



FROM RESEARCH



TO PRODUCTION



# INHALT

VORWORT Vorsitzender des Aufsichtsrates	04
VORWORT Geschäftsführung	05
KUNDEN UND PARTNER	06
UNSERE MISSION	08
UNSERE WERTE	09
HIGHLIGHTS	10
ZAHLEN, DATEN UND FAKTEN	12
UNSER NETZWERK	13
FORSCHUNGSPROGRAMM	14
FROM RESEARCH TO PRODUCTION	16
<b>INDUSTRIELLE ASSISTENZSYSTEME</b>	18
Cognitive Factory Lab	20
NgMPPS	22
LERN4MRK	23
HoliSafeMRK	24
Assembly Eye	25
AutoScan	26
H-Scan	27
XRob	28
<b>ADDITIVE MIKRO-/NANO- FERTIGUNG</b>	30
Additive Manufacturing Lab	32
LINK	34
DIMAP	35
Rolle-zu-Platte-NIL	36
3D-NIL	37
InkPad	38
<b>PUBLIKATIONEN (AUSZUG)</b>	39

SCHWERPUNKT  
INDUSTRIELLE  
ASSISTENZSYSTEME



SCHWERPUNKT  
ADDITIVE MIKRO-/  
NANO- FERTIGUNG



## VORWORT VORSITZENDER DES AUFSICHTSRATES

**DI Dr. Wilfried Enzenhofer, MBA**  
Der Vorsitzende des Aufsichtsrates



*„Mit hoher Innovationskompetenz unterstützt PROFACTOR Unternehmen dabei, die Produktion der Zukunft zu gestalten. Die eingeschlagene strategische Partnerschaft zwischen AIT und UAR auf Eigentümerebene wird das Lösungsspektrum noch intensiver an den Bedürfnissen der Kunden aus Wirtschaft und Industrie ausrichten.“*

Der technologische Vorsprung im Bereich Digitalisierung und Industrie 4.0 ist zu einem wesentlichen Wettbewerbsfaktor geworden. Die Industrie fordert Innovationspartner, die sie kompetent und ganzheitlich bei dieser Transformation begleiten. Als Eigentümer der PROFACTOR GmbH haben die AIT Austrian Institute of Technology GmbH und die Upper Austrian Research GmbH einen gemeinsamen Weg eingeschlagen. Die strategische Zusammenarbeit erlaubt, das Lösungsspektrum noch intensiver an den Bedürfnissen der Industrie auszurichten.

Die Produktionsforschung ist eine der großen Stärken der oberösterreichischen Forschungslandschaft. Dabei ist

PROFACTOR ein wesentlicher Akteur innerhalb des UAR Innovation Networks. Das Forschungsunternehmen fokussiert seine Innovationskompetenz auf Industrielle Assistenzsysteme und Additive Mikro-/Nano-Fertigung. In diesen Bereichen kann PROFACTOR auf zahlreiche, herausragende Entwicklungen rund um flexible und adaptive Inspektionsroboter, virtuelle Assistenz für die Montage, 3D-Modellierung, simulationsgestützte Produktionsplanung und -optimierung oder die Nanostrukturierung von Oberflächen verweisen.

Ein großer Schwerpunkt ist die Entwicklung von modernen Technologien, die den Menschen in der Produktion effizient unterstützen und dessen Arbeits-

bedingungen wesentlich verbessern. Zahlreiche namhafte sowie international agierende Unternehmen vertrauen auf das Know-how der PROFACTOR. Mit der strategischen Zusammenarbeit zwischen AIT und UAR mit PROFACTOR wurde ein wesentlicher Meilenstein gesetzt, um die Innovationskompetenz noch weiter zu stärken. Wir bedanken uns bei AIT und freuen uns auf den weiteren gemeinsamen Weg.

An dieser Stelle möchte ich dem gesamten Team der PROFACTOR GmbH zu vielen herausragenden Erfolgen gratulieren und mich für das Engagement herzlich bedanken. Wir wünschen der PROFACTOR weiterhin viel Erfolg.

## VORWORT GESCHÄFTSFÜHRUNG

**Dr. Christoph Breitschopf**  
Geschäftsführer

PROFACTOR ist gut aufgestellt und fokussiert: auf Lösungen, die in der produzierenden Industrie einen realen Mehrwert generieren und sie fit halten für den globalen Wettbewerb. Unsere Entwicklungen stärken Unternehmen nachhaltig.

PROFACTOR ist selbstbewusst: Wir trachten nach Entwicklungen, die über den jeweils aktuellen Stand der Technik hinausgehen. Innovation und Technologie kann Duftmarken setzen – bei den Konsumenten und auch bei den Mitarbeitern. In der Fabrik der

Zukunft, wie wir sie sehen, spielen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Produktion eine entscheidende Rolle. Und die Konsumenten greifen mit ihren Anforderungen an die Produkte mehr in die Produktion ein, als den Unternehmen vielleicht bewusst ist.

PROFACTOR ist konsequent: Wir forschen zielgerichtet für Ergebnisse, die in der Industrie umgesetzt werden können. Wir gehen dabei so weit in die Tiefe wie nötig. „From Research to Production“ – das ist unser Anspruch, und den nehmen wir ernst. Und davon profitieren auch Sie.

PROFACTOR lebt von seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern: Wir lassen Querdenken Freiräume und verschaffen Vordenkern Luft. Das macht PROFACTOR zu einem begehrten Arbeitgeber, und das spüren auch Sie.

Dass wir Forschung mit Herzblut betreiben, davon soll Ihnen diese Broschüre einen Eindruck geben.



*„From Research to Production: wir entwickeln Lösungen für die produzierende Industrie, von der Forschung bis hin zum Einsatz in der Linie.“*

## KUNDEN UND PARTNER



Über 4.500 kompetente Mitarbeiter arbeiten im weltgrößten Motorenwerk der BMW Group täglich mit viel Leidenschaft daran, die weltbesten Motoren zu entwickeln, zu bauen und die Komponenten dafür zu fertigen. Wir gestalten die Zukunft des Antriebs. Premiumqualität und Innovationsführerschaft sind dabei wichtige Erfolgsfaktoren. Wir treiben nicht nur intern die Entwicklung neuer Technologien voran, sondern arbeiten auch mit **PROFACTOR als externen F&E-Dienstleister** zusammen. Denn konsequente, visionäre Forschung und Entwicklung sichern uns und unseren Kunden einen Technologievorsprung.

**Christoph Schröder,**  
Geschäftsführer BMW Motoren GmbH

**Georg List,**  
Vice President,  
Corporate Strategy, AVL List GmbH

Die Digitalisierung ist der Schlüssel für eine intelligente und kognitive Produktion. AVL List GmbH nutzt die Möglichkeiten der Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, um kognitive und smarte Produkte und Systeme zu entwickeln. Die digitalen Informationen dienen dazu, Erkenntnisse aus der Entwicklung laufend in die Produktion einfließen zu lassen: zum Beispiel bei der Zustandsüberwachung oder für die adaptive Steuerung. Mit **PROFACTOR** kann AVL auf einen **erfahrenen Partner** zurückgreifen, der die Forschung und Entwicklung rund um vernetzte Produktion, industrielle Assistenzsysteme und additive Fertigung unterstützt.



Digitalisierung und Industrie 4.0 sind die großen Herausforderungen der nächsten Jahre. Daher braucht der Industriestandort OÖ ein exzellentes und interdisziplinäres Forschungsnetzwerk. Mit 20 Jahren Forschungskompetenz kann **PROFACTOR** speziell bei den Themen „Industrielle Assistenzsysteme“ und „Additive Fertigung“ einen wesentlichen Beitrag für die erfolgreiche Gestaltung der „**Fabrik der Zukunft**“ leisten.

**Martin Lehner,**  
CEO der Wacker Neuson SE

© Bild: Festo / Draper



**Univ.-Prof. Dipl.-Ing.  
Dr.techn. Andreas Kugi**  
Institutsvorstand des Instituts für  
Automatisierungs- und Regelungstechnik  
(ACIN), TU Wien  
Head of Center for Vision, Automation & Control  
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Hochflexible Fertigung und individualisierte Produkte spielen in der Industrie eine immer wichtigere Rolle. Im Bereich Industrielle Assistenzsysteme und Additive Mikro-/Nano-Fertigung entwickelt **PROFACTOR** gemeinsam mit industriellen Partnern innovative und richtungsweisende Konzepte. Diese Entwicklungen sind ein wesentlicher Beitrag zur Sicherung unseres Industriestandortes und schaffen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil.

## UNSERE MISSION

### From Production to Research

PROFACTOR antizipiert, durch den engen Kontakt mit der Industrie, vor welchen Herausforderungen sie steht, wo der Schuh drückt und wo Chancen gesehen werden.

Daran orientiert sich unsere Forschung.

### From Research to Production

PROFACTOR forscht und setzt die Ergebnisse in der produzierenden Industrie um. Unsere Lösungen bedeuten immer einen Vorteil im Wettbewerb.

Daran messen wir jede unserer Entwicklungen.

### Wir holen die Produktion nach Hause

PROFACTOR liefert einen Beitrag dazu, die Industrie in Europa wettbewerbsfähig zu halten. Doch wir wollen mehr: Wir ermöglichen innovative Produkte und Prozesse für einen wettbewerbsfähigen Industriestandort Europa.

### Wir sind Pioniere für die denkende Fabrik

PROFACTOR arbeitet an der Intelligenz für Maschinen und Systeme. Sie sind eine Voraussetzung für die Produktion im digitalen Zeitalter.

Unsere Kunden sind der Konkurrenz einen Schritt voraus.



## UNSERE WERTE

Von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern definiert:  
Das macht PROFACTOR aus!



### TEAMGEIST

Wir bündeln unsere Kräfte und stärken einander.



### EIGENINITIATIVE

Wir sind wissbegierig und bieten mit unkonventionellen Ideen Lösungen.



### WERTSCHÄTZUNG

Wir begegnen Kunden und KollegInnen mit Respekt und Wertschätzung.



### VORSPRUNG

Wir verschaffen Kunden Vorteile und einen Vorsprung im Wettbewerb.



### VERANTWORTUNG

Wir handeln unternehmerisch. Wir tragen die Verantwortung für Ressourcen.



# HIGHLIGHTS

## Robotik und Additive Fertigung nähern sich an Zwei Themen, ein Ziel: Individuelle Produktion

PROFACTOR hat seine Forschung vor wenigen Jahren auf zwei große Themen konzentriert. Wir haben damit antizipiert, was die Fabrik der Zukunft ausmacht, was die Produktion prägen wird und welche Rolle der Mensch dort spielt: als Werker, aber auch als Konsument.

Erstens: Industrielle Assistenzsysteme, die intelligent mit dem Menschen interagieren und damit eine wettbewerbsfähige Produktion in Losgröße 1 ermöglichen. In erster Linie zielt das natürlich

auf kooperative, lernfähige und flexible Roboter ab.

Zweitens: Additive Fertigung mit dem Fokus auf den Mikro- und Nanomaßstab. Hier ist Losgröße 1 kein Ziel, sondern der zentrale Inhalt. 3D-Druck, additiver Inkjet-Druck und Funktionalisierung von Oberflächen sind der Schlüssel für individualisierte Produkte.

Die beiden Themen scheinen heute noch weit voneinander entfernt. Aber wir

sind überzeugt, dass sie sich sukzessive annähern werden: Robotikgeführter Inkjetdruck oder Nanoimprint-Lithographie wird die Tür aufstoßen zu völlig neuen Produktwelten, zu individuellen und intelligenten Erzeugnissen. Und sie sind eine Vision für eine Industrielandschaft, die in Europa Zukunft hat.

## Highlight: Robotikgeführter Inkjet-Druck Der individuell bedruckte Sportschuh ist Realität

Losgröße 1 ist auch für die Textilindustrie ein Thema. Der individuell gestaltete, perfekt an den Kunden angepasste und im Shop mittels 3D-Druck gefertigte Sportschuh ist die Vision. PROFACTOR leistet dazu einen Beitrag: Der individuell bedruckte Sportschuh ist Realität. Ein Roboter führt dabei einen Inkjet-Druckkopf um den Schuh.

### Ein simpler Schuh und vielschichtige Forschungsarbeit

Das Bedrucken von stark beanspruchten Objekten wie Sportschuhen stellt hohe Anforderungen an Tinten und an den Druckprozess, vor allem was Nässe und Abriebfestigkeit betrifft.

PROFACTOR konzentriert sich auf die Vor- und Nachbehandlung der von Partnern entwickelten Hybrid-Tinten. Sie sind sowohl wasserbasiert als auch UV-aushärtend. Die Vorbehandlung der Stoffe (Polyesternetze) erfolgt mit Plasma. Die Nachbehandlung erfolgt unter anderem mit Infrarot und UV-Aushärtung.

Die zweite Herausforderung: Der Pfad des Roboters muss derzeit noch definiert werden. Mittelfristig soll der Roboter über eine 3D-Modellierung des Objekts seinen - für den Druck nötigen Pfad rund um den Sportschuh oder ein anderes Produkt - selbst erstellen. Auch daran forschen PROFACTOR-Teams intensiv.



**„Die Verbindung von Robotik und Inkjet-Druck ermöglicht das individuelle Gestalten von Schuhen - und ist damit ein Schritt, die Produktion nach Europa zurückzuholen.“**

DI Dr. Andreas Pichler  
Chief Technology Officer

## ZAHLEN, DATEN, FAKTEN\*

\* im Durchschnitt



**>15** WISSENSCHAFTLICHE BEITRÄGE IN REVIEWTEN ZEITSCHRIFTEN

**>35** WISSENSCHAFTLICHE BEITRÄGE AUF REVIEWTEN KONFERENZEN

**>150** PROJEKTE PRO JAHR

**~75** MITARBEITER\*INNEN

**~3** PATENT-EINREICHUNGEN PRO JAHR

**>400** KUNDEN SEIT 1995

**2 STANDORTE STEYR UND WIEN**

## UNSER NETZWERK

### Universitäten/Fachhochschulen

- » Cranfield University
- » Donau Universität Krems
- » Fachhochschule Salzburg GmbH
- » Fachhochschule Wels
- » FH-OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
- » Johannes Kepler Universität Linz
- » Karl Landsteiner Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften GmbH
- » Karlsruher Institut für Technologie
- » KTH Royal Institute of Technology
- » Medizinische Universität Wien
- » Oberösterreichisches Laserzentrum
- » Paris Lodron Universität Salzburg
- » Technical University of Cluj
- » Technische Universität Chemnitz
- » TU Wien
- » Universität Innsbruck
- » Universität Stuttgart
- » Universität Wien
- » Universitätszahnklinik Wien GmbH
- » University College Cork
- » Laboratory for Manufacturing Systems & Automation (LMS), University of Patras
- » University of Skövde
- » University of West Bohemia
- » Wroclaw University of Science and Technology

### Außeruniversitäre Forschung

- » ACMIT
- » AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- » CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH
- » evolaris next level GmbH
- » FIDAMC
- » FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH
- » Fraunhofer Austria Research GmbH
- » Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- » Fundación PRODINTEC
- » Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.
- » IK4-IDEKO S. Coop
- » Institute for Computer Science and Control, Hungarian Academy of Sciences
- » JOANNEM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- » Jožef Stefan Institute
- » Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug, Forschungs-GmbH
- » Pro2Future GmbH
- » Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik
- » RIC (Regionales Innovations Centrum) GmbH
- » RISC Software GmbH
- » Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH
- » Soreq Nuclear Research Center
- » Tyndall National Institute
- » V-Research GmbH
- » VTT Technical Research Centre of Finland Ltd

### Unternehmenspartner in geförderten Projekten

- » ABB AB
- » Abengoa Research SL
- » ABF - Industrielle Automation GmbH
- » ACITURRI Engineering SL
- » Airbus DS GmbH
- » Airbus Operations S.A.S
- » AMORPH Systems GmbH
- » ANGER MACHINING GmbH
- » AVL List GmbH
- » Bartenbach GmbH
- » Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
- » BECOM Electronics GmbH
- » BioMensio Ltd.
- » Borealis Polyolefine GmbH
- » BRP-Rotax GmbH & Co KG
- » carvatech Karosserie & Kabinenbau GmbH
- » C.I.D Laintec, A.I.E.
- » cirp GmbH
- » CRIT S.R.L.
- » DANOBAT S.COOP
- » Dassault Systèmes SE
- » DS AUTOMOTION GmbH
- » Economa Engineering GmbH
- » Elringklinger AG
- » Eurofoam GmbH
- » EUROTRANS Speditionsgesellschaft
- » FACC Operations GmbH
- » Ferdinand Berhofer GmbH
- » FESTO AG & Co KG
- » FILL GesmbH
- » FORSTER Verkehrs und Werbetechnik GmbH
- » FRONIUS INTERNATIONAL GmbH
- » Geberit Produktions GmbH & Co KG
- » Gebrüder Weiss Gesellschaft m.b.H.
- » HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG
- » Happy Plating GmbH
- » HuaFeng Textile Group
- » InfraTec GmbH
- » INOCON Technologie GmbH
- » i-RED Infrarot Systeme GmbH
- » Kapsch BusinessCom AG
- » kdg opticom GmbH
- » KUNGLIGA TEKNISKA HOEGSKOLAN
- » Lam Research AG
- » Lenzing Aktiengesellschaft
- » Lithoz GmbH
- » M Torres Disenos Industriales SA
- » MAHLE Filtersysteme Austria GmbH
- » Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG&CO KG
- » Metal Estalki
- » Nano4Energy
- » O.K.+Partner
- » OMB Saleri SPA
- » P.V. Nano Cell LTD
- » Peak Technology GmbH
- » Philips Electronics Nederland B.V.
- » PKT Präzisionskunststofftechnik Birtlmaier GmbH
- » Plasmio Industrietechnik GmbH
- » PSI Metals Austria GmbH
- » RHI Magnesita NV
- » RHP- Technology GmbH
- » robomotion GmbH
- » Rosenbauer International AG
- » SANXO-Systems Kft.
- » Schmachtl GmbH
- » SGL Composites GmbH
- » Siemens Aktiengesellschaft Österreich
- » STRATASYS
- » STRATEC Consumables GmbH
- » Tablet Solutions GmbH
- » Technologia Navarra DE Nanoproductos
- » The Antibody Lab GmbH
- » Tieto Austria GmbH
- » TIGER Coatings GmbH & Co. KG
- » TRAFFIX Verkehrsplanung GmbH
- » TÜV Austria Holding AG
- » Twoptics Systems Design, S.l.
- » voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH & Co KG
- » voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG
- » voestalpine Stahl Donawitz GmbH
- » Volvo Car Corporation
- » Wacker Neuson Beteiligungs GmbH
- » XiTrust Secure Technologies GmbH
- » Sonstige
- » Chamber of Commerce and Industry of Serbia
- » Croatian Agency for SMEs, Innovations and Investments
- » Foundation Cluster Information and Communication Technologies
- » Pannon Business Network Association
- » Pomurje Technology Park Ltd.
- » Slovak Chamber of Commerce and Industry
- » STEP RI Science and Technology Park of the University of Rijeka Ltd



## FORSCHUNGSPROGRAMM

### Gebündelte Forschung für die intelligente Fabrik Pionierarbeit für eine denkende Produktion

Rund 150 Forschungs- und Entwicklungsprojekte wickelt PROFACTOR im Jahr ab – die Bandbreite reicht von grundlegenden Projekten bis zur Umsetzung unserer Entwicklungen in den Linien unserer Partner. Wir achten auf ein ausgewogeneres Verhältnis aus geförderter Forschung und direkten Industrieaufträgen.

Das Wissen aus aktuellen Forschungsergebnissen fließt als Upgrade in bestehende Entwicklungen ein, die unseren Kunden als Plattformen für Lösungen zur Verfügung stehen. XRob ist das herausragende Beispiel dafür. Diese Plattform für einen flexiblen Montageassistenten wird laufend mit neuen Forschungsergebnissen versorgt. Das gesamte Forschungsprogramm von PROFACTOR zielt auf die Etablierung solcher Lösungsfamilien ab. Diesen Herausforderungen widmet sich unsere aktuelle Forschung:

#### **Additive Mikro-/Nano-Fertigung**

Wir verfeinern und kombinieren Nano-imprint-Lithographie und Inkjet-Druck zur Funktionalisierung von Oberflächen und erschließen damit völlig neue Produktwelten.

PROFACTOR kann einen Beitrag zur Sicherung des Industriestandorts Europa leisten. Mit Forschung auf höchstem Niveau und Entwicklungen, die der produzierenden Industrie einen unmittelbaren Vorsprung im globalen Wettbewerb verschaffen.

Eine flexible Produktion, die sich Losgröße 1 nähert und die Rollen von Mensch und Maschine in der Linie neu definiert, trägt dazu ebenso bei wie additive Fertigungsmethoden von Produkten, die mit herausragenden, innovativen und individuell ausgewählten Funktionen aufgewertet sind.

**DI Dr. Andreas Pichler**  
Chief Technology Officer

#### **Machine Vision**

Unsere Entwicklungen schließen den Regelkreis von der Qualitätskontrolle zum Prozess. Sie leisten einen Beitrag zu einer Null-Fehler Produktion

#### **Visual Computing**

Wir entwickeln flexibel einsetzbare Wahrnehmungstechnologien mit dem Schwerpunkt auf Lokalisierungs- und Trackingtechnologien, die auf Deep Learning-Methoden beruhen.

#### **Robotik und Assistenzsysteme**

Unsere Systeme verbinden Mensch und Maschine optimal: die Intelligenz und das Denkvermögen des Menschen mit der Rechenleistung und der Kraft von Systemen oder Maschinen.

#### **Flexible Produktionssysteme**

Wir modellieren semantische Modelle von Prozessen und Verfahren. Sie dienen zur Planung und Optimierung von Maschinen oder maschinen-übergreifenden Prozessen und Produktionssystemen.



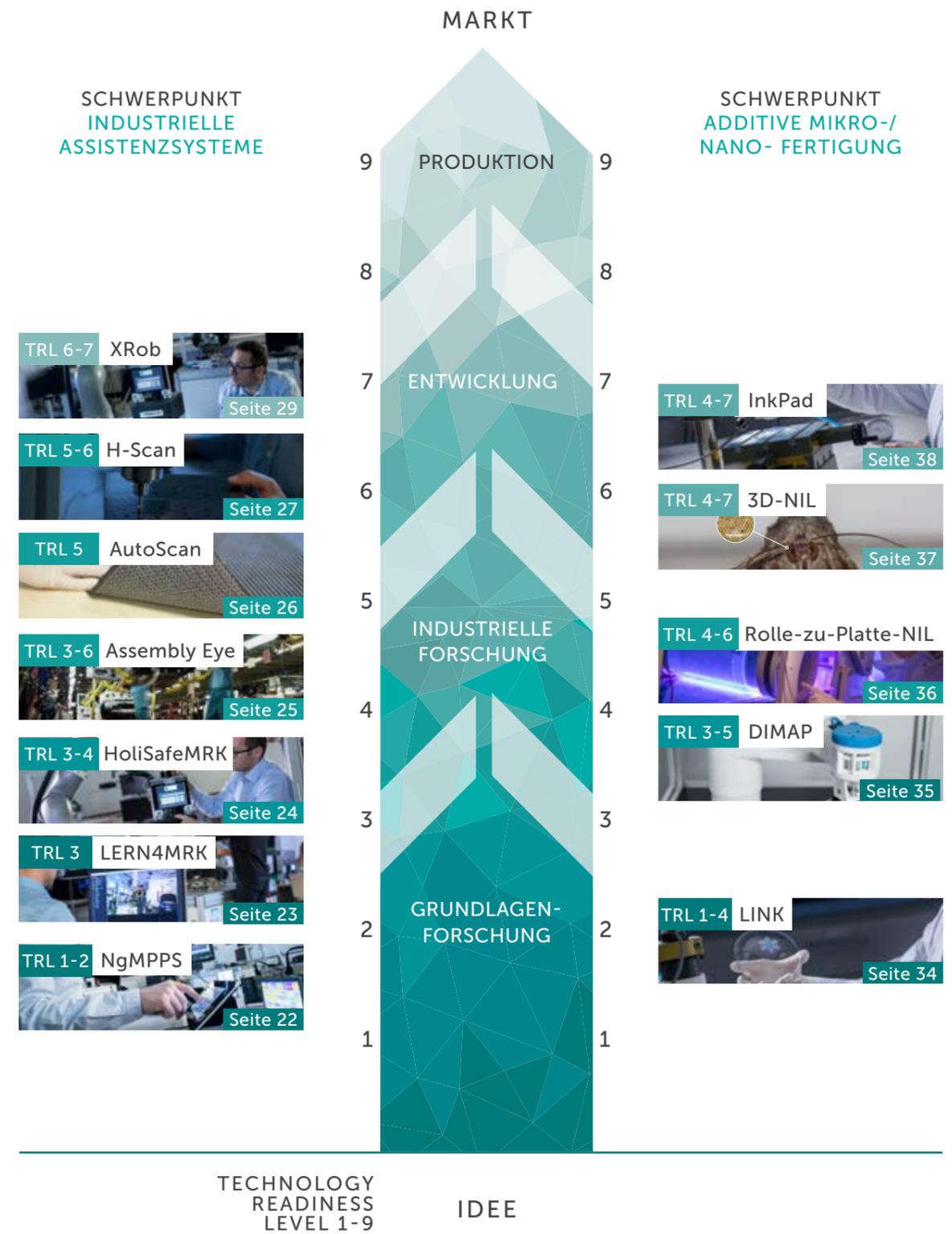


ENTWICKLUNG

INDUSTRIELLE FORSCHUNG

GRUNDLAGENFORSCHUNG

# FROM RESEARCH TO PRODUCTION



## SCHWERPUNKT INDUSTRIELLE ASSISTENZSYSTEME

Überalterung, Brain Drain, Fachkräftemangel auf der einen Seite, auf der anderen: Konsumenten, die individuell konfigurierte Produkte zum Preis der Massenfertigung erwarten und die Varianz in der Produktion beschleunigen. Vor diesem Widerspruch steht die Konsumgüterproduktion.

Assistenzsysteme, die sich an das menschliche Gegenüber anpassen, sind eine Antwort, die in der Regel schneller gegeben als zu Ende gedacht wird. Denn die Anforderungen an die Systeme sind enorm: Sie müssen das Agieren der Experten zu verstehen lernen und letztlich fähig sein, ihr Wissen weiterzugeben. Das gilt für die Software für den Assistenzroboter, für die Inline-Qualitätssicherung und Machine Vision-Systeme ebenso wie für Produktionsplanungs-Tools.

PROFACTOR geht diesen Weg konsequent: Alle Forschungsprojekte in diesem Schwerpunkt zielen darauf ab, die Systeme mit kognitiver Intelligenz auszustatten, sie lernfähig und abstraktionsfähig zu machen.

Assistenz in der Produktion ist ein steter Prozess der Optimierung. Die Systeme eignen sich kontinuierlich Wissen und die Intelligenz an, die in Echtzeit in den Prozess zurückfließen. Zum Beispiel bei der Qualitätskontrolle: Sie detektiert nicht nur zuverlässig allfällige Fehler, sondern ändert umgehend die Parameter in der Produktion, die Fehler verursachen können.

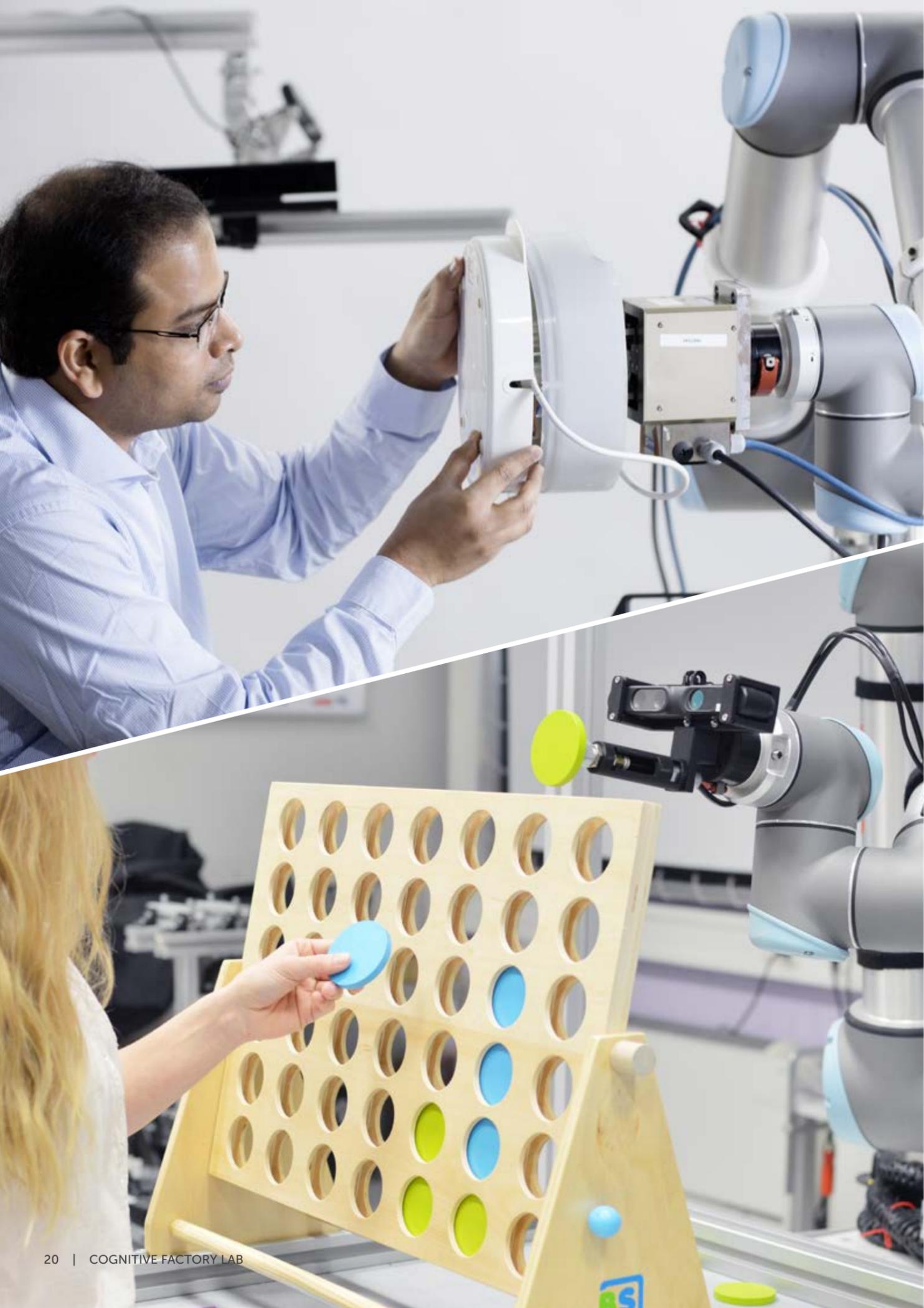
Vor allem die aktuelle und laufend verbesserte Leistung unserer robotischen Assistenzsysteme macht den Fortschritt sichtbar. Die kognitive Fabrik, die PROFACTOR mitgestaltet, lässt Mensch und Maschine in der Produktion neue Rollen einnehmen. Der Roboter wird zum smarten Kollegen, der stets weitere Rollen entlang der gesamten Wertschöpfungskette anzunehmen fähig ist.

Alle Entwicklungen rund um die Automatisierung rücken den Mensch in den Mittelpunkt. Die Maschine ist ohne die situative Problemlösungsintelligenz des Menschen hilflos. Der Mensch wäre ohne die ergonomische Assistenz, die robuste Leistung bei der Qualitätskontrolle und ohne smarte Montagehinweise der Assistenzsysteme überfordert.

**„Industrielle Assistenzsysteme sind das Herz der kognitiven Fabrik. Die intelligenten Systeme lernen laufend. Damit können sie stets zusätzliche und wertschöpfende Rollen in der Produktion einnehmen.“**

DI Dr. Andreas Pichler  
Chief Technology Officer





## COGNITIVE FACTORY LAB

### Ein High Tech-Labor mit dem Menschen im Mittelpunkt Im Cognitive Factory Lab feilen wir an Lösungen

PROFACTOR macht in seinen Laboren erlebbar, wie die Zukunft der Produktion aussehen kann. Den Namen Cognitive Factory Lab haben wir nicht von ungefähr gewählt. Hier machen wir die Forschung für die Basistechnologien flexibler Produktionssysteme sichtbar – sie sind zunehmend mit einer eigenen, künstlichen Intelligenz ausgestattet. Diese Systeme denken mit und können somit bei Entscheidungen unterstützen und den Mitarbeiter bei körperlich schwierigen Tätigkeiten entlasten. Das erlaubt ein sinnvolles Interagieren mit dem Menschen – ohne den es in unserem Lab nicht geht und ohne den es auch in den Manufakturen der Zukunft nicht gehen wird. Auch das zeigt unser Lab.

den State-of-the-Art bei Industriellen Assistenzsystemen und in der Additiven Mikro- und Nano-Fertigung präsentieren.

Die Stationen und Demonstratoren wechseln analog zu unseren aktuellen Forschungsprojekten. Was aktuell im Cognitive Factory Lab zu sehen ist, erfahren Sie hier:

[www.profactor.at/open-labs](http://www.profactor.at/open-labs)



Den Besuchern, unseren Kunden und unseren Partnern wollen wir hier



**NgMPPS** **TRL 1-2**

**Projektname:** Next-Generation Multi-Purpose Production Systems  
**Förderung:** bmvit  
**Partner:** Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH

### Best Practice: Produktionsplanung Die Maschinen feilschen um Aufträge

In der Produktion der Zukunft – allem voran beim 3D-Druck und anderen additiven Verfahren - spielt die lineare Stückgut-Montage kaum mehr eine Rolle. Die Produktion der Zukunft ist flexibel und individuell, die Losgröße 1 wird zum Standard. Manufakturen mit Werkstattcharakter, in der täglich unterschiedlichste Aufträge an verschiedenen Maschinen abgearbeitet werden können, benötigen völlig neue Ansätze in der Produktionsplanung. Wann welcher Auftrag an welche Maschine delegiert wird, kann weder mit Erfahrung und Intuition noch mit herkömmlicher Rechenmethode oder Software bestimmt werden.

**Algorithmus simuliert einen Markt**  
 PROFACTOR hat für dieses Szenario aus der Familie der NP-schweren kombinatorischen Optimierungsprobleme einen neuen Algorithmus entwickelt. Er basiert auf einem mathematisch fundierten marktorientierten Ansatz. Konkret: In einem auktionsähnlichen Verfahren werden Preise für Zeitslots auf Maschinen gehandelt. Software-Agenten versuchen, für die Aufträge möglichst günstige Zeitslots auf den benötigten Maschinen „einzukaufen“. Dabei wird gleichzeitig an verschiedenen vernetzten Rechnern „gefeilscht“ und gerechnet. Die „Preisentwicklung“ an dieser „Börse“ mit Maschinen und

Aufträgen kann jederzeit eingesehen werden. In umfangreichen Rechenexperimenten konnte gezeigt werden, dass die gefundenen Lösungen nahezu optimal sind. Bei einigen Beispielen konnten sogar die bisher weltweit besten Lösungen übertroffen werden.

**Störungen werden berücksichtigt**  
 Die Forschung ist grundlagennahe, in den konkreten Projekten werden aber praxisrelevante Parameter berücksichtigt. Dazu gehören die Transportzeiten der Aufträge zu den Maschinen sowie stochastische Aspekte: der Ausfall einer Maschine bedingt eine sofortige Neuplanung.

**„Unsere auf Software-Agenten basierenden Algorithmen liefern Lösungen, die dem Optimum näher kommen als vergleichbare Algorithmen.“**

Dr. Georg Weichhart  
 Head of Flexible Production Systems

#### Stichwort NP-schwere Probleme

Bei NP-schweren Problemen wächst die Zahl der nötigen Rechenoperationen exponentiell mit der Komplexität der Problemstellung. Damit erreicht der Rechenaufwand Dimensionen, die nicht einmal mit der theoretisch verfügbaren Rechenleistung aller Supercomputer der Welt abgearbeitet werden können. Algorithmen zur Lösung von NP-schweren Problemen zielen darauf ab, sich der optimalen Lösung bestmöglich zu nähern.

#### Stichwort Deep Learning

Deep Learning Ansätze beruhen darauf, künstliche, neuronale Netze zu trainieren. Die Konzepte dafür gibt es seit den 60-er Jahren, diese scheiterten bis vor Kurzem großteils an der fehlenden Rechenleistung und verfügbaren Datenmengen. Seit 2012 steht das Thema wieder stark im Fokus der Forschung, bekannte Features wie die Google-Bild-erkennung oder die Spracherkennungssoftware von Mobiltelefonen beruhen darauf. PROFACTOR nutzt den Ansatz für den Einsatz in der Assistenzrobotik.

### Im Fokus steht die Produktion in kleinen Unternehmen Deep Learning macht den Roboter intelligent

Ansätze, Roboter mit Intelligenz auszustatten, gibt es schon länger. Intelligenz in diesem Zusammenhang bedeutet: Die Maschine kann Änderungen der Umwelt bewältigen, flexibel auf neue Aufgabenstellungen reagieren und letztlich Zusammenhänge der Produktion verstehen. PROFACTOR widmet sich dazu in grundlagennaher Forschung Deep Learning-Methoden. Sie sollen es dem Roboter ermöglichen, sich einzelne Fähigkeiten anzueignen und diese zu verbinden. Die Vision sind Systeme,

die sich durch bloßes Zuschauen neue Fähigkeiten aneignen.

#### Der Blick ist auf mehrere Ebenen in der Produktion gerichtet

Die Systeme müssen dabei mehrheitlich visuelle Daten auf drei Ebenen verarbeiten: auf der Prozessebene - dem Arbeitsraum -, auf der Werkbankebene und auf der Werkstückebene. Auf dieser Ebene werden zum Beispiel Daten, die bei der Benutzung eines simplen Schraubenziehers durch den Menschen

entstehen, für die „Lerneinheiten“ des Roboters herangezogen. Letztendlich soll ein robotisches System verstehen, wie und wann unterschiedliche Menschen schrauben.

Die Forschungsergebnisse zielen nicht auf eine Verwendung in der Massenproduktion ab, sondern auf hochflexible Robotik in kleinen und mittleren Unternehmen.

**„Deep Learning erlaubt es Computersystemen, sowohl Fähigkeiten als auch das Bauchgefühl von Menschen nachzubilden.“**

Dr. Gernot Stübl  
 Senior Scientist, Visual Computing



**Projektname:** LERN4MRK – Modellieren, Erlernen und Abstrahieren von Prozessen für die Mensch-Roboter Kooperation  
**Förderung:** AIT Strategic Research Program

**LERN4MRK** **TRL 3**

**Projektname:** HoliSafeMRK - Holistische Sicherheitskonzepte für Mensch-Roboter Kollaboration  
**Förderung:** Produktion der Zukunft  
**Partner:** Blue Danube Robotics GmbH  
 Festo AG & Co KG  
 Regionales Innovations Centrum GmbH  
 HABA Verpackung GmbH

TRL 3-4 HoliSafeMRK



**Der Roboter. Unser Kollege.**

**Neuartige Sicherheitskonzepte für Assistenzsysteme**

Die Akzeptanz maschineller Assistenz für den Menschen ist in hohem Maß vom Vertrauen in die Sicherheit der Systeme abhängig. Ungeklärte oder intransparente Sicherheitsfragen hemmen oder verzögern den Einsatz von Assistenzsystemen. Das Projekt HoliSafeMRK widmet sich dem Thema Sicherheit in zweifacher Hinsicht:

1. In dem Projekt wird eine CASA-Software (Computer Aided Safety Assessment) entwickelt, mit der die Sicherheit von MRK-Systemen (Mensch-Roboter-Kooperation) analysiert und bewertet werden kann. Die Simulationssoftware basiert auf präzisen mathematischen

Modellen, welche es ermöglichen, sicherheitsrelevante Größen entlang des geplanten Arbeitsablaufes zu bestimmen sowie Gefahrenstellen und -Situationen zu identifizieren.

2. Zusätzlich wird ein Verfahren zur Herstellung taktiler Sensoren entwickelt, die neuartige Interaktionen ermöglichen sollen. Diese vom Projektpartner Blue Danube Robotics entwickelten „Airskin-Module“ können rund um die robotische Hardware montiert werden. Diese verfügen unter anderem über Sicherheitsfunktionen, mit denen der Roboter einfach gestoppt werden kann. Die Bedienelemente werden

mittels eines von PROFACTOR konzipierten Inkjekt-Prints auf die Module aufgebracht. Die Module und Sensoren müssen applikationsspezifisch produziert werden können, damit eine Anpassung an unterschiedlichste vom Roboter genutzte Werkzeuge möglich ist.

Die Technologien werden anhand eines pneumatischen Roboters und am Beispiel konkreter industrieller Anwendungen evaluiert.

*„HoliSafeMRK ermöglicht ein sicheres Zusammenarbeiten von Mensch und Maschine.“*

DI Dr. Andreas Pichler  
Chief Technology Officer

**Best Practice: Einfache Kamera trackt Personen im Arbeitsraum**

**Assembly Eye als Basis für eine flexible Produktion**

In welchem Produktions-Schritt befindet sich der einzelne Mitarbeiter gerade? Wie agiert er an Montageplätzen und Werkbänken und mit welcher Strategie löst er eine Aufgabe? Welche Arbeitswege hat er, wie schnell geht er, was belastet ihn ergonomisch?

Je flexibler und unvorhersehbarer eine Produktion wird und je unstrukturierter der einzelne Arbeitsplatz, desto wertvoller ist dieses Wissen. Es ist der Rohstoff für eine Produktion, die auf neue Assistenzsysteme angewiesen ist.

PROFACTOR extrahiert dieses Prozesswissen mit Deep Learning-Methoden.

Die Eigenentwicklung Assembly Eye macht es möglich, den Menschen und seine Aktivitäten ohne invasive Sensorik zu tracken: Die Bewegung der Person im Raum, das Agieren an Werkbänken und die Interaktion mit Werkzeugen, Bauteilen und Maschinen. Anwendung findet diese Technologie bei der Prozessqualitätssicherung, bei der Dokumentation von Prozessen und der Optimierung von Arbeitsabläufen. Produktionssysteme werden letztendlich befähigt, Handlungsabfolgen zu verstehen und adäquate, unaufdringliche Assistenzfunktionen in Echtzeit zu bieten. Eine weitere Anwendung ist die Bedienung mittels Projektion

auf Bauteilen: dann, wann der Mitarbeiter sie braucht und beschränkt auf das Wesentliche.

**Das Assembly Eye digitalisiert und versteht mensch-zentrierte Prozesse**

Das Assembly Eye verwendet eine Standardkamera. Mit zugehöriger Software von PROFACTOR kann es aus den Bild-daten die Bewegungen der einzelnen Akteure im räumlichen und zeitlichen Kontext extrahieren und Relevantes für den Prozessablauf digitalisieren. Je nach Bedarf ist dies die Basis für (Echtzeit-) Analysetools oder auch Input für die trainierbare Systemintelligenz (Deep Learning-Methodik).

*„Das Assembly Eye hat das Potential für ein zukünftiges Standard-Equipment bei mensch-zentrierten Produktionsprozessen. Es hilft uns beim Prozessverständnis und bei der Gestaltung von konkurrenzfähigeren und attraktiveren Arbeitsplätzen.“*

DI (FH) Harald Bauer  
Head of Visual Computing

**Assembly Eye**

TRL 3-6

Assembly Eye ist eine neue Wahrnehmungstechnologie zum digitalen Prozessverständnis (inklusive der menschlichen Bewegungen und Aktivitäten) und ermöglicht auch in unstrukturierten Arbeitsumgebungen hilfreiche Assistenzfunktionen.





**Projektname:** AutoScan - Autonomes Sensorsystem zur Fremdkörperdetektion beim manuellen Auflegen von Kohlefaserhalbzeugen  
**Förderung:** Produktion der Zukunft  
**Partner:** FACC Operations GmbH  
 INOCON Technologie GmbH

TRL 5

## AutoScan

### Leichtbau: Visual Computing lenkt das Inspektionssystem Qualitätskontrolle, ohne die Produktion zu stören

Eine Inline-Qualitätssicherung im Leichtbau mit Verbundfaserbauteilen ist vor allem wegen der hohen Kosten der Bauteile relevant. Strukturbauteile von Flugzeugen werden mittels manuellem und schichtenweisem Auflegen von Kohlefaser Prepreg-Material gefertigt. Dabei können Fremdkörper zwischen die Lagen geraten, die bisher oft erst bei der Endkontrolle entdeckt wurden. Eine manuelle Reparatur ist dann nicht mehr in jedem Fall möglich.

PROFACTOR hat ein automatisches Inspektionssystem entwickelt. Es basiert auf Wärmefluss-Thermografie und führt zu keiner Verzögerung in der Produktion. Die Inspektion erfolgt während

des Auflegens der Lage aus Kohlefaser-Prepregs. Wird ein Fremdkörper entdeckt, kann er einfach und rechtzeitig entfernt werden

Eine Visual Computing Entwicklung von PROFACTOR stellt sicher, dass Prüfung und Arbeit reibungslos parallel verlaufen. Die Personen und deren Wege im Arbeitsraum werden visuell getrackt, das intelligente System antizipiert die Wege der Werker und stellt sicher, dass Inspektion und Mensch unbeschadet voneinander agieren können.

*„Qualitätssicherung im Leichtbau muss immer in Echtzeit erfolgen, soll aber die Produktion möglichst nicht stören. Das schafft der AutoScan.“*  
 Dr. Christian Eitzinger  
 Head of Machine Vision

### Best Practice: Null-Fehler-Produktion Mit dem H-Scan zu optimalen Prozessparametern

Der Leichtbau ist in der Flugzeugindustrie ein entscheidendes Thema. Auch tragende Bauteile werden zunehmend aus Faserverbundstoffen hergestellt. Die Bearbeitung des Materials – zum Beispiel: Carbon – und damit einhergehend die Qualitätskontrolle ist eine Herausforderung. Ein Passagierflugzeug hat unzählige Bohrlöcher. Die visuelle Prüfung beschränkte sich bislang auf den Ein- und Ausgang der Bohrlöcher.

PROFACTOR hat im Auftrag von Airbus und gemeinsam mit dem Luftfahrt-Zulieferer FACC den Sensor H-Scan entwickelt. Er funktioniert wie ein Endoskop. PROFACTOR hat dabei

einen kamerabasierten Sensor entwickelt, der in Bohrlöchern von minimal 4 Millimetern Durchmesser eingesetzt werden kann. An der Spitze des Endoskops befinden sich sechs regelbare Lichtquellen. Sie liefern Photometric Stereo-Aufnahmen, die von einer Bildverarbeitungs-Software ausgewertet werden. PROFACTOR kann dabei auf seine langjährige Erfahrung mit Machine Vision und Faserverbundwerkstoffen zurückgreifen.

#### H-Scan zur Festlegung von Parametern für den Prozess

Der H-Scan kann manuell oder robotisch zur Serienprüfung eingesetzt werden.

Über die Detektion von Fehlern hinaus ist der H-Scan ein Instrument zur Optimierung des Prozesses. Der H-Scan liefert Daten, mit denen die wesentlichen Parameter des Bohrprozesses ressourcenschonend festgelegt werden können. Im konkreten Fall lässt sich mit dem H-Scan feststellen, welches Werkzeug, welche Drehzahl und welcher Vorschub eine optimale, ressourcenschonende und effiziente Fertigung ermöglichen.

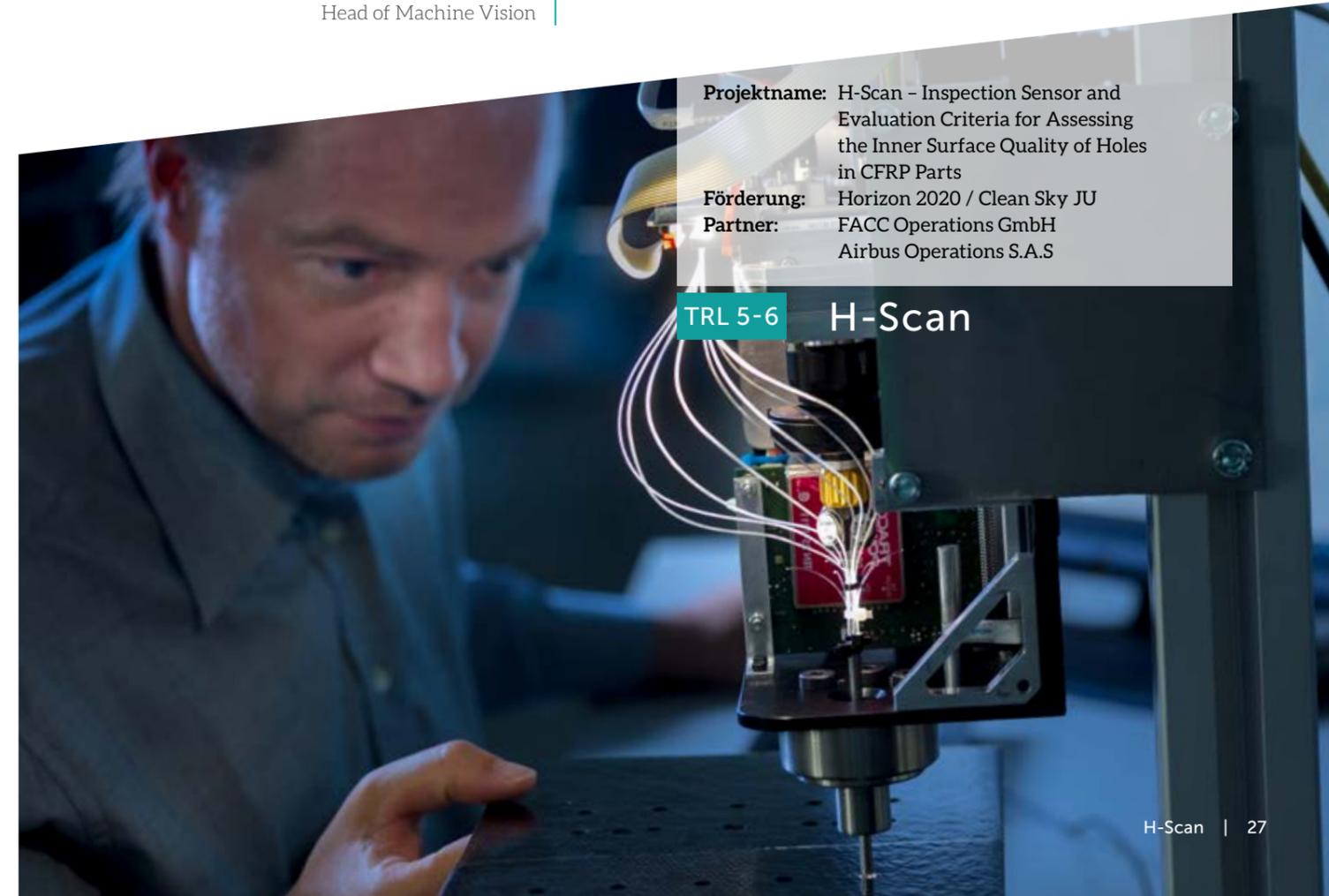
Der H-Scan ist nicht nur für die Produktion von Faserverbundbauteilen relevant. Das Setup von Sensorik und Software ist auch bei Metall- oder Metallverbundbauteilen einsetzbar.

Stichwort  
**Photometric Stereo**

Photometric Stereo ist eine Methode der Bildverarbeitung, bei der aus der Reflexion des Lichts unterschiedlicher Quellen Rückschlüsse auf die Beschaffenheit von Oberflächen gezogen werden.

*„Der H-Scan ist ein Tool, dass nicht nur Fehler detektiert. Die Daten ermöglichen auch eine Optimierung der Prozessparameter.“*

Dr. Christian Eitzinger  
 Head of Machine Vision



**Projektname:** H-Scan - Inspection Sensor and Evaluation Criteria for Assessing the Inner Surface Quality of Holes in CFRP Parts  
**Förderung:** Horizon 2020 / Clean Sky JU  
**Partner:** FACC Operations GmbH  
 Airbus Operations S.A.S

TRL 5-6

## H-Scan



XRob

TRL 6-7

**Anwendungsfelder:** Montage  
Verschraubung  
Handling & Logistik  
Prüf- und Inspektionsaufgaben

### XRob: Plattform für flexible Robotik Auf dem Weg zum perfekten Montageassistenten

Die intelligenten Robotersysteme von Morgen müssen – abgesehen von den technischen Anforderungen an Prozess und Qualität – vor allem den Ansprüchen der Nutzer hinsichtlich Bedienerfreundlichkeit gerecht werden. Diese Robotersysteme bewegen sich weg vom klassischen Programmieren und bieten neue Interaktionskonzepte, bei denen der Anwender kein Robotik-Experte sein muss. Diese Systeme zeichnen sich durch eine hohe Nutzerakzeptanz und eine rasche und leicht erlernbare Prozesserstellung aus.

Die Softwareplattform XRob kombiniert die klassischen Aufgaben der Roboteransteuerung mit neuen Programmiermethodiken und den Erkenntnissen aus der Forschung. Kognitive Intelligenz, Machine Learning oder Augmented Reality – all das fließt in die Weiterentwicklung der Plattform XRob von

PROFACTOR ein und ermöglicht auch unerfahrenen Personen den Umgang mit Robotern.

XRob bedeutet für Menschen, die mit Assistenzrobotern zu tun haben: eine einfache, rezeptbasierte Programmierung durch Einlernen, Vorzeigen oder durch 3D-Scans von Bauteilen und der Umgebung.

XRob-Assistenzroboter erlauben dem Anwender kurze Umrüstzeiten auch bei komplexen Anwendungen. Der Nutzer kennt den gewünschten Prozess, XRob hilft, diesen in der robotischen Assistenzleistung abzubilden und auch zu optimieren.

Langfristig wird der Mensch gar kein Training mehr benötigen, um den Roboterassistenten anzuwenden.

XRob kann jetzt bereits auf Veränderungen im Arbeitsraum oder am Produkt reagieren. Die integrierte Sensorik und der modulare Systemaufbau machen es möglich, den Roboter zu nutzen, der für den Prozess am besten geeignet ist. Zusätzlich werden auch die Anforderungen für kollaborative Anwendungen und mobile Lösungen unterstützt.

#### Show-Case: Mobile Roboterlösungen

XRob ist derzeit vorrangig für Schraub-, Handling und Inspektionsaufgaben anwendbar und deckt damit die wesentlichen Grundfunktionen in der Montage ab. Ziel ist es, künftig komplexe, mehrstufige Montage- und Fertigungsprozess einfach und schnell abzubilden, um die Produktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit Robotern unterstützen zu können.

*„XRob ist eine Plattform für eine flexible Robotik. Sie ermöglicht eine intuitive Nutzung und eine rasche Prozesserstellung. Robotische Anwendungen sind damit auch bei kleinen Losgrößen und bei hoher Variantenvielfalt wirtschaftlich sinnvoll.“*

DI (FH) Helmuth Nöhmayer

Business Development, Robotics and Assistive Systems



# SCHWERPUNKT ADDITIVE MIKRO-/NANO- FERTIGUNG

## Function Follows Form

Der Forschungsschwerpunkt Additive Mikro-/Nano-Fertigung folgt mehreren Trends: der individuellen Fertigung von Produkten und deren Funktionalisierung. PROFACTOR entwickelt additive Fertigungstechnologien weiter: vor allem die Nanoimprint-Lithographie, den Inkjet-Druck und den 3D-Druck von Polymeren und die Kombination dieser Verfahren.

Der produzierenden Industrie von morgen bieten wir konkrete Lösungen: Nanostrukturen auf komplexen 3D Objekten, großflächiges Nano-Imprinten, Digitalen Inkjet-Druck auf komplex geformten Oberflächen (Gläsern, Schuhen...) sowie digital gedruckte Elektronik.

Der Markt und die Zusammenarbeit mit der Industrie zeigt uns, dass additiv gefertigte Produkte nicht per se ein Schlüssel zu global wettbewerbsfähigen Produkten sind. Erst die möglichst individuelle Funktionalisierung und Gestaltung ihrer Oberflächen verleiht den Produkten einen echten Mehrwert für den Endkunden.

### PROFACTOR - Experte für den Prozess

Die Materialien - wie zum Beispiel Nano-Imprint Lacke, Tinten für den Inkjet-Druck und Filamente für FFF (Fused Filament Fabrication) - entwickeln wir in der Regel gemeinsam mit strategischen Partnern speziell für unsere Prozesse weiter. Das gilt auch für die Hardware-Komponenten.

PROFACTOR widmet sich hauptsächlich den Prozessen, der physikalischen oder chemischen Vorbehandlung, zum Beispiel: dem Plasma-Treatment zur Anpassung der Oberflächenenergie von Substraten und verschiedensten funktionellen Materialien, den Parametern für den Inkjet-Druck und Nanoimprint-Lithographie und dem Post-Processing, wie den Aushärtestrategien für funktionelle Tinten.

Branchen wie die Optik, Elektronik, Life-Sciences sowie die Hersteller hochwertiger Design-Lösungen für Consumer-Produkte profitieren von unseren innovativen Prozessen und Lösungen. Unsere Kunden profitieren zudem von unserer langjährigen Erfahrung und dem Know-How bei der Abwicklung von Forschungs Kooperationen.

### Unsere Lösungen von heute...

... ist Ihr Wettbewerbsvorteil von morgen...  
... für die Welt von übermorgen!

**„Nanoimprinten, Inkjet-Druck oder 3D-Druck:**

**PROFACTOR ist Experte für den Prozess.“**

DI Daniel Fechtig, PhD  
Head of Functional Surfaces and  
Nanostructures Group



## ADDITIVE MANUFACTURING LAB

### Nano Lab:

Atomkraftmikroskop (AFM), Ellipsometer, Viskosimeter, Kontaktwinkelmessgerät, Klimakammer, Profilometer, digitales optisches Mikroskop

### 3D Printing Lab:

Stratasys Connex2 (Objet500), HAGE3D 721, Micro Solid Creator, Formlabs Form 2 und Ultimaker 2+, MakerBot Replicator, Zugang zu Nanoscribe

### Imprint Lab:

Reinraum mit Rolle-zu-Platte UV-NIL Tool, EVG620 Nanoimprinter, NIL Equipment zum Bedrucken von flachen und gekrümmten Substraten (Eigenentwicklung), Niederdruck-Plasmagerät, Spin Coater, Slot Die Coater, single pass Inkjet Drucker, Arbeitsplätze für nasschemische Prozessierung

### Inkjet Lab:

Inkjet-Druck für Material und Weiterentwicklung und Tests von 3D-druckbaren Formulierungen; Jetting/printing Station, industrielle Druckköpfe; Dimatix DMP; Equipment zum Trocknen und Sintern von funktionellen Tinten (UV-, IR-quellen, Xenonblitzlampe, Curing Stage mit integrierten industriellen Druckkopf); UV/VIS und IR Spektrometer und Gas Chromatographie für die Analyse und Feststellung von Materialkomponenten, digitales Tampondruck Tool, robotergeführter Inkjet-druck, prototypischer 5-Achsen Inkjet-Druck für das digitale Bedrucken von Freiform-Substraten, Atmosphärendruck Plasmajet, Zugang zu atmosphärischem Plasmadrucker für funktionelle Beschichtungen

**Projektname:** LINK – Multimaterial  
Multilayer Additive Manufacturing  
by Linking Nanoimprinting and  
Inkjetprinting  
**Förderung:** AIT Strategic Research Program

LINK

TRL 1-4



### Basics: Digitale und analoge Technologien kombinieren Nanoimprint-Lithographie und Inkjet-Druck für neue Produkte

Die Kombination von Nanoimprint-Lithographie (NIL) und Inkjet-Druck ist vor allem wegen der völlig unterschiedlich großen Auflösung der beiden Technologien von Interesse. In dem Forschungsprojekt werden die Grundlagen für digitale Multimaterial-Multilagennanostrukturen auf flachen oder gekrümmten Substraten erforscht. Die Technologie reicht weit über den derzeitigen State-of-the-Art hinaus.

#### Digitale NIL, Inkjet-Druck in Mikro- und Nano-Größenordnung

Letztlich geht es darum, die NIL zu digitalisieren und den Inkjet-Druck in den Größenordnungen des Mikro- und Nanobereichs nutzbar zu machen.

Die Vision für das Forschungsvorhaben: Eine Oberfläche wird mittels NIL generisch strukturiert, auf die Struktur werden Inkjet-Tropfen gesetzt, die sich in einer gewünschten und definierten Weise verhalten.

Die Vision für Produkte: Leitfähige Tinten kombiniert mit halbleitenden Materialien und Materialien mit speziellen thermischen Eigenschaften für neuartige Bauelemente, wie zum Beispiel unsichtbare Sensoren.

NIL und Inkjet-Druck auf ebenen und gekrümmten Oberflächen wurde bereits in den vergangenen Jahren erforscht. Darauf baut die aktuelle Forschung auf. Dabei werden auch Materialien getestet, die für NIL oder den Inkjet-Druck nicht typisch sind.

**„Die Kombination von NIL und Inkjet-Druck steckt noch in den Kinderschuhen. Wenn die Vorteile der beiden Technologien verknüpft werden können, verspricht das bahnbrechende Produkte.“**

DI Dr. Michael Mühlberger  
Senior Scientist, Functional Surfaces and Nanostructures

### Inkjet-Druck: Bioinspirierter Roboterarm in einem Druckvorgang gefertigt Der Polyjet-Druck kennt das Wort unmöglich nicht

Der 3D-Druck lässt sich hinsichtlich seiner denkbaren Ergebnisse kaum noch limitieren. PROFACOR hat in einem Forschungsprojekt mit zwölf Partnern die Möglichkeiten eines Polyjet-Druckers nahezu ausgereizt.

In dreijähriger Arbeit wurden Materialien und Prozesse entwickelt, um zwei völlig unterschiedliche Objekte in einem Drucker in jeweils einem einzigen Druckvorgang zu fertigen.

Das zweite Objekt ist eine funktionsfähige Deckenleuchte, die ebenfalls in einem Druckvorgang produziert werden.

PROFACOR hat die Prozesse für den Druck mit der keramischen, hochfesten, belastbaren, leitfähigen oder hitzeresistenten Hybridmaterialien entwickelt.

**„Die Entwicklungen in dem Projekt sind für auch völlig andere Anwendungen interessant – zum Beispiel für den Leichtbau.“**

Dr. Leo Schranzhofer  
Scientist, Functional Surfaces and Nanostructures

#### Ein bioinspirierter Roboterarm und eine Deckenleuchte aus dem Drucker

Beim ersten Objekt handelt es sich um einen Roboterarm mit bioinspirierten Eigenschaften. Sämtliche elektrische Leiterbahnen, die Pneumatik und das für die mechanische Stabilität verantwortliche Material werden dabei gedruckt.



**Projektname:** DIMAP - Novel nanoparticle enhanced Digital Materials for 3D Printing and their application shown for the robotic and electronic industry  
**Förderung:** Horizon 2020 - NMP-PILOTS-2015 - NMP-07-2015  
**Partner:** Stratasy Ltd.  
Karlsruher Institut für Technologie  
Borealis Polyolefine GmbH  
Tiger Coatings  
FESTO AG & CO KG  
Philips Electronics Nederland B.V.  
Johannes Kepler Universität Linz  
Soreq Nuclear Research Center  
cirp GmbH  
PV Nano Cell Ltd  
Tecnologia Navarra de Nanoproductos

TRL 3-5

DIMAP

© Bild: Festo



**Projekte:** LINK - (siehe Seite 34)  
 AquaNOSE - Fabrication of multi analyte nanosensors for biological targets (Produktion der Zukunft)  
 M3dRES - Additive Manufacturing for Medical Research (F&E-Infrastrukturförderung)

**Partner:** Stensborg A/S

**Rolle-zu-Platte-NIL** TRL 4-6



**Entwicklung: Neues Tool ermöglicht smarte Funktionalisierung von Glas**  
 Rolle-zu-Platte-NIL: Wenn es um die Fläche geht

Die rollenbasierte Nanoimprint-Lithographie (NIL) zielt darauf ab, ebene Flächen effizient und rasch und großflächig mit Nanostrukturen zu versehen. PROFACTOR konzentriert sich dabei auf die Rolle-zu-Platte-Technologie. Die Technologie bietet sich vor allem zur Funktionalisierung von starren Oberflächen wie Glasflächen, aber auch für Life Science-Produkte an, für die Rolle-zu-Rolle-Technologien nicht angewendet werden können.

Ein Vorteil der Technologie: Beim Imprintvorgang muss jeweils nur eine

Linie Kontakt mit dem Bauteil haben. Die Herausforderung: Das Material muss innerhalb kürzester Zeit aushärten.

PROFACTOR verwendet dabei ein Patent von Stensborg A/S, bei dem die UV-Belichtungseinheit in der transparenten Rolle eingebaut ist. Das ermöglicht auch das Bedrucken von nicht-transparenten Platten.

Das Rolle-zu-Platte-NIL-Tool zur Mikro- und Nanostrukturierung im Technologiehaus von PROFACTOR ist eines der ersten seiner Art. Es ist in einer

Größenordnung von 100 Nanometer bis zu 0,1 Millimeter einsetzbar – und damit für eine Vielzahl von Anwendungen denkbar. Zum Beispiel: Mikrolinsen, unsichtbare Schalter auf Glaspaneelen, funktionelle Displays, PV-Zellen bis hin zu bakteriziden Strukturen für Oberflächen.

Möglich ist auch der Druck von mikrofluidischen Strukturen, die danach mit funktionellen Tinten gefüllt werden.

**„Wir haben das Rolle-zu-Platte-NIL-Tool im Haus und viel Erfahrung mit den Prozessparametern. Produktideen aus der Industrie können wir damit weiter entwickeln.“**

DI Dr. Michael Mühlberger  
 Senior Scientist, Functional Surfaces and Nanostructures

**3D-NIL: konsequente Weiterentwicklungen**  
 Nanoimprint-Lithographie entdeckt die dritte Dimension

Mit der Nanonimprint-Lithographie (NIL) auf gekrümmten Oberflächen oder auf Bauteilen mit komplexer Geometrie (3D-NIL) setzt PROFACTOR die rund 15-jährige Forschungsarbeit rund um die Nanoimprint-Lithographie fort.

Die Grundlagen der 3D-NIL werden seit Jahren erforscht. Die Voraussetzung für 3D-NIL sind Stempel aus flexiblem Material, die bereits vor Jahren für den Imprint auf welligen Flächen entwickelt wurden. In aktuellen Forschungsprojekten werden Einzelaspekte der herausfordernden Technologie weiterentwickelt und für konkrete industrielle Anwendungen adaptiert.

Derzeit sind Imprints von Stempeln mit einer Größe von rund 10 mal 10 Zentimetern möglich. Diese Größe stellt hohe Anforderungen an die Festlegung der Prozessparameter. Die Nanostrukturen der Stempel werden bei der Anwendung gestaucht, gestreckt oder die feinen Nanostrukturen können kollabieren.

Dennoch gibt es konkrete Beispiele für erfolgreich realisierte Anwendungen der 3D-NIL: Die Funktionalisierung von optischen Linsen mit Mottenaugenstrukturen, die den Wirkungsgrad von Linsen verbessern oder die Strukturierung von Implantaten, die das Zellwachstum beschleunigen.

3D-NIL hat ein enormes Potenzial, sie ermöglicht innovative und funktionelle Produkte. Die Herausforderungen für die Forschung sind: großflächige Nanostrukturen und deren Aufbringen auf komplexen 3D-Bauteilen, die Charakterisierung von Nanostrukturen auf gekrümmten Oberflächen, die Entwicklung von Materialien mit herausragenden optischen und mechanischen Eigenschaften sowie die Entwicklung von Maschinen für eine automatische, großflächige Nanostrukturierung.

**„3D-NIL stellt hohe Anforderungen an Material und Prozessparameter, aber die erfolgreichen Anwendungen werden laufend mehr.“**

DI Michael Haslinger  
 Scientist, Functional Surfaces and Nanostructures

**Projekte:** ANIIPF - Additives Nanoimprinting und Inkjet Printing auf Freiformflächen (bmvit)  
 LINK - (siehe Seite 34)  
 InkPad - (siehe Seite 38)  
 Minalem - MICRO and NANO optical structures for high efficient technical emergency and general lighting (EUREKA Eurostars)

TRL 4-7 **3D-NIL**





InkPad

TRL 4-7

Patenttitel: Verfahren zum Bedrucken von Substraten mit einem Druckbild  
Patentnr.: PCT/EP20177068091

### Best Practice: InkPad Technologie kombiniert digitalen und analogen Druck Individuelles Bedrucken von Produkten aus Massenproduktion

Individuelles Bedrucken von Objekten und Bauteilen mit gekrümmter Oberfläche war bislang nur sehr begrenzt und mit hohem Aufwand und robotischer Führung des Druckkopfs möglich.

Die InkPad-Technologie kombiniert Digitaldruck und analogen Druck in einem einzigen Prozess – damit ist ein individuelles Bedrucken von kleinen Objekten in hoher Qualität möglich.

Bei dieser Technologie wird ein Pad (Tampon) aus Silikon digital bedruckt, danach aufgeblasen und damit das Objekt mehrfarbig bedruckt.

#### Patent auf neuartigen Druckprozess

Die Herausforderung: Die verschiedenfarbigen Inkjet-Tinten dürfen sich nicht vermischen. Das Pad verfügt deshalb über eine Membran, die mittels Nanoimprint-Lithographie strukturiert wurde. PROFACTOR hält ein Patent für dieses Verfahren.

Die Haftung der Tinten an den Objekten mit nicht-saugenden Oberflächen ist eine Herausforderung. PROFACTOR hat dazu ein Verfahren mit UV-härtenden Tinten entwickelt, bei dem die Lampe zur Aushärtung in dem System inkludiert ist.

Die Einsatzmöglichkeiten liegen auf der Hand. Herkömmliche starre Produkte aus Massenproduktion – in der Regel Kunststoffprodukte wie Golfbälle oder Ähnliches – können mit dem Verfahren mit qualitativ hochwertigen und individuellen Designs gestaltet werden.

„Die InkPad-Technologie ist eine Möglichkeit, um Produkte aus Massenproduktion individuell und qualitativ hochwertig zu bedrucken.“

DI Julia Kurzmann

Junior Research Engineer, Functional Surfaces and Nanostructures

## PUBLIKATIONEN (AUSZUG)

### Reviewte Veröffentlichungen in Periodika

- » SC. Akkaladevi, M. Plasch, S. Maddukuri, C. Eitzinger, A. Pichler and B. Rinner; **Toward an Interactive Reinforcement Based Learning Framework for Human Robot Collaborative Assembly Processes**. Front. Robot. AI 5:126. doi: 10.3389/frobt.2018.00126
- » H. D. Wanzenboeck, A. Prinz, P. Taus, Patrick Schuller, Mostafa M Shawrav, M. Schinnerl, A. Tsenov, M. Haslinger, M. Muehlberger; **Mastering of NIL stamps with undercut T-shaped features - from single layer to multilayer stamps**, Microelectronic Engineering
- » Ch. Wögerer, M. Mühlberger, M. Ikeda, J. Kastner, N. Chowdary Chitturi, A. Pichler; **Investigation of Robot Based Inkjet - Printing on 3D Printed 3D Surfaces**, DDMC proceedings ISBN 978-3-8396-1320-7
- » J. Kastner, T. Faury, H. M. Außerhuber, T. Obermüller, H. Leichtfried, M. J. Haslinger, E. Liftingner, J. Innerlohinger, I. Gnatiuk, D. Holzinger, T. Lederer; **Silver-based reactive ink for inkjet-printing of conductive lines on textiles**, Microelectronic Engineering 176 (2017) 84-88 pdf, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mee.2017.02.004>
- » G. Weichhart, A. Hämmerle, **Lagrangian Relaxation Realised in the NgMPPS Multi Actor Architecture**, Partner: Stensborg A/S, MATES 2017, LNAI 10413, pp. 1-18, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-64798-2\_9
- » A. Hämmerle, G. Weichhart; **Variable Neighbourhood Search Solving Sub-problems of a Lagrangian Flexible Scheduling Problem, Proceedings of the 6th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems - Volume 1: ICORES**, 2017, 234-241
- » I. Ciuciu, C. Debruyne, C., H. Panetto, G. Weichhart, P. Bollen, A. Fensel, M.-E. Vidal (Eds.) **On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2016 Workshops** Springer International, 2017, 1003
- » G. Weichhart; B. Roljic, A. Beham, M. Frühwirth, R. Steringer, U. Neissl, V. Grote, J. Karder, H. Zörrer; I. Ciuciu, C. Debruyne, H. Panetto, G. Weichhart, P. Bollen, A. Fensel, M.-E. Vidal, (Eds.); **Enterprise interoperability as framework for project knowledge management On the Move to Meaningful Internet Systems, OTM 2016 Workshops**, Springer International Publishing, 2017, 10034
- » Ch. Stary, G. Weichhart; **Enabling Digital Craftsmanship Capacity Building: A Digital Dalton Plan Approach**, ECCE 2017 Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics 2017, 43-50, Umea, Sweden, Sept 2017, doi:10.1145/3121283.3121287
- » G. Weichhart, Ch. Stary; **Project-based learning for complex adaptive enterprise systems**, IFAC-PapersOnLine, Elsevier, 2017, 50, 12991 - 12996; DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1810
- » E. Lughofer, R. Pollak, A.-C. Zavoianu, Mahardhika Pratama, P. Meyer-Heye, H. Zörrer, Ch. Eitzinger, J. Haim, T. Radauer; **Self-Adaptive Evolving Forecast Models with Incremental PLS Space Update for Online Predicting Quality of Microfluidic Chips**, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 68, February 2018, Pages 131-151, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.11.001>
- » E. Lughofer, Roland Richter, U. Neissl, W. Heidl, Ch. Eitzinger, T. Radauer; **Explaining classifier decisions linguistically for stimulating and improving operators labeling behavior**, Information Sciences, Volume 420, December 2017, Pages 16-36, <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.08.012>
- » S. Chandra Akkaladevi, M. Plasch, A. Pichler; **Skill-based learning of an assembly process**, e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, Springer, DOI: 10.1007/s00502-017-0514-2
- » H. Brueckl, M. Muehlberger; Special Issue: **Micro-and Nano-Fabrication Preface**, Microelectronic Engineering 176 (2017), A1-A1
- » M. Muehlberger, M. J. Haslinger, J. Kurzmann, M. Ikeda, A. Fuchsbaauer, T. Faury, T. Koepplmayr, H. Ausserhuber, J. Kastner, C. Woegerer, D. Fechtig; **Function Follows Form: Combining Nanoimprint and Inkjet Printing**, Proc. SPIE 10446, 33rd European Mask and Lithography Conference, 104460Z (28 September 2017); doi: 10.1117/12.2282503; <http://dx.doi.org/10.1117/12.2282503>;
- » A. Shoshi, P. Schneeweiss, M. Haslinger, T. Glatzl, G. Kovács, J. Schinerl, M. Muehlberger and H. Brueckl; **Biomolecular detection based on the rotational dynamics of magneto-plasmonic nanoparticles**, Proceedings of the EuroSensors 2017 Conference, Proceedings 2017, 1(4), 541; doi:10.3390/proceedings1040541

### Reviewte Veröffentlichungen in Konferenzproceedings

- » S. C. Akkaladevi, M. Plasch, C. Eitzinger, A. Pichler and B. Rinner; **Towards a Context Enhanced Framework for Multi Object Tracking in Human Robot Collaboration**, IROS 2018.
- » A. Pichler, S. C. Akkaladevi et al; **Towards shared autonomy for robotic tasks in manufacturing**, in Proc. FAIM 2017, Modena Italy.
- » C. Debruyne, H. Panetto, G. Weichhart, P. Bollen, I. Ciuciu, M. & E. Vidal, R. Meersman (Eds.); **On the Move to Meaningful Internet Systems, OTM 2017 Workshops**, Confederated International Workshops: EI2N, FBM, ICSP, Meta4eS, OTMA 2017 and ODBASE Posters, Springer International Publishing AG, 2018
- » S. Chandra Akkaladevi, M. Plasch, Ch. Eitzinger, B. Rinner; **Context Enhanced Multi-Object Tracker for Human Robot Collaboration**, The 2017 Conference on Human-Robot Interaction (HRI2017) Vienna, Austria, March 6-9, 2017.
- » A. Wagner, A. Kreuzer, C. Paulik, A. Fuchsbaauer, L. Schranzhofer; **Curing and foaming of light weight polymeric inks containing core-shell particles used for polyjet printing**, Frontiers in Polymer Science 2017
- » M. J. Haslinger, V. M. Reddy, H. Außerhuber, A. Fuchsbaauer, J. Kastner, Andrea Bocchino, Conor O'Mahony, D. Fechtig; **3D printed Micro Needles for Drug delivery**, bionanomed2017
- » G. Weichhart, A. Hämmerle, **Lagrangian Relaxation Realised in the NgMPPS Multi Actor Architecture**, MATES 2017, LNAI 10413, pp. 1-18, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-64798-2\_9
- » E. Lughofer, R. Pollak, A.-C. Zavoianu, M. Pratama, P. Meyer-Heye, H. Zörrer, Ch. Eitzinger, J. Haim, T. Radauer; **Self-Adaptive Evolving Forecast Models with Incremental PLS Space Update for On-line Predicting Quality of Microfluidic Chips**, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 68, February 2018, Pages 131-151, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.11.001>
- » C. Heindl, T. Pönitz, G. Stübl, A. Pichler, J. Scharinger; **Spatio-thermal depth correction of RGB-D sensors based on Gaussian Processes in real-time**, Proceedings of the 10th International Conference on Machine Vision, 2017



## IMPRESSUM

**Herausgeber, Medieninhaber und Hersteller  
PROFACTOR GmbH**

Im Stadtgut A2 | 4407 Steyr-Gleink | Austria  
Tel. +43 (0)7252-885-0 | Fax: +43 (0)7252-885-101  
sekretariat@profactor.at | www.profactor.at  
Firmenbuchnummer: FN 129658z  
Gerichtsstand: Landesgericht Steyr

**Für den Inhalt verantwortlich: PROFACTOR GmbH**

Redaktion: PROFACTOR GmbH  
Layout: Doris Papsch-Musikar  
Fotos: PROFACTOR, UAR, Festo, iStock  
© Steyr-Gleink, 2018

Dieses Projekt wird gefördert aus Mitteln des EFRE  
(Europäischer Fond für Regionale Entwicklung) sowie  
vom Bund und Land OÖ.

