handeln. Ziel war es, das Unternehmen auf die sich ändernden Bedingungen und zukünftigen Anforderungen vorzubereiten. Um die Mitarbeiter und Strukturen auch kurzfristig zu entlasten, wurde die Entscheidung für eine Umgestaltung der internen Produktions- und Logistikprozesse mit Hilfe der Wertstrommethode getroffen. Dieser Schritt schuf die Grundlage und den zeitlichen Rahmen für eine mittelfristige Erweiterung am Standort, die wiederum die guten Wachstumschancen im Markt langfristig gewährleisten soll.

Wie schon bei der Muttergesellschaft, der Bruker Daltonik GmbH, wählte auch im Rahmen dieses Projekts das Architekturbüro dörr die bewährte Konstellation mit dem Fraunhofer IPA zur integrierten Fabrikplanung aus.

### Kontinuierliche Fabrikerweiterung bei reibungsloser Produktion

Aufgrund des ambitionierten Zeitplans entschieden sich die verantwortlichen Planer bereits zu Beginn des Projekts für einen partizipativen und integrierten Planungsansatz. Nach dem Kick-off stellten die Partner ein gemeinsames Projektverständnis her und parallelisierten die Aktivitäten der Architektur- und Fabrikplanung, um möglichst effizient ad-

äquate Lösungen zu erarbeiten. Die kontinuierliche Abstimmung war dabei eine Grundvoraussetzung, um gemeinsam das definierte Planungsziel zu erreichen. So konnten von Seiten der Architektur wichtige Voraussetzungen geschaffen und Fragen zur Umsatzbarkeit verschiedener Konzepte geklärt werden. Der Fabrikplanung war es dadurch möglich, mit einer vollständigen Liste der wichtigsten Rahmenbedingungen und Restriktionen in die Realplanung zu starten und die wirtschaftlich umsetzbaren Lösungen ins Auge zu fassen. Auch im Rahmen der Realplanung konnten die erarbeiteten fabrikplanerischen Konzepte mit Hilfe von wöchentlichen Sprints stets auf ihre Umsetzbarkeit in den gegebenen Gebäudestrukturen überprüft werden.

Darüber hinaus trug die enge Abstimmung aller Planungsbeteiligten dazu bei, die kurzfristigen Maßnahmen so zu planen, dass sie Hand in Hand mit den geplanten mittelfristigen baulichen Erweiterungen am Standort funktionierten. So wurde ein phasenweiser Umsetzungsplan entwickelt, der die kontinuierliche Erweiterung des Standorts ermöglicht und gleichzeitig eine reibungslose Produktion mit möglichst geringen Einschränkungen gewährleistet. ■

### Kontakt

Hans Reinerth  
Telefon +49 711 970-1981  
hans.reinerth@ipa.fraunhofer.de

Christoph Leipoldt  
Telefon +49 711 970-1129  
christoph.leipoldt@ipa.fraunhofer.de

# Weniger Umweltbelastungen in der Lackiertechnik

## Emissionsminderung durch richtige Prüfungen und gezielte Optimierungen

Im Maschinen- und Anlagenbau werden viele Produkte mit Lacken beschichtet, die organische Lösemittel enthalten. Durch weitere eingesetzte Betriebsstoffe wie Reiniger oder Verdüner kommen weitere Lösemittelmmissionen hinzu. Unabhängig von der Genehmigungspflicht ist es sowohl bei bestehenden als auch bei den neu geplanten Anlagen erforderlich, die Nachweise über die Verbräuche durch geeignete Messungen an die Behörden zu übermitteln. Da die Überwachung kontinuierlich erfolgen kann, ist eine Alternative

hierzu die Überprüfung durch wiederkehrende Messungen. Die Anforderungen für die Anlagen ergeben sich aus der 31. BImSchV und aus der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft).

Gemeinsam mit einem Unternehmen mit ca. 40 000 Mitarbeitern hat das Fraunhofer IPA die wiederkehrenden Messungen der Staubemissionen durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden.

Nach Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU ist der Betrieb der Anlage genehmigungspflichtig, wenn 200 t/a oder 150 kg/h und mehr Lösemittel verbraucht werden. Für Deutschland gilt speziell die 4. Bundesimmissionsschutz-Verordnung, abgekürzt BImSchV. Diese schreibt daneben ein vereinfachtes Genehmigungsverfahren ab einem Schwellenwert von 25 kg/h bis 150 kg/h oder ab 15 t/a bis 200 t/a vor.

Nach der TA Luft beträgt der Grenzwert der staubförmigen Emission im Abgas (Lackpartikel) für Anlagen zur Behandlung von Oberflächen für den Massenstrom 15 g/h oder für die Massenkonzentration 3 mg/m<sup>3</sup>. Wenn dieser Wert überschritten wird, so müssen luftreinigende Maßnahmen, wie etwa weitere Filterstufen, eingesetzt werden.

Bei neu errichteten Anlagen und bei Anlagen, die einer wesentlichen baulichen oder technischen Änderung unterliegen, erfolgen Messungen frühestens drei Monate und spätestens sechs Monate nach der Inbetriebnahme, danach sind Messungen bei bestehenden Anlagen im Turnus von drei Jahren wiederkehrend auszuführen. Die Messprotokolle werden den zuständigen Behörden vorgelegt.

Messung der Staubbelastung im Abluftkanal



### Messverfahren und Messung

Um die Messungen von Partikeln in der Abluft durchzuführen, hat das IPA-Team ein Messgerät im Einsatz, das die Staubbelastung gravimetrisch bestimmt (nach DIN EN 13284-1 bzw. VDI 2066 Blatt I). Die Gravimetrie ist ein quantitatives Analyseverfahren, bei dem die Messung von Stoffmengen auf der Bestimmung der Masse beruht. Dabei dienen Glasfaserfilter als Probekörper. Diese werden vor der Messung konditioniert und ausgewogen, um ein Referenzgewicht zu erhalten. Die Filter werden dann in eine Entnahmesonde platziert. Die Sonde mit dem Filter wird nach dem Prinzip der In-Stack-Filtration an den repräsentativen Messstellen des Abluftrohrs in den Abgasstrom eingebracht und der Teilvolumenstrom entnommen. Die Entnahme erfolgt isokinetisch, d. h. geschwindigkeitsgleich in Bezug auf die Abluftgeschwindigkeit.

Die Messstelle ist so zu wählen, dass dort ein ausreichend stabiles, d. h. homogenes Geschwindigkeitsprofil vorherrscht. Im Idealfall beträgt die Ein- und Auslaufstrecke den fünffachen Durchmesser des Abgaskanals.

Zur Berechnung der isokinetischen Absaugrate sowie der tatsächlichen Dichte des Rauchgases müssen im Vorfeld der Messung Druck und Temperatur des Abgases gemessen werden. Bezugswerte sind dabei nach VDI 2066-1 der Standard-Atmosphärendruck (101,3 kPa) und der absolute Nullpunkt (273,15 K).

Die bei der anschließenden Messung entnommene Abluft wird durch den Filterkörper geleitet. Die darin enthaltenen Staubpartikel werden auf dem Filter abgeschieden. Aus dem Gewichtunterschied lassen sich dabei Rückschlüsse auf die Staubbelastung der Abluft ziehen.

Neben der Staubpartikelmasse werden auch weitere relevante Parameter aufgenommen. Diese sind u. a. statischer und dynamischer Druck, Temperatur und Feuchtigkeit des Abgases.

### Auswertung

Nach der Berechnung der Rauchgasdichte kann die Abgasgeschwindigkeit ermittelt und mit den Werten des Messgeräts validiert werden. Nach der Validierung erfolgt die Berechnung



Messaufbau in einem industriellen Lackierbetrieb

des abgesaugten Volumens. Dieses kann auch mit Hilfe eines Zählers zur Referenz aufgenommen werden. Für einen Bezug der Staubkonzentration auf trockenes Abgas muss zudem der Feuchtegehalt des Abgases gemessen werden.

Aus dem während einer angemessenen Messdauer abgesaugten Volumenstrom, der durch Differenzwägung ermittelten Staubmenge und den im Vorfeld gemessenen Druck-Temperatur- und Feuchtewerte lässt sich schließlich die Staubbelastung des Abgases in mg/m<sup>3</sup> berechnen.

### Ergebnis

Liegt die ermittelte Staubkonzentration in der Anlage an jeder Messstelle unter dem maximal zulässigen Grenzwert von 3 mg/m<sup>3</sup>, so ist ein sicherer Betrieb gewährleistet und es sind seitens Betreiber keine weiteren Maßnahmen zur Minimierung der Staubemission notwendig. Sollte die Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte unsicher sein, können Maßnahmen durch das Fraunhofer IPA geplant werden. ■

### Kontakt

Dr. Volker Wegmann  
Telefon +49 711 970-1753  
volker.wegmann@ipa.fraunhofer.de

Michael Nazar Bogdan  
Telefon +49 711 970-1090  
michael.nazar.bogdan@ipa.fraunhofer.de

Wolfgang Niemeier  
Telefon +49 711 970-1791  
wolfgang.niemeier@ipa.fraunhofer.de



## Wie die Corona-Pandemie die Resilienz in der Produktion stärken kann

Weitermachen wie bisher? Geht nicht. Der Ausbruch der Corona-Pandemie 2020 hat gezeigt, wie anfällig unsere Welt für Störungen ist: Innerhalb weniger Wochen breitete sich das Virus auf allen Kontinenten aus. Bilder von todkranken Patienten in überfüllten Kliniken gingen um die Welt. Um die Ansteckungsgefahr zu reduzieren, wurden auch in Deutschland Hygiene- und Abstandsregeln erlassen, Geschäfte, Schulen und Fabriken geschlossen. Während des Lockdowns im Frühjahr standen vielerorts die Bänder still, an den Grenzen stauten sich die LKW, Lieferketten waren teilweise unterbrochen.

Doch Not macht erfinderisch. Als die Produktion wieder anlief, war vieles, was kurz zuvor noch unmöglich erschien, Realität: Hygienekonzepte für Angestellte und Zulieferer; Homeoffice für alle Mitarbeitenden, die nicht unbedingt vor Ort gebraucht werden; Videokonferenzen statt Dienstreisen; virtuelle Zusammenarbeit von Forschung und Unternehmen.

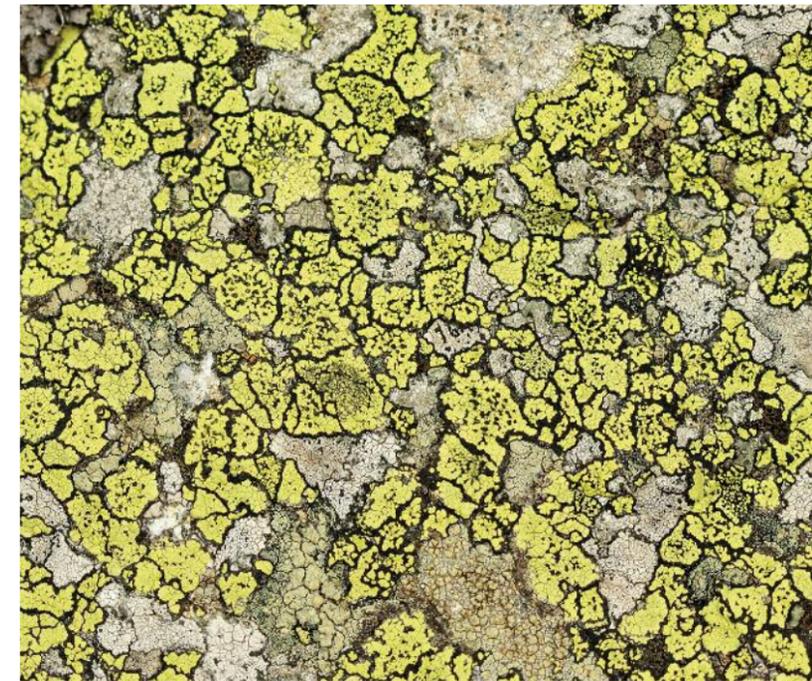
Dass die Corona-Krise auch eine Chance ist, haben die Forschenden am Fraunhofer IPA frühzeitig erkannt. Die Ingenieurinnen und Ingenieure haben verschiedene Unternehmen während des Lockdowns begleitet und gemeinsam mit ihnen Konzepte für die Zeit danach entwickelt. Gleichzeitig wurden Strategien erarbeitet, wie sich produzierende Unternehmen gegen künftige Krisen wappnen können, indem sie ihre Wertschöpfungsketten resilienter machen.

### Resilient wie eine Flechte am Nordpol

Doch was heißt eigentlich Resilienz? Der Begriff leitet sich ab von dem lateinischen Wort *resilire*, zu Deutsch zurückspringen oder abprallen. Im psychologischen Sinn beschreibt Resilienz die Fähigkeit, mit Stress oder Schicksalsschlägen zurechtzukommen. Im Ingenieursjargon ist mit Resilienz meist ein Weiterfunktionieren von Technik gemeint, auch wenn Teilsysteme ausfallen.

*»Resilienz bedeutet ganz allgemein, dass etwas unter widrigen Umständen gedeiht – wie eine Flechte am Nordpol. Egal was kommt, man ist weiterhin erfolgreich«,* erklärt Professor Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl, Leiter des Fraunhofer IPA.

*»Übertragen auf die Produktion heißt das, wir brauchen nach innen Strukturen, die robust sind, und die ich aktiv beeinflussen kann. Gleichzeitig muss ich nach außen reaktiv und agil sein, um auch während einer Krise Wertschöpfung erfolgreich aufrechtzuerhalten.«*



### Mit kreativen Lösungen zum Erfolg

Mitunter braucht man dafür kreative Lösungen: So hat das Team der Abteilung Fabrikplanung und Produktionsmanagement am Fraunhofer IPA beispielsweise zusammen mit dem Automobilzulieferer Kromberg & Schubert ein Konzept für die Wiedereröffnung von 26 Werken an unterschiedlichen Standorten entwickelt: »Das Unternehmen wollte den Betrieb nicht nur möglichst schnell wiederaufnehmen, sondern auch dafür sorgen, dass das Virus nicht in die Werke eindringt«, erinnert sich Abteilungsleiter Michael Lickefett. »Eine besondere Herausforderung war dabei, dass wir nicht, wie gewohnt, vor Ort mit Laptop und Notizblock arbeiten, Interviews führen und unsere Ergebnisse mit dem Kunden diskutieren konnten. Stattdessen saßen wir im Homeoffice und mussten alle Schritte remote durchführen.« Sein Team machte aus der Not eine Tugend und schuf eine virtuelle Kollaborations-Plattform, auf der Forschende und Kunden wissenschaftliche Erkenntnisse zum Infektionsschutz, Schichtpläne, Arbeitsplatzbeschreibungen und Daten zum Lieferantenmanagement austauschen und konkrete Maßnahmen erarbeiten konnten.

### Resilienz-Forschung: wappnen für die Krise

Die Corona-Pandemie wurde für die IPA-Forscher zum Einstieg in ein neues Forschungsgebiet: Untersucht wird, wie sich produzierende Unternehmen mit Hilfe resilienter Wertschöp-

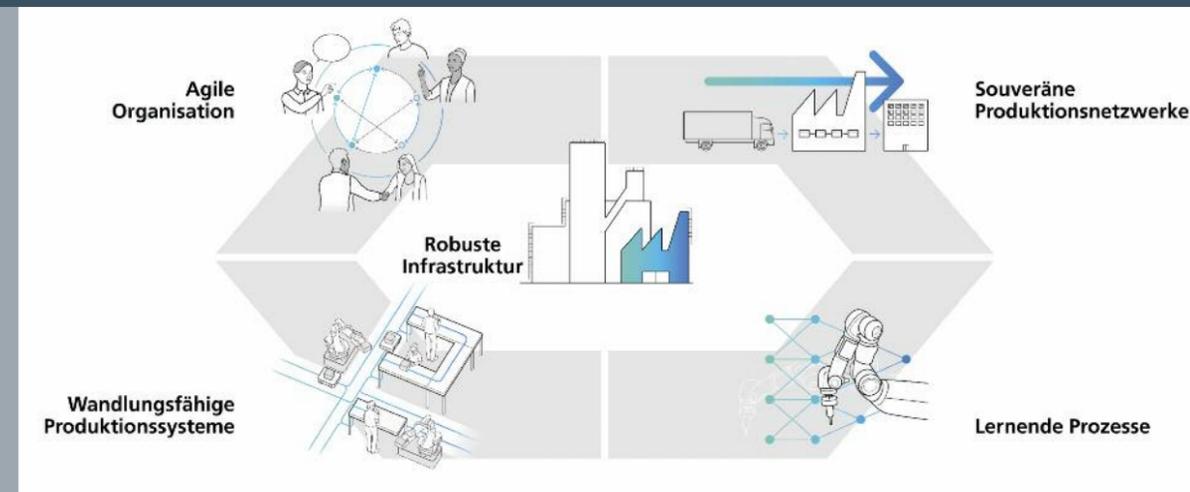
fungsketten krisenfest machen lassen. Denn Krisen wird es immer geben: Politische Unruhen können den Materialfluss zum Erliegen bringen, Naturkatastrophen die Infrastruktur zerstören, Cyberangriffe und Computerviren die global vernetzten IT-Systeme empfindlich treffen, auch der Ausbruch neuer Pandemien ist denkbar. Für Unternehmen heißt das, sie müssen vorbereitet sein auf das Unvorhersehbare und flexibel genug, um am Ende mit dem New Normal zurechtzukommen.

»Unsere Forschungen konzentrieren sich auf den Umgang mit disruptiven Ereignissen, die plötzlich auftreten. Das unter-

scheidet sie von kurzfristig auftretenden Störungen aus dem Spektrum der erwartbaren Ereignisse, wie Lieferengpässe und Qualitätsschwankungen, die jedes Unternehmen kennt und managen kann«, erläutert Petra Foith-Förster. Die Gruppenleiterin Montageplanung & datengetriebene -optimierung koordiniert das Leit- und Zukunftsthema Resiliente Wertschöpfung am Fraunhofer IPA.

Doch wie macht man eine Produktion resilient und damit krisenfest? Die Forschenden haben hierfür fünf Handlungsfelder definiert:

## Fünf Handlungsfelder für eine resiliente Produktion



- 1** An erster Stelle steht eine **robuste Infrastruktur**. Sie sorgt dafür, dass im Notfall die Versorgung mit Strom und Wasser gesichert ist, und dass – falls Computersysteme ausfallen –, ein Backup der IT-Architektur gesichert ist.
- 2** Entscheidend für die Resilienz eines Unternehmens ist außerdem das frühzeitige Erkennen von Krisen. Hier helfen **lernende Systeme oder Prozesse**. Diese können mit Hilfe Künstlicher Intelligenz Veränderungen schneller aufspüren als der Mensch.
- 3** Die Resilienz in der Produktion lässt sich durch **wandlungsfähige Produktionssysteme** steigern. Um schnell auf eine veränderte Nachfrage reagieren zu können, müssen Anlagen rekonfigurierbar und das Gesamtsystem muss skalierbar sein. Im Krisenfall lassen sich so innerhalb kurzer Zeit Stückzahlen erhöhen oder alternative Produkte fertigen.

- 4** Eine **flexible, agile Organisation** erhöht ebenfalls die Resilienz, weil im Krisenfall schnell innovative Geschäftsideen entwickelt und neue Märkte erschlossen werden können.
- 5** **Souveräne Produktionsnetzwerke** geben dem Unternehmen die Kontrolle und Hoheit über die gesamte Lieferkette. Der Aufbau resilienter Supply-Chains bedeutet für viele Unternehmen einen Strategiewechsel: weg vom Outsourcing, hin zu lokalen Ressourcen beziehungsweise verschiedenen alternativen Lieferquellen.



### Forschung für die Praxis

Die Praxis zeigt, wie wichtig diese Handlungsfelder bei der Krisenbewältigung sind. So haben Forschende am IPA lernende Systeme entwickelt, mit denen sich Liquiditätsgpässe in einem Unternehmen voraussagen lassen. Mit Hilfe der neuen Algorithmen wurden die realen Wirtschaftsdaten eines mittelständischen Unternehmens – Auftragseingänge, Liquidität, Ausstände, Forderungen etc. – ausgewertet und nach Indikatoren für sich anbahnende Engpässe in der Liquidität durchsucht. Während dieser Auswertung lernte das System kontinuierlich dazu und lieferte immer präzisere Handlungsempfehlungen zur Liquiditätssicherung. Die neuen Algorithmen sollen künftig produzierenden Unternehmen helfen, in Krisenzeiten frühzeitig finanzielle Probleme zu erkennen und rechtzeitig die Produktion anzupassen oder umzustellen.

Wandlungsfähige Produktionsstrukturen erleichtern eine solche Anpassung. Petra Foith-Förster mit ihrer Gruppe für Montageplanung & datengetriebene -optimierung untersucht, welche Konzepte sich dafür eignen. Besonders vielversprechend ist ihrer Meinung nach die »Matrixproduktion«. Bei diesem Ansatz werden Stationen nicht mehr fest in einer Linie verkoppelt und mit einem einheitlichen Takt betrieben, statt-

dessen wird das Produktionssystem modular, aus frei verketteten Prozessmodulen aufgebaut. Die Prozessmodule können mit einem flexiblen Materialfluss verbunden und frei disponiert werden. Die Flexibilität wird auf diese Weise erhöht. Erst unlängst hat sich die Siemens AG am Standort Karlsruhe für diesen Ansatz entschieden und will nun in ihrer neuen Werksstrategie Matrixproduktion und klassische Lean-Linien kombinieren. Gemeinsam mit einem interdisziplinären Team des Fraunhofer IPA wurden die für die Umsetzung notwendigen Maßnahmen analysiert.

### Lösungen für das New Normal

Entscheidend für den Erfolg ist in Krisenzeiten oftmals Kreativität und Improvisationsgabe. Um Endress+Hauser, einen Hersteller von Messgeräten für die Prozesstechnik, bei der Planung einer neuen Fabrik in Rainach unterstützen zu können, entwickelten die Forschenden am IPA ein virtuelles Kooperationskonzept. Mit dessen Hilfe konnte das gesamte Projekt remote bearbeitet werden. Übrigens wurde extra hierfür am IPA ein Videokonferenzraum mit allen notwendigen Hard- und Softwaretools sowie einer speziellen Luftreinigungsanlage eingerichtet. In dem Raum können sich bis zu neun Mitarbeitende gleichzeitig aufhalten, während sie über Videokonferenz mit dem Kunden verbunden sind.

### Die große Unbekannte: das New Normal

Aufbauend auf ihren Erfahrungen mit virtuellen Kooperationen, wollen die Forschenden am Fraunhofer IPA in Zukunft auch neue Dienstleistungen anbieten: »Virtual CoLAB« beispielsweise, eine Weiterentwicklung der Plattform, die ursprünglich für die Zusammenarbeit mit Kromberg & Schubert konzipiert wurde, soll künftig für virtuelle Seminare eingesetzt werden. Die Teilnehmer aus den Unternehmen können sich über diese Plattform untereinander und mit den Expertinnen und Experten am Fraunhofer IPA vernetzen und gemeinsam an Strategien für eine resiliente Produktion arbeiten.

»Virtuelle Angebote werden auch am Ende der Pandemie noch gefragt sein«, davon ist Lickefett überzeugt. »Anders als nach der Wirtschaftskrise 2009, als es für die produzierenden Unternehmen im Großen und Ganzen weiterging wie zuvor, deutet jetzt vieles auf einen umfassenden Wandel hin: Die Führungsstrukturen werden sich verändern, die Digitalisierung wird voranschreiten und damit auch die Notwendigkeit, neue Arbeitsprozesse beziehungsweise technische Lösungen zu entwickeln, man wird außerdem neue Formen der Akquise und des Kundenkontakts brauchen.«

Das Fraunhofer IPA sieht der Abteilungsleiter hier gut aufgestellt: »Mit der Definition der Handlungsfelder für eine resiliente Produktion haben wir eine Basis geschaffen, auf der wir jetzt aufbauen und gemeinsam mit unseren Kunden Strategien entwickeln können für den Umgang mit der neuen Normalität nach Corona.« ■

#### Kontakt

Petra Foith-Förster  
Telefon +49 711 970-1978  
petra.foith-foerster@ipa.fraunhofer.de

Brandon Sai  
Telefon +49 711 970-1918  
brandon.sai@ipa.fraunhofer.de

## Healthy Air - Tief durchatmen trotz Corona

**Können Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen vor Covid-19 schützen? Wie müssen sie dafür konstruiert werden? Und wie müssen Hygiene- und Lüftungskonzepte gestaltet sein, damit die Virenübertragung durch Aerosole reduziert wird? Antworten auf diese Fragen gibt ein Forschungsteam der Fraunhofer-Institute IBP, IGB und IPA in einem neuen Beratungszentrum für gesunde Raumluft. Parallel untersuchen IBP und IPA in einer Studie, wie sich Lüftungsanlagen auf die Verbreitung von Aerosolen auswirken. Beratungszentrum und Studie sind Teil der »Healthy Air Initiative« des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg.**

Noch im Dezember 2020 hat das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau die Healthy-Air-Initiative beschlossen, ein integriertes Beratungs- und Forschungsprogramm. »Vor allem kleine und mittlere Unternehmen haben in der aktuellen Pandemielage einen hohen Beratungsbedarf zur Aerosolvermeidung. Mit der Healthy-Air-Initiative wollen wir unseren Unternehmen schnell und praxisnah wissenschaftlich fundierte Lösungen für die Raumlüftung zur Aerosolvermeidung aufzeigen«, so Ministerin Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut.

Die drei Stuttgarter Fraunhofer-Institute IBP, IGB und IPA richten deshalb das gemeinsame Beratungszentrum für gesunde Raumluft ein. Darin helfen sie kleinen und mittleren Unternehmen aus Baden-Württemberg bei der Umsetzung von Lüftungskonzepten. Zusammen mit Herstellern betreiben sie Testumgebungen und führen Wirksamkeitstests von Luftreinigungstechnologien durch. Außerdem wird in einer Studie überprüft, wie sich mobile und festinstallierte Lüftungsanlagen auf die Verbreitung infektiöser SARS-CoV-2-Aerosole auswirken.



### Untersuchungen zur Umrüstung und Neukonstruktion von Lüftungsanlagen

Ursprünglich wurden Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen entwickelt, um Staub und stickige Luft aus Innenräumen herauszufiltern und Frischluft von außen anzusaugen. Wie sie sich auf die Verbreitung von Viren auswirken, interessierte lange kaum jemanden. Dann kam Corona und seither ist klar: Lüftungsanlagen können in Kombination mit Klimatechnik die Ausbreitung von SARS-CoV-2 in geschlossenen Räumen begünstigen. »Je kälter und trockener die Luft, desto einfacher breitet sich das Virus aus«, sagt Dr. Udo Gommel, Bereichsleiter Automatisierung und Reinheitstechnik am Fraunhofer IPA. »Denn dann verdunsten die winzigen Wassertröpfchen schneller, in denen das Virus enthalten sein kann, und es schwebt länger durch den Raum«, ergänzt Professor Dr. Gunnar Grün, stellvertretender Leiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP.

Da ständiges oder häufiges Lüften nicht nur in der kalten Jahreszeit kaum eine Alternative ist, müssen bestehende Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen umgerüstet und neu zu verbauende anders konstruiert werden. Aber wie anders? Und wie genau wirken sich bestehende Lüftungsanlagen ohne Klimatechnik auf die Verbreitung von SARS-CoV-2 aus? Genau das möchte nun ein Forschungsteam in einer gemeinsamen Studie herausfinden.

### Dekontamination von Filtern

Dazu wollen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Überblick verschaffen: Welche festinstallierbaren oder mobilen Lüftungsgeräte sind auf dem Markt verfügbar? Wie wirken sie sich auf Viruslast, Partikel, Geräuschentwicklung und Behaglichkeit in geschlossenen Räumen aus? »Unsere Aufmerksamkeit gilt natürlich auch nachhaltigen Aspekten, wie der praktischen Anwendung, Wartung und dem Energieverbrauch der Geräte«, sagt Professor Grün. Die theoretischen Betrachtungen münden zunächst in Simulationen und anschließend in praktische Tests. Das Forschungsteam möchte mit den Anlagen im Reinraum des Fraunhofer IPA, in den Labors von Fraunhofer IBP und IGB oder einfach dort, wo sie ohnehin schon verbaut sind, Versuche durchführen, beispielsweise in Besprechungs- und Konferenzräumen oder Arbeitsstätten. Dort werden sie zusammen mit Herstellern von Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen verschiedene Szenarien simulieren und bewerten,

wie sie sich auf die Aerosolverteilung im Raum auswirken. So lassen sich schnell belastbare Erkenntnisse gewinnen.

Am Ende stehen dann konkrete Vorschläge, wie Lüftungsanlagen verbessert oder umgerüstet werden müssen, damit sie die Ausbreitung von SARS-CoV-2 möglichst unterbinden. Eines ist aber jetzt schon absehbar: »Wenn Lüftungsanlagen Krankheitserreger aus Innenräumen herausfiltern, sind ihre Filter mit Viren belastet«, gibt Studienleiter Gommel zu bedenken. »Also können die Filter beispielsweise mit ultraviolettem Licht bestrahlt werden, wodurch die Viren inaktiviert werden. Da diese UV-Strahlung schädlich für das menschliche Auge und die Haut ist, muss die Bestrahlung abgeschirmt in einem eigens konstruierten Gehäuse oder Bereich stattfinden.«



ähnlich, für Mensch und Umwelt aber unbedenklich«, erläutert Virus-Expertin Bailer. »Indem wir die Viren vor und nach Maßnahmen zur Luftreinhaltung hinsichtlich ihrer Aktivität und Menge analysieren, lassen sich Rückschlüsse auf notwendige Anpassungen der Lüftungsanlagen oder Inaktivierungsschritte ziehen.« Um auch den Informationsbedarf von Anbietern und Herstellern von Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen abzudecken, teilen die Forscherinnen und Forscher ihre Erfahrungen aus der Beratungspraxis mit diesen Unternehmen.

### Aerosole auch in anderen Lebensbereichen gefährlich

Die Healthy-Air-Initiative läuft ein Jahr und wird mit 2,7 Millionen Euro gefördert. Die Studienergebnisse, die Anfang 2022 vorliegen sollen, könnten als Grundstein für weitere Untersuchungen dienen. Denn auch als Überträger anderer infektiöser Viren und in anderen Lebensbereichen sind Aerosole ein ernsthaftes Problem: angefangen bei der Luftverschmutzung durch Feinstaub und Stickoxide in zahlreichen deutschen Großstädten über toxische Dämpfe in Flugzeugkabinen und Materialausdünstungen in Gebäuden bis hin zu giftigen oder leitfähigen Partikeln, die die Batteriezellenfertigung stören. Auf Basis weiterführender Studien wäre die Industrie künftig in der Lage, wirkungsvolle und kostengünstige Lüftungs- und Luftreinigungsanlagen für breite Anwendungsbereiche zu entwickeln. ■

### Weitere Informationen

Mehr über die Healthy-Air-Initiative und das damit verbundene Forschungs- und Beratungsprogramm für gesunde Raumluft finden Sie unter:

<https://www.initiative-gesunde-raumluft.de>

*Mit einem Virus-Aktivitätstest untersuchen die Fraunhofer-Wissenschaftler, ob mit Lüftungsanlagen gefilterte Luft noch infektiöse Viren enthält.*

## Vorschau Interaktiv Ausgabe 2|2021

Schneller in Betrieb nehmen, effizienter umrüsten und agiler produzieren: Diese Ziele verfolgt das Fraunhofer IPA mit seiner Vision einer »Automatisierung der Automatisierung«. Damit ist gemeint, dass künftig zum Beispiel die Planung von Automatisierungslösungen autonomer ablaufen soll oder dass sich Produktionsmittel wie Roboter automatisch rekonfigurieren, wenn eine neue Produktvariante gefertigt wird. Mehr dazu erfahren Sie im nächsten Heft.

### Impressum

interaktiv Ausgabe 1|2021 | 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:

Michael Fuchs (Bild und Produktion), Klaus Jacob, Fred Nemitz, Dr. Karin Röhricht, Christine Sikora (Bild und Produktion), Dr. Birgit Spaeth, Anna Unseld, Jörg-Dieter Walz (Chefredaktion), Hannes Weik, Monika Weiner

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

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

Seite 15 und 16: Materialise; Seite 17 und 18: Murrelektronik, Alexander Becher; Seite 19: German Edge Cloud; Seite 20: Rittal GmbH & Co.KG; Seite 21: Hagleitner Hygiene, Fotograf: Werner Krug; Seite 22oben: 365FarmNet; Seite 22unten: TRILUX; Seite 23: Festo; Seite 25: Quelle: Marc Wilhelm; Seite 32–34: Quelle: dörr Architekten; Seite 35: cherezoff – stock.adobe.com; Seite 36 und 37: Fraunhofer IPA; Seite 39: gunarex – stock.adobe.com; Seite 43: Sofii – stock.adobe.com; Seite 44 und 45: Quelle: Fraunhofer IGB

**Titelbild:** John Smith – stock.adobe.com, Collage Fraunhofer IPA, Michael Fuchs

**Druck:** GO Druck Media GmbH & Co. KG, Kirchheim unter Teck

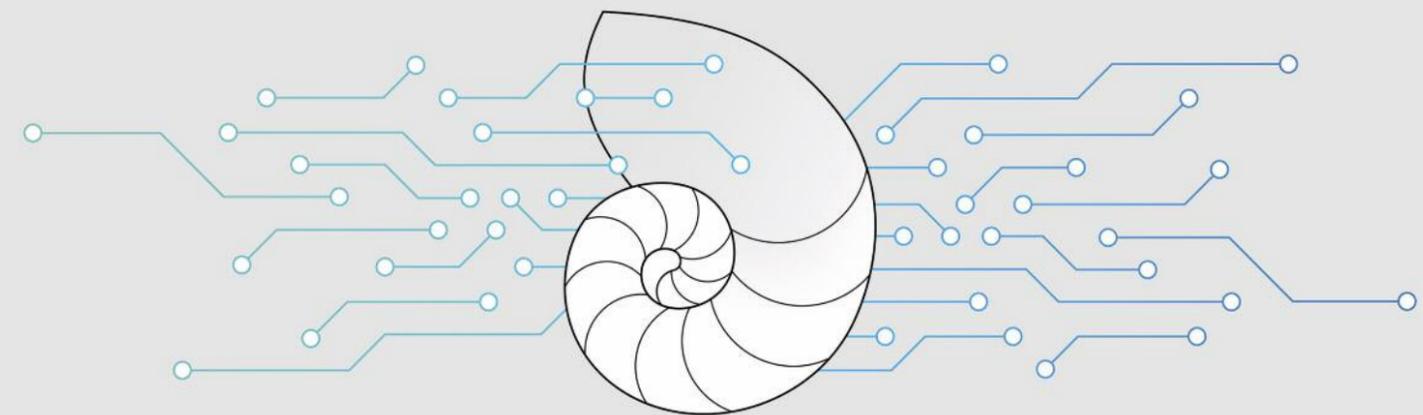
#### Bestellservice:

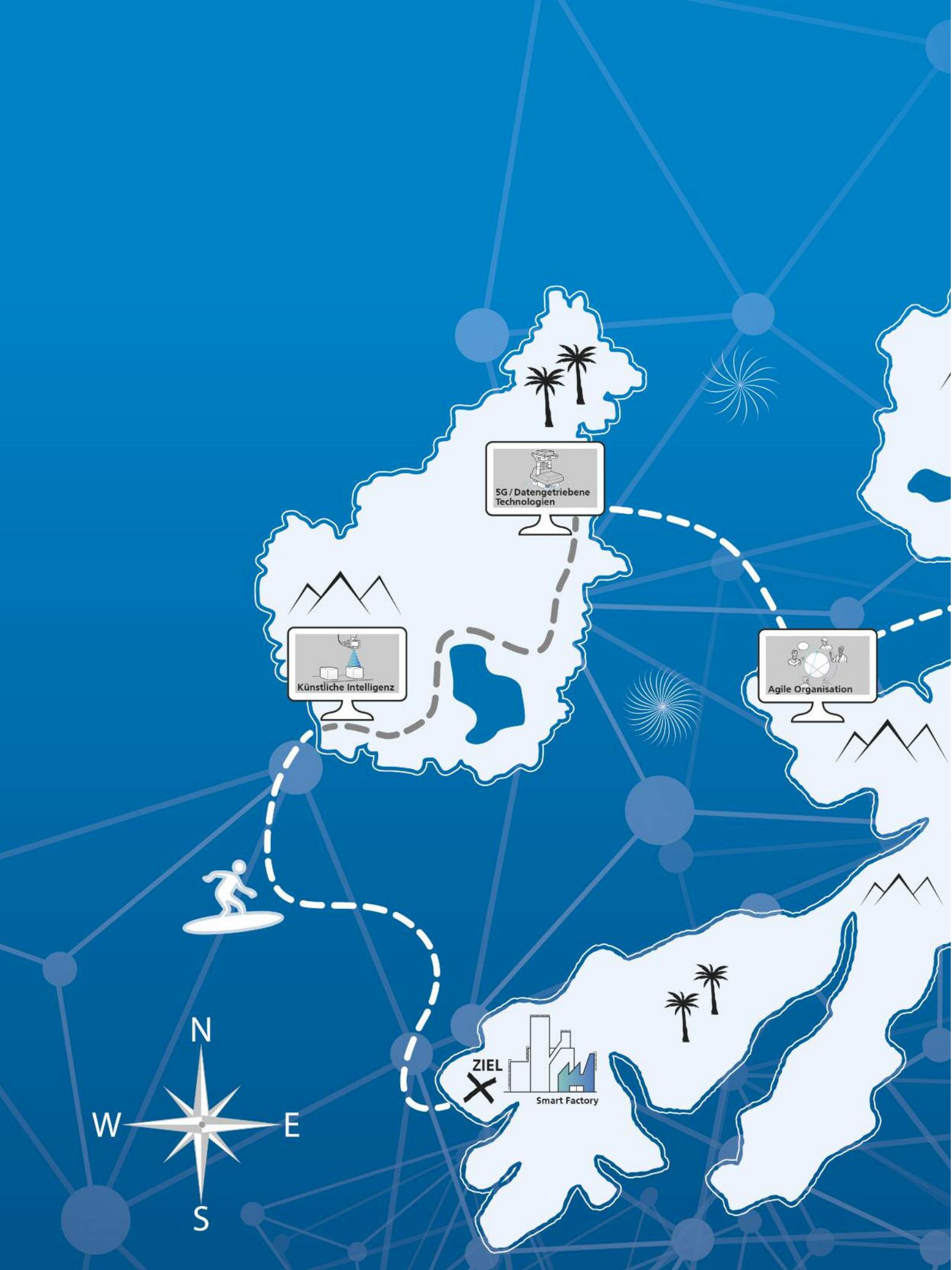
Telefon +49 711 970-1932 | marketing@ipa.fraunhofer.de | www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/bestellservice.html



# Blog Biointelligenz

## Die nächste Transformation aktiv mitgestalten.





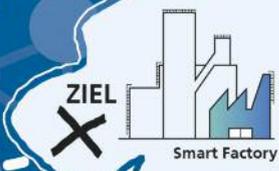
Künstliche Intelligenz



5G / Datengetriebene Technologien



Agile Organisation



Smart Factory