

PROFACTOR  
unterstützt  
Unternehmen mit  
Innovationen für  
die Produktion  
der Zukunft

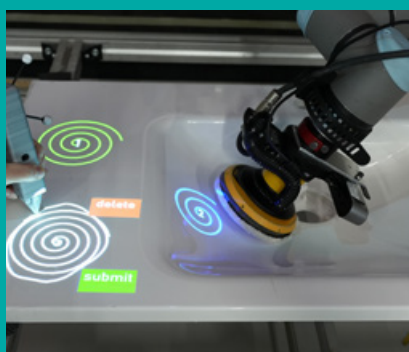
# FORSCHUNG TECHNOLOGIEN LÖSUNGEN

## INHALT

Vorwort des Aufsichtsratsvorsitzenden	3
Vorwort des Geschäftsführers	4
Unsere Mission	5
Unsere Werte	6
Wichtige Unternehmenskennzahlen	7
Unser Forschungsprogramm	9
Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit	11
From Research to Production	12

### UNSERE FORSCHUNGSTHEMEN

ab Seite 14



#### Robotik 13

Projekt BatteryLife	15
Projekt DrapeBot	16



#### Human Centered Computing 17

Projekt FlexSpect.AI	19
Projekt Concert	20



#### Zerstörungsfreie Inspektion 21

Projekt ZERO3	23
Projekt SeConRob	24



#### Nanoimprint Lithografie 25

Projekt SmartWin	27
Projekt TINKER	28



#### Multimaterial Inkjet Druck 29

Projekt INKplant	31
Projekt ICanary	32

Unser Partner-Netzwerk 33

Wissenschaftliche Publikationen 34

# Vorwort des Aufsichtsratsvorsitzenden

DI Dr. Wilfried Enzenhofer, MBA – Vorsitzender des Aufsichtsrates

Die innovative Vision von Industrie 5.0 lenkt Europa in Richtung einer menschenzentrierten, nachhaltigen und resilienten Zukunft.

Diese parallele Umsetzung der digitalen, ökologischen und menschengerechten Transformation ist das wichtigste Innovationsthema in Industriebetrieben und zugleich ein entscheidender Wettbewerbsfaktor.

Nur wer alle Dimensionen gleichermaßen gut meistert, wird sich im internationalen Wettbewerb behaupten und erfolgreich sein.

Die Industrie verlangt Innovationspartner, die sie kompetent und ganzheitlich bei dieser Transformation begleiten. Dabei ist PROFACTOR ein wesentlicher Akteur innerhalb des UAR Innovation Networks.

In der strategischen Zusammenarbeit zwischen dem Austrian Institute of Technology (AIT) und der Upper Austrian Research (UAR) orientiert sich PROFACTOR in seiner wissenschaftlichen Ausrichtung an den Kernprinzipien von Industrie 5.0 und bringt seine Stärken in den Bereichen industrielle Automation und additive Mikro- und Nano-Fertigung ein.

Zahlreiche namhafte, international agierende Unternehmen vertrauen auf das Know-how von PROFACTOR.

Auf internationaler Ebene hat PROFACTOR die Zusammenarbeit mit der europäischen F&E-Community kontinuierlich intensiviert. Das Forschungs- und Technologieunternehmen koordiniert zahlreiche EU-Forschungsvorhaben und ist an vielen Projekten beteiligt.

Dank einer klaren Strategie und dem großen Einsatz des Teams zählt PROFACTOR zu den Top-Performern im Einwerben von EU-Fördermitteln im außeruniversitären Bereich in Österreich. Mit Hauptsitz in Steyer ist PROFACTOR dabei regionaler Spitzenreiter.

Wir bedanken uns beim gesamten Team von PROFACTOR für das kontinuierlich hohe Engagement. Der Blick des Forschungszentrums ist stets in die Zukunft gerichtet.

Wir sind höchst zuversichtlich, dass PROFACTOR den Erfolgskurs weiterführen wird, und freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit.



**„PROFACTOR gestaltet Industrie 5.0 mit – durch ganzheitliche Transformation mit Fokus auf nachhaltigen Erfolg.“**

**DI DR. WILFRIED ENZENHOFER, MBA**

# Vorwort des Geschäftsführers

Dr. Christoph Breitschopf – Geschäftsführer

PROFACTOR ist konsequent auf Lösungen fokussiert, die der Industrie echten Mehrwert bieten und sie fit für den globalen Wettbewerb halten.

Unsere Entwicklungen stärken Unternehmen nachhaltig und setzen durch Innovation und Technologie neue Maßstäbe, die den aktuellen Stand der Technik übertreffen.

In unserer Vision arbeiten Mensch und Maschine Hand in Hand, um Flexibilität, Effizienz und Qualität zu maximieren. Dadurch können Unternehmen schneller und einfacher auf die Anforderungen ihrer Kunden reagieren.

Wir forschen zielgerichtet und in der notwendigen Tiefe, um Ergebnisse zu liefern, die direkt in der Industrie umsetzbar sind.

Unser Anspruch „From Research to Production“ ist uns dabei besonders wichtig und bringt messbare Vorteile für unsere Partner und Kunden.

Unser Ziel ist es, Technologien und Lösungen zu liefern, die eine hochflexible und maßgeschneiderte Produktion ermöglichen. Dadurch unterstützen wir unsere Kunden nicht nur ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen, sondern auch hochwertige Produkte zu schaffen und den Umweltschutz zu fördern.

Daher ist es für uns entscheidend, die Entwicklungen und Potenziale von Industrie 5.0 für die österreichische und europäische Produktion genau zu analysieren.

Unsere Forschung konzentriert sich auf zwei zentrale Bereiche: Industrielle Automatisierungssysteme und Additive Mikro- und Nano Fertigung, in denen wir in fünf interdisziplinären Forschungsfeldern innovative Technologien und Lösungen für die Industrie entwickeln.

PROFACTOR wird durch seine engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter getragen, die in einem Umfeld tätig sind, das Freiraum für visionäres Denken und Innovation bietet.

Dieses Engagement macht PROFACTOR zu einem begehrten Arbeitgeber. Mit Herzblut betreiben wir Forschung und deren industrielle Umsetzung – immer mit dem Ziel, Lösungen zu entwickeln, die direkt in der Produktion eingesetzt werden können.



**„Mit Herzblut betreiben wir Forschung für die Industrie – mit dem klaren Ziel, Innovationen rasch in die Produktion zu bringen.“**

**DR. CHRISTOPH BREITSCHOPF**

# Unsere Mission

Forschung, Technologien und Lösungen für die Produktion der Zukunft

## From Production to Research

PROFACTOR antizipiert, durch den engen Kontakt mit der Industrie, vor welchen Herausforderungen sie stehen, 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 wettbewerbsfähiger zu machen. 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.

Durch unsere Lösungen sind unsere Kunden im Wettbewerb einen Schritt voraus.



# Unsere Werte

Von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern formuliert. 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 Kolleg:Innen mit Respekt und Wertschätzung.



## Vorsprung

Wir verschaffen Kunden Vorteile und einen Vorsprung im Wettbewerb.



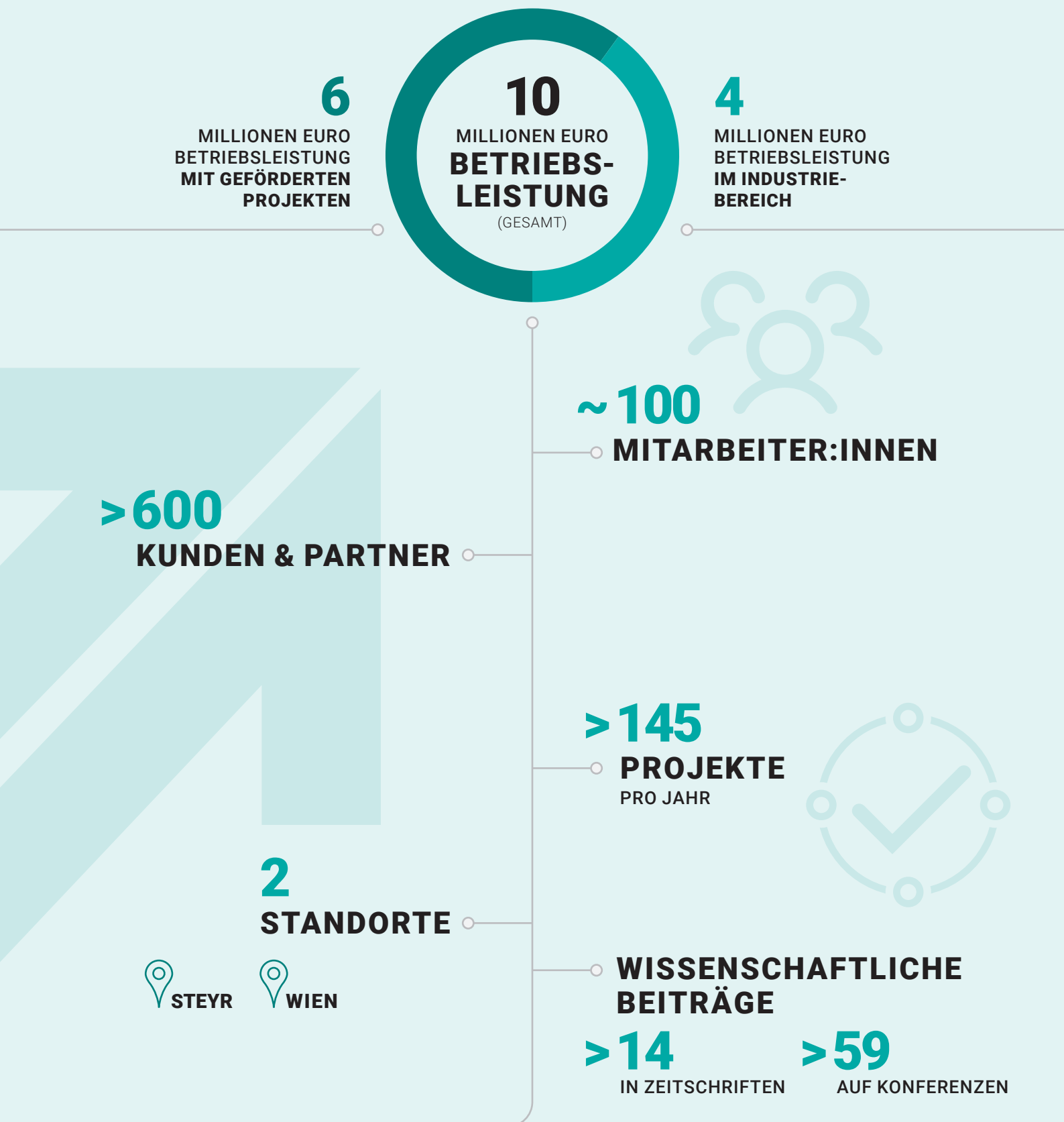
## Verantwortung

Wir handeln unternehmerisch. Wir tragen Verantwortung für Ressourcen.



# Wichtige Unternehmenskennzahlen

PROFACTOR auf einen Blick





# Unser Forschungsprogramm

DI Dr. Andreas Pichler – Chief Technology Officer

Die Produktionstechnik erlebt einen tiefgreifenden Wandel durch die Industrie 5.0, dabei werden Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI), das Internet der Dinge (IoT) und hochpräzise Fertigungsverfahren rund um den Menschen eingesetzt.

Diese Entwicklung ermöglicht eine flexible, nachhaltige und effiziente Gestaltung von Produktionsprozessen, bei der Mensch und Maschine eng zusammenarbeiten. In Österreich und Europa treibt das Forschungs- und Technologieunternehmen PROFACTOR diesen Wandel maßgeblich voran.

PROFACTOR führt jährlich rund 150 Forschungsprojekte durch, die von der Grundlagenforschung bis zur Integration in die Produktionslinien reichen.

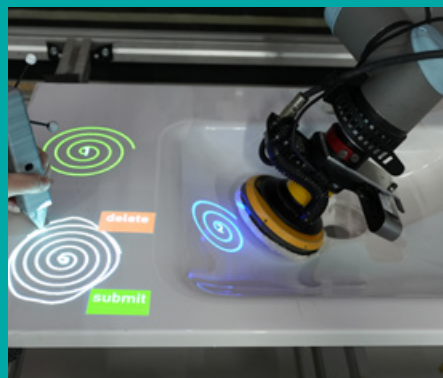
Wir arbeiten an geförderten Projekten als auch an direkten Industriaufträgen. Diese Kombination ermöglicht es, neue wissenschaftliche Erkenntnisse schnell in industrielle Anwendungen umzusetzen.

Die Forschung von PROFACTOR konzentriert sich auf fünf zentrale Bereiche. Diese Forschungsfelder stehen im Einklang mit den Zielen der Europäischen Union die Umsetzung von Industrie 5.0 in Unternehmen voranzutreiben. Diese EU-Strategie zielt auf eine nachhaltige Industrie, die ökologische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Dimensionen berücksichtigt. Sie unterstützt den „Europäischen Green Deal“ und fördert eine Wirtschaft, die den Menschen zugutekommt.

## **PROFACTOR spielt eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung dieser Strategie in Österreich und Europa.**

Insgesamt trägt PROFACTOR durch seine Innovationen und enge Zusammenarbeit mit internationalen Partnern zur Gestaltung der „Fabrik der Zukunft“ bei und stärkt die Wettbewerbsfähigkeit Europas. Mit einem klaren Fokus auf Nachhaltigkeit und technologischer Exzellenz positionieren wir uns als Pioniere im kontinuierlichen industriellen Wandel.

## FROM RESEARCH TO PRODUCTION



### Robotik

In der Robotik entwickeln wir Systeme, die autonom Entscheidungen treffen und sich in Echtzeit an neue Bedingungen anpassen können.

Seite 13



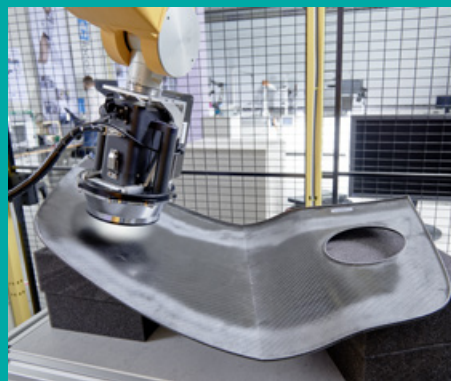
### Human Centered Computing

Human Centered Computing verbindet Bildverarbeitung, Tracking-technologien und maschinelles Lernen, um den Menschen besser in den Produktionsprozess zu integrieren.

Seite 17

„Bei PROFACTOR verbinden wir Forschung und industrielle Anwendung, um nachhaltige und menschenzentrierte Fertigung Realität werden zu lassen.“

DI DR. ANDREAS PICHLER



### Zerstörungsfreie Inspektion

Der Bereich der zerstörungsfreien Inspektion zielt auf „Zero Defect Manufacturing“ ab, bei dem das Ziel ist, Produktionsausschuss vollständig zu vermeiden.

Seite 21



### Nanoimprint Lithografie

Die Nanoimprint-Lithografie ermöglicht es, Oberflächen von additiv gefertigten Bauteilen mit speziellen Funktionalitäten auszustatten.

Seite 25



### Multimaterial Inkjet Druck

Mit dem Multimaterial-Inkjet-Druck wird ein berührungsloser Beschichtungsprozess ermöglicht, der eine höhere Flexibilität und Digitalisierung ermöglicht.

Seite 29

# Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit

## Innovative Technologien für eine nachhaltige Zukunft

PROFACTOR steuert als führendes österreichisches Forschungsunternehmen einen Beitrag zu den Sustainable Development Goals (SDGs) bei.

Mit dem Fokus auf innovative Technologien und nachhaltige Lösungen unterstützen wir unsere Industriekunden industrielle Prozesse ressourceneffizienter und umweltfreundlicher zu gestalten. Gemeinsam tragen wir aktiv zur Lösung aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen bei. Damit positioniert sich PROFACTOR als verantwortungsvoller Innovationspartner für eine nachhaltige und zukunftsorientierte Entwicklung.

### Förderung nachhaltiger Innovationen

PROFACTOR trägt zur Stärkung nachhaltiger Industrie- und Innovationsstrukturen bei (SDG 9).

Mit Technologien wie der Mensch-Roboter-Kollaboration oder digitalen Zwillingen werden industrielle Prozesse effizienter, flexibler und ressourcenschonender gestaltet. Diese Ansätze unterstützen den Übergang zu einer zukunftsfähigen Produktion.

### Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft

Ein bedeutender Schwerpunkt liegt auf der Förderung nachhaltiger Konsum- und Produktionsmuster.

Projekte zur Verlängerung der Lebenszyklen von Produkten, wie etwa Batterien, zeigen auf, wie Ressourcen geschont und Abfälle reduziert werden können. Solche Initiativen stärken die Kreislaufwirtschaft und reduzieren den ökologischen Fußabdruck industrieller Produkte und Prozesse.

### Gesundheit und Sicherheit

Im Bereich der Gesundheit entwickelt PROFACTOR Technologien, die die medizinische Versorgung und Ausbildung verbessern sowie Technologien für innovative Implantate.

Virtuelle Trainingsplattformen für Chirurgen sind nur ein Beispiel für den innovativen Einsatz von Technologie zur Erhöhung der Patientensicherheit und zur Verbesserung der Qualität medizinischer Dienstleistungen.

### Verbesserung von Arbeitsbedingungen

Die Forschung von PROFACTOR zielt auch darauf ab, Mitarbeiter:innen in Arbeitsprozesse zu entlasten und Wirtschaftswachstum zu fördern.

Durch intelligente Automatisierung und ergonomische Arbeitsumgebungen wird die Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen optimiert, wodurch sicherere und produktivere Arbeitsplätze geschaffen werden.

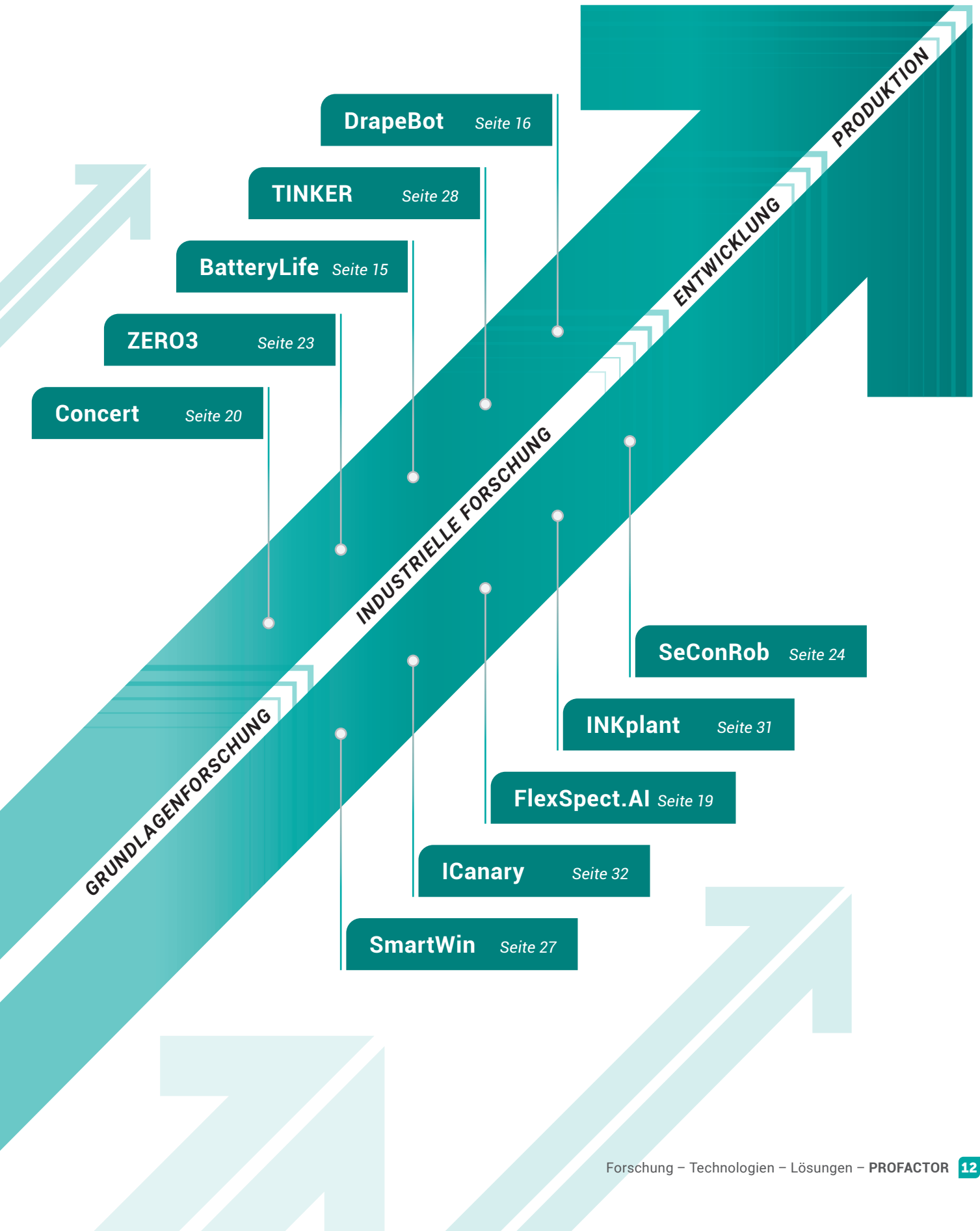
### Beitrag zum Klimaschutz

Energieeffiziente Technologien und ressourcenschonende Prozesse, die in unseren Forschungsprojekten entwickelt werden, helfen, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren und leisten einen Beitrag zu nachhaltigen Lösungen für globale Umweltprobleme.



# From Research to Production

Forschungsprojekte von der Grundlagenforschung bis zur Produktionsreife



# Robotik



# Robotik

## Forschungsfeld im Bereich Industrielle Automatisierungssysteme

Die Robotergeneration der Zukunft wird auf hochentwickelten Systemen basieren, die weit über die bisherigen Standards der intelligenten Sensorik und Algorithmik hinausgehen.

Diese Maschinen werden nicht nur Informationen erfassen, sondern auch komplexe Entscheidungen autonom treffen und sich dynamisch an neue Situationen anpassen. Dank fortschrittlicher kognitiver Fähigkeiten und künstlicher Intelligenz werden diese Roboter in der Lage sein, flexibel auf unvorhergesehene Herausforderungen zu reagieren.

### Autonome Entscheidungsfähigkeit und lernfähige Systeme

Im Mittelpunkt stehen dabei Technologien, die es Maschinen ermöglichen, ihre Entscheidungsfähigkeit kontinuierlich zu verbessern. Durch den Einsatz von modernsten KI-Methoden werden Roboter nicht nur auf vordefinierte Regeln zurückgreifen können, sondern auch aus ihren Erfahrungen lernen und ihr Verhalten in Echtzeit anpassen.

Diese Systeme werden eine zentrale Rolle in der Industrie 5.0 spielen, wo Menschen und Maschinen in symbiotischen Arbeitsumgebungen zusammenarbeiten. Ein Schlüssel zu dieser Entwicklung wird die Fähigkeit der Maschinen sein, Entscheidungen auf Basis von Echtzeitdaten zu treffen, was die Effizienz und Flexibilität in der Produktion erheblich steigern wird.

### Human-Centered Cognitive Automation

Hier setzt man auf die kognitive Automatisierung, die den Menschen in den Mittelpunkt stellt. Hier geht es darum, komplexe und bisher schwer automatisierbare Aufgaben effizient zu bewältigen, insbesondere bei kleinen Losgrößen und maßgeschneiderten Produktionen. Innovative Technologien wie Natural Language Processing (NLP) und fortgeschrittene KI-Modelle werden die Mensch-Roboter-Interaktion revolutionieren.

Durch intuitive Mensch-Maschine-Schnittstellen können selbst komplexe Aufgaben mit minimalem Programmieraufwand delegiert werden. Diese Entwicklungen zielen darauf ab, den Übergang von traditioneller zu kognitiv unterstützter Fertigung zu ermöglichen, wo Roboter als adaptive Partner agieren und nicht nur als Werkzeuge.

### Flexible Produktionsautomatisierung

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die flexible Produktionsautomatisierung, bei der fortschrittliche Robotiksysteme eingesetzt werden, um eine Vielzahl von Materialien wie Holz, Metall und Kunststoff zu verarbeiten. Hierbei wird auf Technologien gesetzt, die einen hohen Reifegrad erreicht haben und in der Lage sind, sich ad-hoc an veränderte Produktionsanforderungen anzupassen.

Durch den Einsatz von Bildverarbeitung, KI-basierter Prozessoptimierung und digitalen Zwillingen wird die Fertigung nicht nur schneller und präziser, sondern auch deutlich flexibler. Zukunftsweisende Anwendungsfälle beinhalten die mehrstufige Materialbearbeitung in Handwerksprozessen, die durch kontinuierliche Nutzerinteraktionen und adaptive Maschinensteuerung unterstützt werden.

### Ausblick: Die nächste Generation der Robotik

Diese Entwicklungen markieren den Beginn einer neuen Ära in der Robotik, wobei Maschinen nicht nur Werkzeuge, sondern intelligente Partner in der Produktion sind. Durch die Integration von zum Beispiel neuartigen KI-Methoden oder IoT (Internet der Dinge) wird die Vernetzung und Interaktion von Maschinen untereinander und mit ihren menschlichen Kollegen weiter verbessert.

Das Ziel ist, durch diese Innovationen die Produktivität und Flexibilität der industriellen Fertigung zu optimieren und gleichzeitig neue Möglichkeiten für maßgeschneiderte und nachhaltige Produktionsprozesse zu schaffen. Die Zukunft der Robotik liegt in der Symbiose von Menschen und Maschinen, wo beide voneinander lernen und gemeinsam die Herausforderungen der modernen Fertigung meistern.

# Projekt BatteryLife

## Verlängerung von Batterielebenszyklen durch Sekundärnutzung

Die hohen Anschaffungskosten von Lithium-Ionen-Batterien (LIB) sind ein zentrales Hindernis für die breite Einführung von Elektrofahrzeugen. Mit zunehmendem Alter erfüllen Traktionsbatterien die Anforderungen an Leistungs- und Energiedichte oft nicht mehr.

Eine Zweitnutzung dieser Batterien bietet jedoch eine Lösung, um die Anschaffungskosten zu senken und die Lebensdauer der Batterien zu verlängern.

Dies kann zusätzliche Einnahmen generieren und die Umweltbilanz der Elektromobilität verbessern. Potenzielle Anwendungen sind beispielsweise Hausspeicher für Photovoltaikanlagen oder Pufferbatterien zur Stromspitzenabdeckung in intelligenten Ladesäulen.

### ZIELSETZUNG

Das Projekt zielt darauf ab, offene Fragen zur Sekundärnutzung von Batterien zu klären. Dabei müssen die Anforderungen an Second-Life-Konzepte auf verschiedenen Ebenen (Pack-, Stack-, Modul- und Zellebene) unter Berücksichtigung von Produktdesign, Produktionsprozessen und Analysemethoden untersucht werden.

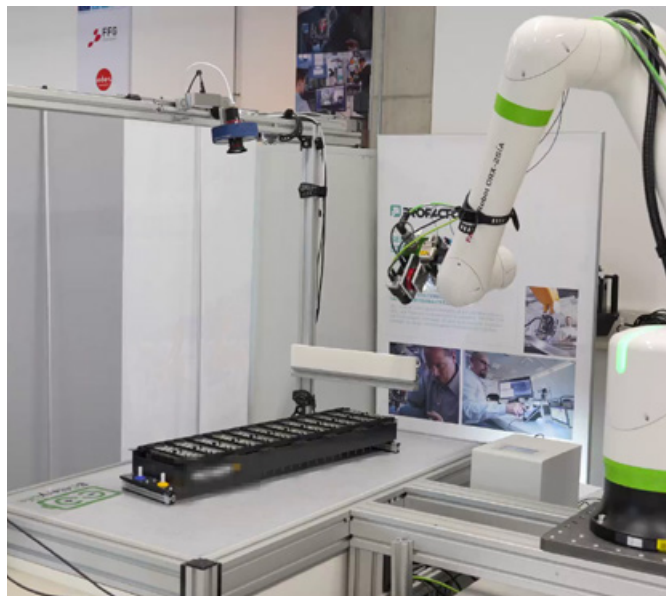
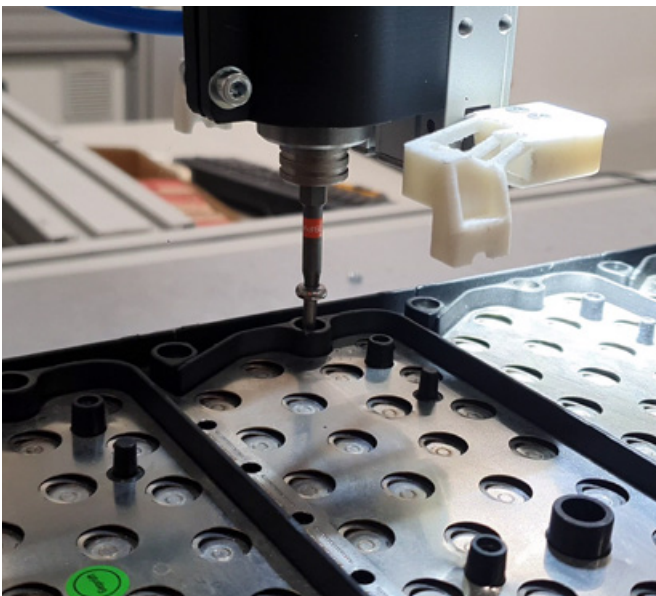
Zudem erfordert die Sekundärnutzung ein tiefes Verständnis

der aktuellen und zukünftigen Zellchemie, um Energiespeicher für erweiterte Lebenszyklen vorzubereiten und ihren Zustand effektiv analysieren zu können.

Um die Wiederverwendbarkeit von Batterien ökonomisch sinnvoll zu gestalten, sind effiziente Montage-, Wartungs- und Demontageverfahren entscheidend. Ziel des Projekts ist es, ein umfassendes Wiederverwendungskonzept zu

entwickeln, effiziente Messmethoden zur Bewertung von Batterien zu schaffen und die Produktivität in der Herstellung und Wiederverwendung zu steigern.

Die entwickelten Technologien sollen in praxisnahen Labor-demonstrationen getestet und ihre ökologische Wirkung hinsichtlich Emissionsreduktionen und Ressourcenverbrauch evaluiert werden.



# Projekt DrapeBot

## Kollaboratives Drapieren von Kohlefaserteilen

Bei der Herstellung von CFK-Verbundbauteilen werden mehrere Lagen von Kohlenfasergeweben in eine Form drapiert. 30% aller CFK-Bauteile werden mit diesem Verfahren produziert. Das Drapieren wird üblicherweise manuell durchgeführt. Dabei ist besonders auf die exakte Position der einzelnen Zuschnitte in der Form zu achten, auf die Vermeidung jeder Art von Falten und auf die richtige Orientierung der Fasern. Die Aufgabe erfordert Geschicklichkeit, weil ein ebenes Gewebe dabei faltenfrei an eine komplexe, typischerweise doppelt gekrümmte 3D-Form angepasst werden muss.

### ZIELSETZUNG

Im Projekt DrapeBot werden Methoden zur Mensch-Roboter-Kollaboration entwickelt, mit denen das Drapieren teilautomatisiert werden kann.

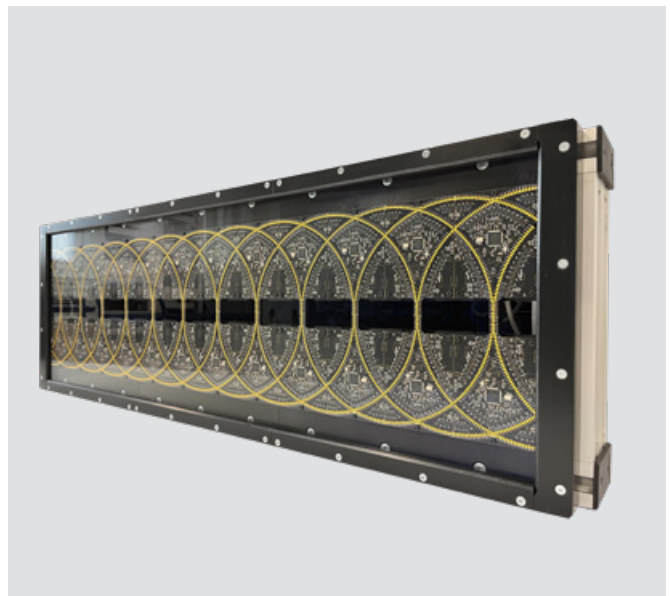
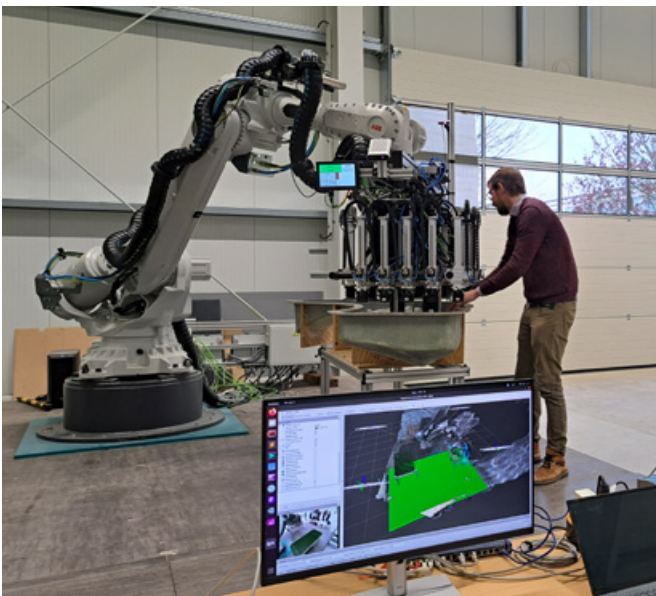
Dabei übernimmt der Roboter die genaue Positionierung des Zuschnittes und das Drapieren auf schwach gekrümmten Flächenteilen, während ein/e Mitarbeiter:in die stärker gekrümmten Teile übernimmt, die hohe Geschicklichkeit erfordern. Zusätzlich unterstützt der Roboter auch beim Transport großer Zuschnitte, ab

ca. 1,5m Länge, die von einer Person alleine nicht transportiert werden könnte.

Technologisch erfordert das Projekt Methoden zur automatischen Planung von kollaborativen Prozessen, zur Adaptierung der Bewegung in Abhängigkeit der Aktionen des Menschen und zur Erkennung des Menschen im Arbeitsraum des Roboters. Um die hohen Qualitätsanforderungen erfüllen zu können, ist im Greifer zusätzliche Sensorik installiert, die die Messung der

Faserorientierung übernimmt und die Positionierung der Zuschnitte kontrolliert.

Um eine technisch einwandfreie Ausführung des Drapierprozesses sicherzustellen, wird ein flexibler und modularer Greifer entwickelt, dessen integrierte Sensorik die Position des Zuschnittes und die Verformung des Gewebes beim Drapieren überwachen kann. Bei der Entwicklung des Greifers werden auch die Anforderungen an eine Mensch-Roboter-Kooperation spezifisch erfasst.



# Human Centered Computing



# Human Centered Computing

## Forschungsfeld im Bereich Industrielle Automatisierungssysteme

Die humanzentrierte Produktion mit modernen Produktionsstätten und gut ausgebildeten Fachkräften in Europa ist einem stetigen Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Deshalb, müssen unterschiedlichste (teils auch konträre) Anforderungen wie z.B. Flexibilisierung der Produktion, Qualitätssteigerung, Effizienzsteigerung, Produktvielfalt und Individualisierung gemeistert werden.

Das Forschungsfeld Human-Centered Computing zielt darauf ab, Digitalisierung und Assistenzsysteme voranzutreiben.

### Kognitive Assistenzsysteme und Interaktionstechnologien

Die Forschungsergebnisse aus unseren Projekten münden in weiterentwickelte industrielle Assistenzsysteme. Diese

- » verbessern die wirtschaftliche Performance (Qualitätssteigerung, Effizienzsteigerung, etc.),
- » entlasten die Benutzer:Innen dieser Systeme und
- » vereinfachen den Wissenstransfer bei der Einschulung von Mitarbeiter:Innen (z.B. von Experten zu Einsteigern).

PROFACTOR ermöglicht hierbei mit Wahrnehmungstechnologien das maschinelle Verständnis dynamischer Arbeitsumgebungen. Kompetenzen im Bereich von Computer Vision und KI-basierte Entwicklungen wie z.B. Objektlage-Erkennung und Aktivitätserkennung spielen hierbei eine große Rolle.

Besonderer Wert wird auf die effiziente Nutzung von Trainingsdaten gelegt, sodass schon mit einer geringen Menge von Daten eine nutzenstiftende Grundfunktionalität der Assistenzsysteme bereitgestellt werden kann. Durch die Lernfähigkeit der Systeme können mithilfe weiterer Daten dann immer komplexere Aufgaben dem System angelernt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die einfache Bedienbarkeit des Assistenzsystems, besonders in Produktionsumgebungen. PROFACTOR setzt auf innovative Interaktionstechnologien, die eine natürliche Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen ermöglicht, ohne besondere digitale Kenntnisse.

Der Fokus liegt auf unaufdringlicher, visueller Unterstützung durch Projektionstechnologien, die Informationen direkt in den Arbeitsbereich projizieren, als Alternative zu Datenbrillen. Zur aktiven Interaktion werden bewährte analoge Werkzeuge, wie Stifte oder Bohrmaschinen, mittels optischer Wahrnehmungstechnologien digital aufgewertet, sodass sie weiterhin mit dem Assistenzsystem genutzt werden können. Dies steigert die Benutzerakzeptanz und fördert eine optimale Mensch-Maschine-Interaktion.

### Ausblick: Digitale Assistenzsysteme

In Zukunft wird die menschenzentrierte Produktion weiterhin unter starkem Wettbewerbsdruck stehen und muss Herausforderungen wie Fachkräftemangel, oder steigenden kognitiven Beanspruchungen durch Produktvielfalt und Produktflexibilisierung meistern.

PROFACTOR wird mit Forschung im Bereich Human-Centered Computing und kognitiven Assistenzsystemen diesen Wandel aktiv unterstützen.

# Projekt FlexSpect.AI

## Flexible, robuste Inspektion durch Modellierung der menschlichen Wahrnehmung

Für die Produktion von hochwertigen Waren ist eine automatisierte visuelle Qualitätsprüfung unverzichtbar. Industrieunternehmen machen jedoch oft die Erfahrung, dass deren Einrichtung zeitaufwändig, fehleranfällig und kostenintensiv ist. Dies führt zwangsläufig zu einer unnötigen Verschwendung von Ressourcen und einem hohen Energieverbrauch.

Der technische Grund liegt in einer hohen Abhängigkeit vom Menschen, da Maschinen nicht in der Lage sind, „Qualität“ gleich wie Menschen wahrzunehmen. Es fließen damit „menschliche“ Faktoren wie z.B. unterschiedlichen Bewertungen zwischen Individuen oder Qualitätseinbußen aufgrund von Ermüdung stark in die Ergebnisse ein.

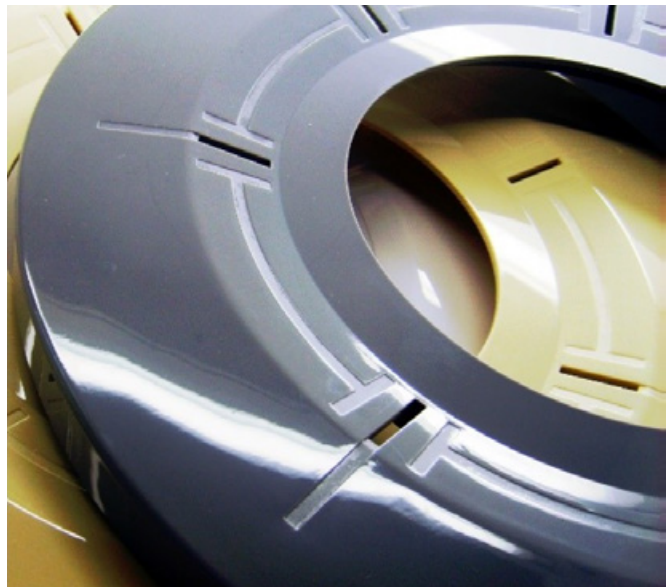
Das Team in FlexSpect.AI adressiert dieses Problem mit einem Human Aesthetic Perception Modul, welches die menschliche Beurteilung durch eine quantifizierbare Technologie ersetzt, sowie der Implementierung eines vielversprechenden Domänenanpassungsansatzes zur Wiederverwendung vorhandener Daten, welcher alle wichtigen Faktoren des Transferlernens abdecken kann.

Die Hauptaufgabe von PROFACTOR ist die Entwicklung der Human Aesthetic Perception in Kombination mit Active Learning, wobei auf jahrelange Erfahrung im Bereich der Qualitätsinspektion zurückgegriffen werden kann. In diesem Zusammenhang werden synthetisch generierte Fehler zum automatischen Lernen des Systems herangezogen.

### ZIELSETZUNG

Entwicklung des KI-basierten Wahrnehmungsmoduls, welches Qualität in der visuellen Inspektion genauso beurteilt wie ein Mensch und dafür ein Minimum an Trainingsdaten benötigt.

Zeigen der Machbarkeit und des Einsatzpotentials in Zusammenarbeit mit einem international tätigen Hersteller von Verpackungsmaterial.



# Projekt Concert

## Konfigurierbare kollaborative Robotertechnologien

Repetitive Arbeiten auf der Baustelle sind eintönig und ermüdend für die Arbeiter:Innen. Das Bohren von Löchern oder der ständige Nachschub von neuem Material sind nur zwei Beispiele dafür. Allerdings ist die Automatisierung einer einzelnen Aufgabe allein wirtschaftlich unrentabel, es fehlt ein universell einsetzbarer Roboter, welcher die Arbeiter:Innen unterstützt. Zusätzlich stellen die raue Umgebung und die erforderlichen Sicherheitskonzepte eine große Herausforderung für potenzielle Lösungen dar.

Im EU-Projekt CONCERT wird gemeinsam mit europaweit führenden Forschungszentren für Robotik, eine hochkonfigurierbare, mobile Roboterplattform entwickelt. Diese kann durch das Zusammensetzen verschiedener Module innerhalb kürzester Zeit an die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen angepasst werden.

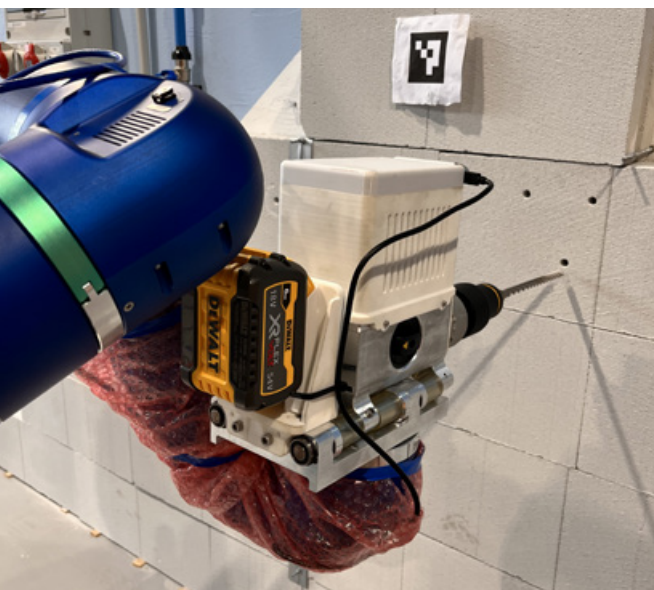
PROFACTOR ist für die robuste Mensch/Roboter-Kommunikation und Steuerung zuständig, welche berührungsfrei durch eine von PROFACTOR entwickelte, kamerabasierte Wahrnehmungskomponente ermöglicht wird. Zusätzlich bildet diese die Basis für das Sicherheitssystem im kollaborativen Modus der Roboterplattform.

### ZIELSETZUNG

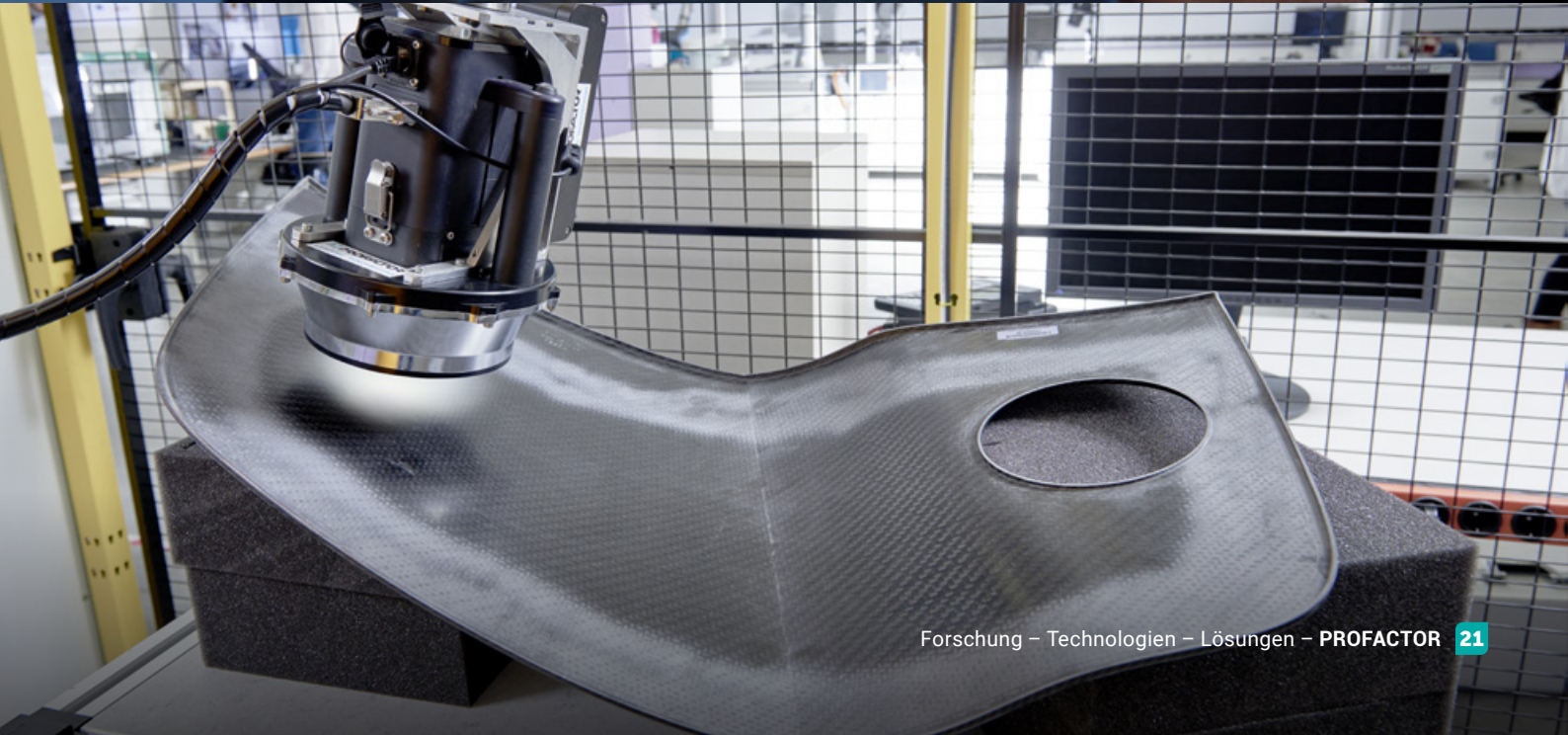
Der universell einsetzbare Baustellenroboter soll schwerste Lasten tragen können und neben dem Transport von Bauteilen auch für gefährliche oder gesundheitsschädliche Arbeiten eingesetzt werden.

Robuste Kamera-basierte Roboter Kommunikation und Steuerung: Mit Hilfe von KI-Algorithmen erkennt der Roboter Menschen und ihre Gesten trotz verschiedenster Licht- und Aufnahmesituationen in einem weiten Umgebungsbereich. Die Gesten werden dann in Roboterbefehle übersetzt.

Kamera-basiertes Sicherheitssystem: Die robuste Erkennung und Verortung des Menschen ermöglicht es dem Sicherheitssystem Kollisionen mit Menschen vorherzusagen und zu vermeiden. Dies ist besonders wichtig, wenn der Roboter und der Mensch an einer gemeinsamen Aufgabe arbeiten.



# Zerstörungsfreie Inspektion



# Zerstörungsfreie Inspektion

## Forschungsfeld im Bereich Industrielle Automatisierungssysteme

Das eigentliche Ziel der Qualitätssicherung ist es, Ausschuss zu vermeiden und nicht Schlechtteile auszusortieren; dies ermöglichen Technologien, die unter dem Titel „Zero Defect Manufacturing“ zusammengefasst sind.

Unter dem strategischen Konzept von „Zero Defect Manufacturing“ entwickelt PROFACTOR Methoden, zur Datengewinnung in der Qualitätssicherung. Mit diesen Daten ist es möglich, die Rückkopplungsschleife zum Prozess so zu schließen, dass Ausschuss vermieden oder zumindest deutlich reduziert wird.

### Sensortechnologien zur Inspektion

An erster Stelle stehen dabei Sensoren, die umfassende Informationen über die Reflexionseigenschaften der Produktoberfläche liefern. Sowohl für metallische Werkstoffe als auch für Faserverbundbauteile werden Verfahren wie „photometric stereo“ genutzt und mit physikalischen Modellen der zu untersuchenden Oberfläche ergänzt, so dass die Reflexionseigenschaften der Oberfläche komplett erfasst werden. Für Prüfungen unter der Oberfläche von Bauteilen wird aktive Thermographie eingesetzt.

Für die Interpretation der Daten werden einerseits konventionelle Methoden wie grauwertbasierte Segmentierung oder Texturanalyse genutzt, und andererseits aber auch neue lernfähige Methoden aus dem Bereich „Deep Learning“ verwendet, wobei vor allem semantische Segmentierungsverfahren zur Anwendung kommen. Für industrielle Anwendungen tritt bei lernfähigen Verfahren das Problem auf, dass die dazu notwendigen Trainingsdaten nicht aus dem Prozess gewonnen werden können. Daher werden Trainingsdaten mit synthetischen Daten ergänzt.

Häufig werden die beschriebenen Prüfsysteme in Form von Inspektionsrobotern realisiert, mit denen auch komplexe Bauteile inspiziert werden können. Die dazu notwendigen Methoden zur Bewegungsplanungen Defekterkennung und Rückprojektion auf das Bauteil werden im Rahmen der Projekte entwickelt.

### Prozessoptimierung durch Qualitätssicherung

Die aus der Qualitätssicherung gewonnenen Informationen können dann mit Prozess- und Produktdaten kombiniert werden, um auf dieser Datenbasis Prozessoptimierungen abzuleiten. Nicht immer können Defekte vollständig vermieden werden, und für solche Fälle werden Methoden zur automatischen Nacharbeit entwickelt.

Dabei werden die Qualitätsdaten genutzt, um spezifisch für den jeweiligen Defekt einen Nacharbeitsprozess zu planen und automatisch auszuführen. Damit wird die Nacharbeit effizienter und für ein größeres Spektrum an Bauteilen ökonomisch durchführbar.

### Ausblick: Zerstörungsfreie Inspektion

Qualitätssicherung ist heute noch häufig auf den Bereich der Endprüfung fokussiert. Während die Endprüfung für die mittelfristige Zukunft unverzichtbar sein wird, so besteht doch vermehrt der Bedarf, auch direkt in der Produktionslinie oder direkt im Prozess zu prüfen. Dadurch wird eine schnellere Reaktion auf Prozessabweichungen möglich.

Auch die Anwendungen im Bereich der Eingangskontrolle werden an Relevanz gewinnen, vor allem, weil im Rahmen der Kreislaufwirtschaft die wiederverwerteten Ausgangsmaterialien eine höhere Variabilität aufweisen, als das bei Verwendung primärer Rohstoffe der Fall ist. Trotzdem muss eine gleichbleibende Qualität sichergestellt sein. Die Zerstörungsfreie Inspektion ermöglicht das.

# Projekt ZERO3

## Daten- und KI gestütztes humanzentriertes Zero-Defect-Manufacturing für nachhaltige Produktion

Das Projekt ZERO3 zielt darauf ab, die ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit in Produktionsprozessen österreichischer Unternehmen zu steigern.

Ausgangspunkt ist die Notwendigkeit, Transparenz über individuelle Engpässe und Potenziale in der Produktion zu schaffen, um nachhaltige und wettbewerbsfähige Lösungen zu entwickeln. Ein zentrales Ziel ist es, eine verlässliche und aktuelle Datenbasis über alle Wertschöpfungsströme im Unternehmen zu schaffen, die im Rahmen des „Zero Defect Manufacturing“-Ansatzes (ZERO3) genutzt wird.

### ZIELSETZUNG

Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und einer robotischen Systemlösung soll eine nachhaltige Produktion etabliert werden. Hierzu wird eine „Sustainability Monitoring Plattform“ entwickelt, die es Unternehmen ermöglicht, ihre spezifischen Engpässe und Potenziale in der Produktion transparent zu identifizieren und darauf aufbauend Handlungs- und Umsetzungsempfehlungen zu erhalten. Diese Plattform wird auf bestehenden Wertstrommanagementwerkzeugen aufbauen und um zusätzliche Flussanalysen (Material, Energie, Emissionen, Mensch-

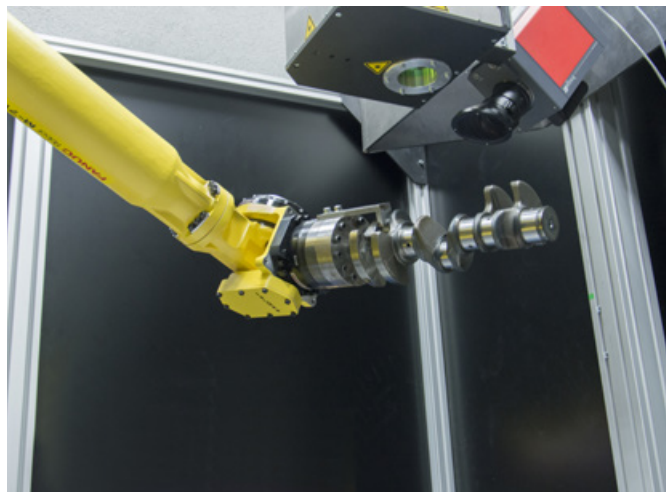
Maschine-Interaktionen, Informationsflüsse) erweitert.

Ein weiteres zentrales Element ist die Entwicklung einer KI-basierten Plattform, die individuell angepasste ZERO3-Potenziale identifiziert und Verbesserungslösungen erarbeitet.

Diese Lösungen werden in industriellen Anwendungsfällen getestet, um deren Auswirkungen auf Produktivität und Nachhaltigkeit zu bewerten. Ziel ist es, österreichischen Unternehmen praxisorientierte Entscheidungsgrundlagen zu bieten, die die

Verbindung von Produktivität und Nachhaltigkeitszielen unterstützen.

Das Projekt verfolgt einen umfassenden Ansatz zur Minimierung von Ressourcenverlusten, zur Verbesserung der menschlichen Potenziale und zur Schließung von Datenlücken. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in einem Lösungskompodium zusammengefasst werden, das Unternehmen dabei unterstützt, ihre Produktionsprozesse nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig eine Null-Fehler-Produktion zu gewährleisten.



# Projekt SeConRob

## Selbstkonfigurierende mehrstufige Robotik-Workflows

In vielen Produktionsprozessen ist die Abhängigkeit der Prozessschritte voneinander ein kritischer Faktor, insbesondere bei der Kombination von Qualitätssicherung und Nacharbeit. Beispielsweise werden bei der Qualitätssicherung Defekte identifiziert, die durch einen nachfolgenden Nacharbeitsprozess behoben werden müssen. Die Automatisierung solcher komplexen Prozessketten stellt aktuell eine Herausforderung dar, da es keine geeigneten Technologien gibt, um diese automatisch zu konfigurieren.

Ein typisches Beispiel ist die Inspektion mittels Fluoreszenzprüfung (MPI), die Risse auf oder unter der Oberfläche eines Werkstücks sichtbar macht. Je nach Position und Größe des Defekts wird das Material gezielt abgetragen, bis der Defekt vollständig beseitigt ist. Anschließend erfolgt eine Wiederauffüllung des Bereichs durch Schweißen, gefolgt von einem lokalen Schleif- und Polierprozess zur Herstellung einer glatten Oberfläche. Solche Abläufe werden derzeit oft manuell durchgeführt, da eine vollständige Automatisierung noch nicht möglich ist.

Die Rolle von PROFACOR ist neben der Koordination die Umsetzung der Inspektionsprozesse, die automatische Prozessplanung für die Roboterprozesse und die Entwicklung der längerfristigen Rückkopplung mittels Reinforcement Learning.

### ZIELSETZUNG

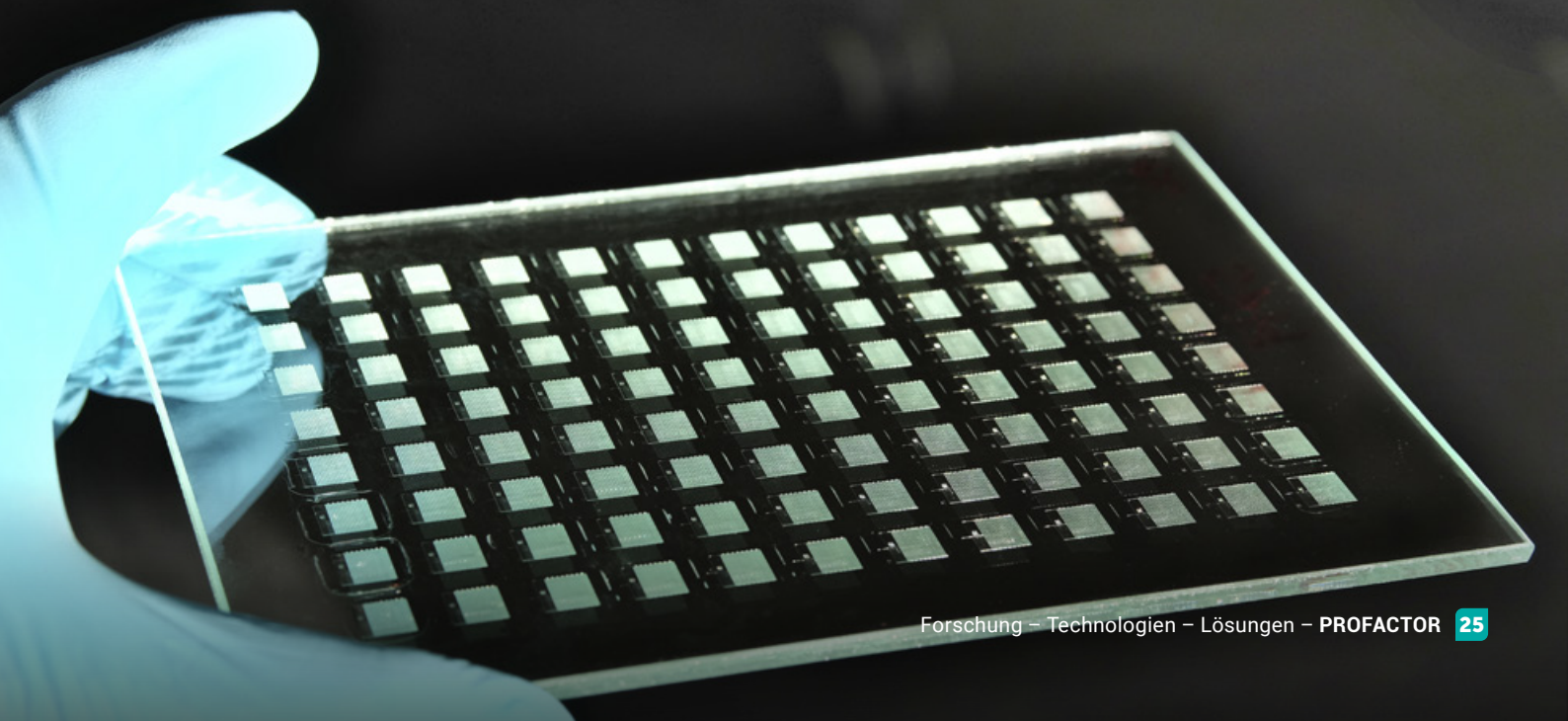
Parametrische, physikalische Prozessmodelle: Diese Modelle sollen eine automatische Planung von Roboterprozessen ermöglichen, die sich basierend auf den Ergebnissen der vorhergehenden Prozessschritte konfigurieren lassen.

Datenanalyse-Methoden: Diese, teilweise unter Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI), extrahieren aus den Daten der Mess- und Qualitätssicherungssysteme zusätzliche Informationen, die über eine einfache gut/schlecht-Entscheidung hinausgehen und für die nachfolgenden Prozesse relevant sind.

Längerfristige Rückkopplungsschleifen: Diese basieren beispielsweise auf Reinforcement Learning und ermöglichen eine schrittweise Verbesserung der Prozesskonfiguration, wodurch die Qualität der Bauteile erhöht und die Anzahl der notwendigen Iterationen zur Fehlerbehebung reduziert wird.



# Nanoimprint Lithografie



# Nanoimprint Lithografie

## Forschungsfeld im Bereich Mikro- und Nano-Fertigung

Die Nanoimprint-Lithografie (NIL) ist eine Replikationstechnologie, bei der durch Prägen Mikro- oder Nanostrukturen auf eine breite Palette von Substraten wie Wafer, Glas, Keramik, Kunststoff oder Metall übertragen werden. Die Märkte verlangen immer mehr funktionalisierte Oberflächen, insbesondere im Anwendungsbereich der Optik (Mikro- oder Metalinsen z.B. für verschiedene Sensoren, optische Gitter für Augmented Reality Anwendungen) und der Biowissenschaften (z.B. Lab-on-a-Chip für medizinische Schnelltests, In-Vitro-Diagnostik für Medikamentenstudien).

Beim NIL-Verfahren wird ein strukturierter Stempel in ein UV-härtbares Material gedrückt und durch UV-Strahlung ausgehärtet. Nach dem Entfernen des Stempels bleibt die Mikro- oder Nanostruktur erhalten. Die vielseitige Technologie ist von der Herstellung von Prototypen bis zur Serienproduktion skalierbar.

Vergleicht man NIL mit herkömmlicher, optischer Lithografie, fallen sowohl der Energieverbrauch als auch der Abfall wesentlich geringer aus. Die Präzision des Verfahrens bedeutet, dass nur wenig überschüssiges Material entsorgt werden muss und sich außerdem der Einsatz von Chemikalien deutlich reduziert.

### Nanoimprint auf gekrümmten Oberflächen

Die für möglichst flache Oberflächen entwickelte NIL kann auf makroskopisch gekrümmte Oberflächen übertragen werden. Eine Herausforderung dabei sind Deformationen, für die weiche Stempel besonders anfällig sind. Anwendungen für diese Art von Prozessen reichen von Antireflexionsstrukturen auf Linsen bis zu biomimetischen Strukturen auf 3D-gedruckten Implantaten.

### Multilayer-NIL

Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften können kombiniert werden, um neuartige Effekte und Anwendungen (z.B. Nanostrukturen auf Mikrolinsen oder gezielte Strukturierung von Mikrofluidik-Kanälen) zu ermöglichen. Im Mittelpunkt steht das Zusammenwirken von Materialien in unterschiedlichen Schichten, sowie die Ausrichtung der Lagen zueinander. Für diese Anwendungen ist NIL mit hoher Overlay-Genauigkeit unverzichtbar.

### Nanoinkjet-Druck

Die Kombination von NIL und Inkjet-Druck ermöglicht das selektive Aufbringen von Material und die Herstellung mikro- und nanostrukturierter Muster z.B. für dekorative oder sicherheitstechnische Effekte. Dabei werden die Vorteile der hohen Auflösung von NIL und der digitalen Auftragungsmethode von Inkjet kombiniert. Das Drucken auf vorstrukturierten Substraten bietet

außerdem den Vorteil, die geprägten Strukturen gezielt zu funktionalisieren, um z.B. elektrische Leiterbahnen in hoher Genauigkeit zu integrieren.

### Nanoimprint auf großen Flächen

Um Nanoimprinting auf großen Flächen zu erreichen, verwenden wir Rolle-zu-Platte Verfahren. Die Substrate können starr oder flexibel sein. NIL ermöglicht die kostengünstige Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen auf großflächigen Substraten für Anwendungen wie Beleuchtung, Photovoltaik, AR/VR, Mikrofluidik, Diagnostik, Security, Folienveredelung und Verpackung, Pharma-Industrie sowie Biowissenschaften.

### Ausblick: Die nächste Generation von Nanoimprinting

Unsere zukünftigen Arbeiten werden sich mit einer Kombination mehrerer Verfahren zur Herstellung und Replikation komplexer, hierarchischer Strukturen, insbesondere aber auch mit den Anforderungen an eine kostengünstige Massenfertigung durch Optimierung der Prozessführung befassen. Dabei werden neben der empirischen Prozessentwicklung (z.B. für optische Materialien mit hohem Brechungsindex oder für biokompatible Materialien auf unterschiedlichen Substraten) auch die Modellbildung sowie das Einbinden von KI-Methoden eine wichtige Rolle spielen. Dadurch können Strukturen mit hoher Abformgüte und wenig Zeit- und Energieaufwand eingesetzt werden.

# Projekt SmartWin

## Technologien für intelligente Fenster

Im Projekt SmartWin wird eine neue intelligente Fensterplattform entwickelt, die über die Steuerung der Sonneneindustrahlung hinaus eine Vielzahl zusätzlicher Funktionen wie Umweltsensorik, Gesundheitsmanagement, Energiegewinnung zur Selbstversorgung sowie Gebäude-Konnektivität bietet.

Moderne Gebäude stehen vor der Herausforderung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit zu verbessern, während gleichzeitig der Komfort und das Wohlbefinden der Bewohner gesteigert werden sollen. Traditionelle Fensterlösungen bieten kaum Mehrwert jenseits der Licht- und Luftregulierung. Zudem sind viele Gebäude veraltet und können die Anforderungen an moderne, vernetzte und energieeffiziente Systeme nicht erfüllen.

PROFACTOR ist für die Entwicklung von transparenten leitfähigen Schichten sogenannter „Metall-Nanomeshes“ verantwortlich, welche eine hervorragende Kombination aus hoher Transparenz und guter elektrischer Leitfähigkeit bieten. Dazu werden bei PROFACTOR neuartige Herstellungsmethoden basierend auf Nanoimprint-Prozessen entwickelt. Solche Metall-Nanomeshes sind neben der Anwendung in intelligenten Fenstern auch für Anwendungen wie Touchscreens, Displays, Solarzellen, aber auch für transparente elektronische Schaltkreise von Bedeutung.

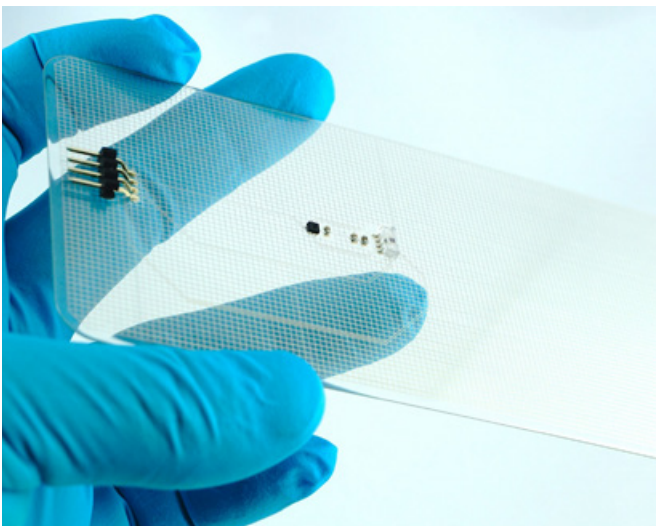
### ZIELSETZUNG

Im SmartWin Projekt steht die Entwicklung einer modularen Fensterplattform, die flexibel an unterschiedliche Bedürfnisse angepasst werden kann, im Vordergrund.

Die Kombination von Nanoimprint-Lithografie (NIL) und

dem Auffüllen der Strukturen mit flüssiger leitfähiger Tinte bietet entscheidende Vorteile für die Herstellung transparenter, leitfähiger Schichten. NIL ermöglicht die präzise Erzeugung von Kanälen auf einem Substrat, die anschließend mit Silbernanopartikel- oder Nanodraht-Tinte aufge-

füllt werden. Durch diesen Ansatz entstehen hochleitfähige Netzwerke mit exzellenter optischer Transparenz. Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren erlaubt diese Methode eine effiziente Materialnutzung, eine hohe Reproduzierbarkeit und die Integration auf flexiblen oder starren Substraten.



# Projekt TINKER

## Herstellung von Sensorgehäusen mit Hilfe der Additiven Fertigung

TINKER verfolgt das Ziel die Entwicklung einer neuartigen Pilotlinie zur Produktion von Sensor-Paketen mit dem Fokus auf Miniaturisierung und geringem Energieverbrauch. Durch den Einsatz additiver Fertigungsmethoden wie funktioneller Inkjet-Druck und NIL konnten neuartige Fertigungsprozesse für Sensorpackages entwickelt werden. Zusätzlich bietet Inkjet die Möglichkeit, Fehler im Produktionsprozess nach deren Erkennung und Vermessung in Echtzeit zu korrigieren.

PROFACTOR brachte seine langjährige Expertise in der additiven Mikro-/Nano-Fertigung sowie das Projektmanagement ein. Technologische Kernkompetenzen waren der additive Inkjet-Druck für die Herstellung von RADAR Sensor-Paketen und NIL für das Herstellen von optischen Lichtwellenleitern für LiDAR Chips.

### ZIELSETZUNG

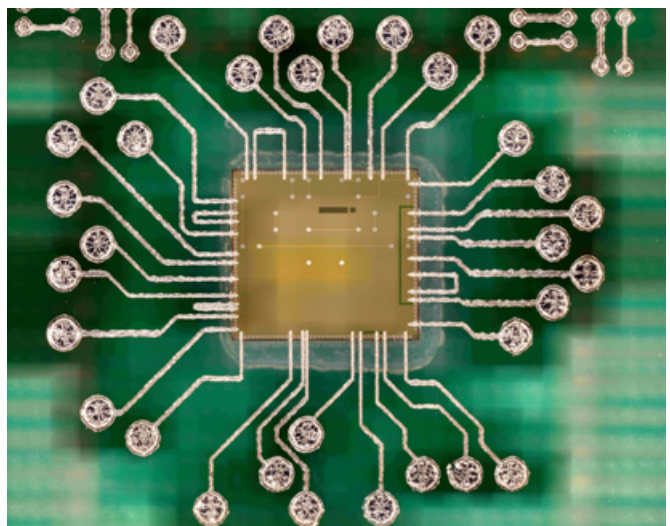
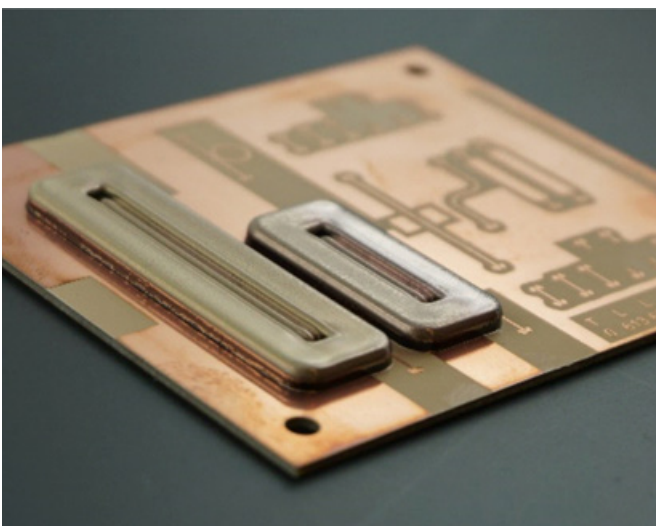
Im Vordergrund steht die Entwicklung von Sensor-Paketen für autonome Fahrzeuge, die die Umgebung schnell und präzise erfassen können. LiDAR und RADAR Sensor-Pakete sind oft zu groß, zu schwer, kostenintensiv und verbrauchen zu viel Energie, insbesondere wenn für die lückenlose Umgebungswahrnehmung die notwendige Anzahl an Sensoren in Zukunft deutlich erhöht werden muss.

Additiver Inkjet-Druck bietet die Möglichkeit punktgenau verschie-

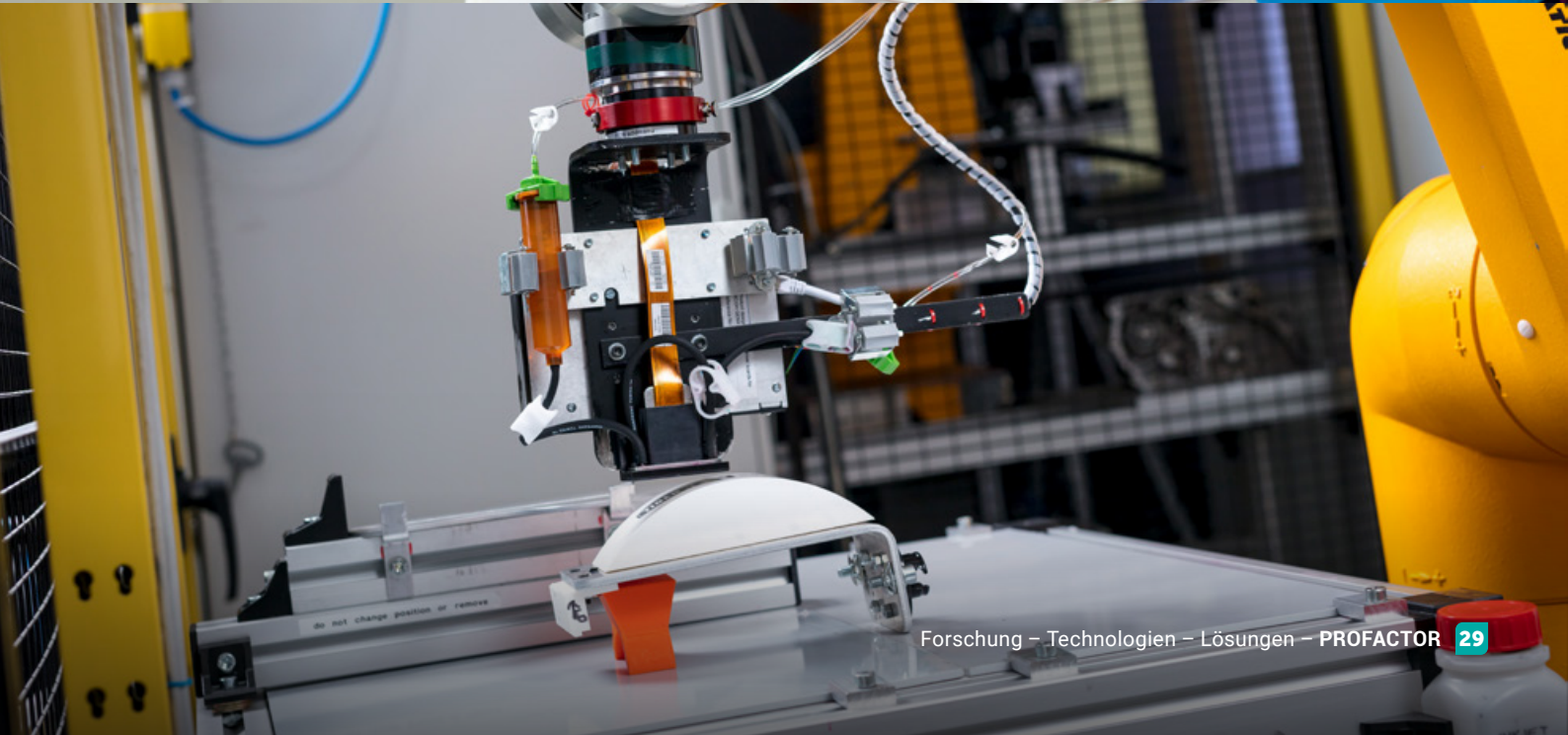
dene Materialien, wie elektrisch leitfähige, dielektrische oder auch thermisch leitfähige Materialien aufzubringen. In TINKER wurden Strategien für das 3D-Drucken von RADAR-Komponenten und die direkte Integration und Kontaktierung von Microchips entwickelt. Der auf Inkjet basierende und besonders ressourcenschonende Materialauftrag führt zu einer deutlichen Verringerung des Chemikalienabfalls.

NIL bietet die Möglichkeit funktionelle Materialien, wie zum

Beispiel Materialien mit einem hohen Brechungsindex, direkt zu strukturieren und in einem Prozessschritt optische Wellenleiter herstellen zu können. Für ein Optical Phase Array (OPA) wurden neuartige Herstellungsmethoden für photonische Schaltkreise basierend auf NIL entwickelt und demonstriert. In Zukunft kann ein Nanoimprint-Schritt eine Vielzahl von Produktionsschritten ersetzen und dadurch die Produktion vereinfachen und kostengünstiger gestalten.



# Multimaterial Inkjet Druck



# Multimaterial Inkjet Druck

## Forschungsfeld im Bereich Mikro- und Nano-Fertigung

Der Inkjet-Druck ermöglicht einen berührungslosen Beschichtungsprozess verschiedenster Materialien mit präziser Platzierung von Materialmengen. Mithilfe digitaler Prozessketten lassen sich hoch individualisierte Produkte herstellen. Besonders bedeutend ist die Entwicklung funktioneller Tinten, die spezifische Eigenschaften wie elektrische Leitfähigkeit oder Biofunktionalität ermöglichen. Für funktionelle Bauteile ist oft ein mehrlagiger Inkjet-Druck erforderlich, wodurch dreidimensionale Objekte mit hoher Schichtauflösung und komplexen Geometrien hergestellt werden können.

Während der Inkjet-Druck traditionell auf flachen Substraten angewendet wird, gewinnt die Beschichtung gekrümmter Oberflächen zunehmend an Bedeutung.

Darüber hinaus fördern additive Fertigungsverfahren neue Wertschöpfungsketten in der Produktion. Dies reduziert Transportwege und damit verbundene CO<sub>2</sub>-Emissionen, da zukünftig Produkte näher am Ort des Bedarfs hergestellt werden können.

Der Inkjet-Druck ermöglicht auch das Bedrucken großer und flexibler Substrate. Dadurch eröffnen sich neue Funktionalitäten und Anwendungsfelder (z. B. Biosensoren in Textilien, nahtlos verbundene elektronische Oberflächen in Mobilitätsanwendungen, Smart Labels auf Verpackungen). Weiters können durch die Hybridintegration konventioneller Bauelemente (ICs, passive Bauelemente komplexe Schaltungen realisiert werden.

## Dekorativer Druck

Die mehrfarbige Gestaltung und Individualisierung von Bauteilen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Der digitale Freiform-Druck hat hier klare Vorteile, wie das individuelle Anpassen des Motives für jeden Druck und kann komplexe Oberflächen verzerrungsfrei in unterschiedlichen Farben dekorieren.

Je nach Anwendung wird das Motiv direkt auf das Grundmaterial oder als Sandwich zwischen einem Basislack und einer Deckschicht gedruckt. Maskieren, das partielle einfärbige Bedrucken, ermöglicht zudem formschöne Produktoberflächen ohne Stöße und Spalte mit teilweise durchsichtigen als auch völlig undurchsichtigen Bereichen. Letztere dienen zur Abdeckung bzw. Maskierung darunterliegender Elemente, wie Sensoren.

## Gedruckte Elektronik

Gedruckte Elektronik (englisch printed electronics) bezeichnet elektronische Bauelemente, die vollständig oder teilweise mittels Druckverfahren hergestellt werden. Inkjet bietet hierfür die Vorteile kleine Mengen selektiv aufbringen zu können und durch einen Multimaterial-Aufbau (elektrisch leitfähig oder isolierend) dreidimensionale Strukturen herstellen zu können.

Häufig handelt es sich dabei um organische Materialien, die mit elektrisch leitfähigen anorganischen Partikeln

gefüllt sind. Durch die Möglichkeit, großflächige und flexible Substrate zu bedrucken, können neuartige Funktionalitäten und Anwendungsfelder für die Elektronik erschlossen werden, die auf konventionellem Weg bisher nicht oder nur eingeschränkt zugänglich waren.

## Biomaterial-Druck

Der Inkjet-Druck hat aufgrund seiner Präzision, Vielseitigkeit und der Fähigkeit, Materialien kontrolliert zu drucken, mehrere Anwendungen im medizinischen Bereich. Er bietet die Möglichkeit, die Patientenversorgung zu verbessern, Behandlungen zu personalisieren und innovative Lösungen für verschiedene medizinische Herausforderungen zu finden.

Zu den Anwendungsbereichen des Inkjet-Drucks gehören beispielsweise das Tissue Engineering, die Herstellung von Implantaten, Biosensoren und die Personalisierung von Arzneimitteln. Aufgrund der anspruchsvollen Eigenschaften des Verfahrens, insbesondere der erforderlichen sehr niedrigen Viskosität der Tinten, mangelt es jedoch an Biomaterialien, die mit dieser Technologie verarbeitet werden können. Wir beschäftigen uns daher mit der Formulierung von Biomaterialien und der Prozessoptimierung, um den Schritt zur industriellen Anwendung des Inkjet-Drucks im medizinischen Bereich zu ermöglichen.

# Projekt INKplant

## Tintenbasierte hybride Multi-Material-Herstellung von Implantaten der nächsten Generation

Das Projekt INKplant konzentriert sich auf die Drucktechnologien zur Herstellung von Multimaterial-Implantaten, die speziell auf die anatomischen Bedürfnisse von Patienten zugeschnitten sind. Es ermöglicht das Drucken von Gerüststrukturen, die unterschiedlichen Materialien für hartes (Knochen) und weiches Gewebe (Knorpel, Gingiva) kombinieren. Von den Patientendaten ausgehend, wird eine Druckdatei erstellt, die die Basis für patientenspezifische Implantate bildet.

Die Problemstellung besteht darin, dass Defekte oft mehrere Gewebearten betreffen und durch verschiedene biologische Faktoren beeinflusst werden. Ein einzelnes Material reicht daher nicht aus, um diese komplexen Defekte zu ersetzen. Das Ziel ist, die Anzahl der Operationen zu reduzieren und die Heilung zu beschleunigen. Das Projekt konzentriert sich insbesondere auf Implantate für osteochondrale Defekte, Gaumenspalten und den Knochenaufbau in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Durch eine Kombination aus Lithography-based Ceramic Manufacturing (LCM), Vat-Photopolymerisation und Inkjet-Druck sollen patientenspezifische, hybride Implantate hergestellt werden, die für hartes und weiches Gewebe optimiert sind.

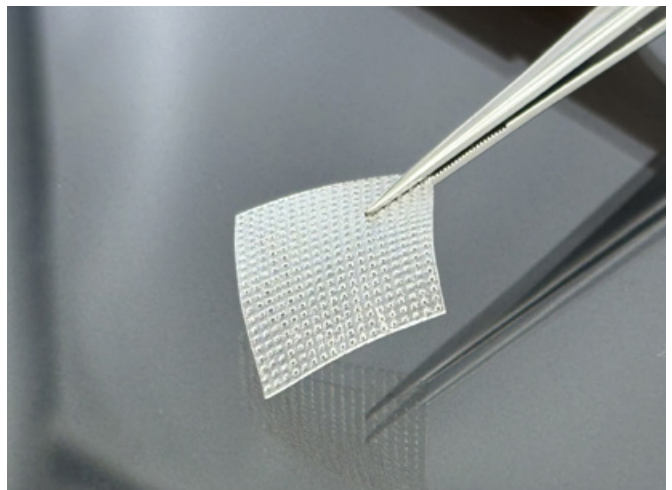
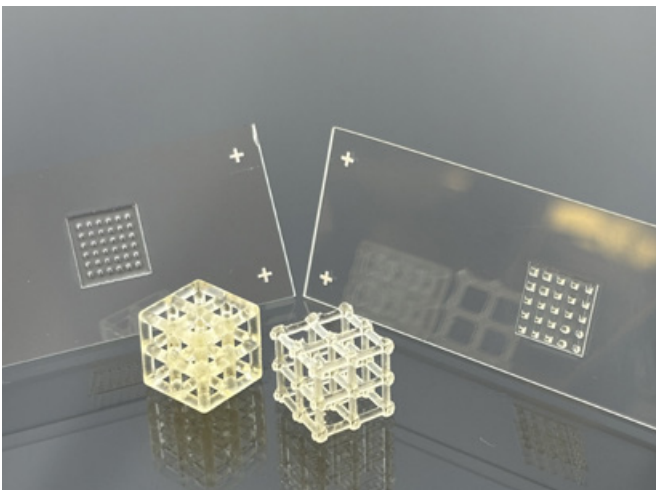
### ZIELSETZUNG

Neben der Projektkoordination ist PROFACTOR maßgeblich an der Entwicklung von Equipment (5-Achs Drucker) beteiligt, welches für den 3D-Druck von patientenspezifischen Multimaterial-Implantaten notwendig ist. Zudem fokussiert sich PROFACTOR auf die Materialentwicklung, wobei neue Biomaterialien für Weichgewebe formuliert und optimiert werden. Ein weiterer zentraler Beitrag ist die Prozessent-

wicklung, bei der PROFACTOR Fertigungsprozesse verbessert, Hybridisierungstechniken integriert und neue Drucktechnologien einsetzt, um die Effizienz und Präzision in der Implantat-Herstellung zu steigern.

In INKplant werden neue Standards für die additive Fertigung etabliert. Die Verbesserung von Herstellungsprozessen durch Hybridisierungstechniken und

Multimaterial-Druck ermöglicht neue Dimensionen in der personalisierten Medizin. Darüber hinaus fördert das Projekt die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Chirurgen, Ingenieuren und Materialwissenschaftlern, fördert den Wissensaustausch und führt somit zu ganzheitlicheren Ansätzen in der medizinischen Forschung.



# Projekt ICanary

## Miniaturisierte gedruckte Multisensor-Plattform für IoT-Geruchssensorik

Eine gute Luftqualität ist einer der wichtigsten Aspekte des menschlichen Wohlbefindens. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass die Luft in unseren Gebäuden oft stärker verschmutzt ist, als die Außenluft. Die Tatsache, dass wir einen großen Teil unserer Zeit in Gebäuden verbringen, erhöht unsere Belastung durch Schadstoffe und hat negative Auswirkungen auf unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden.

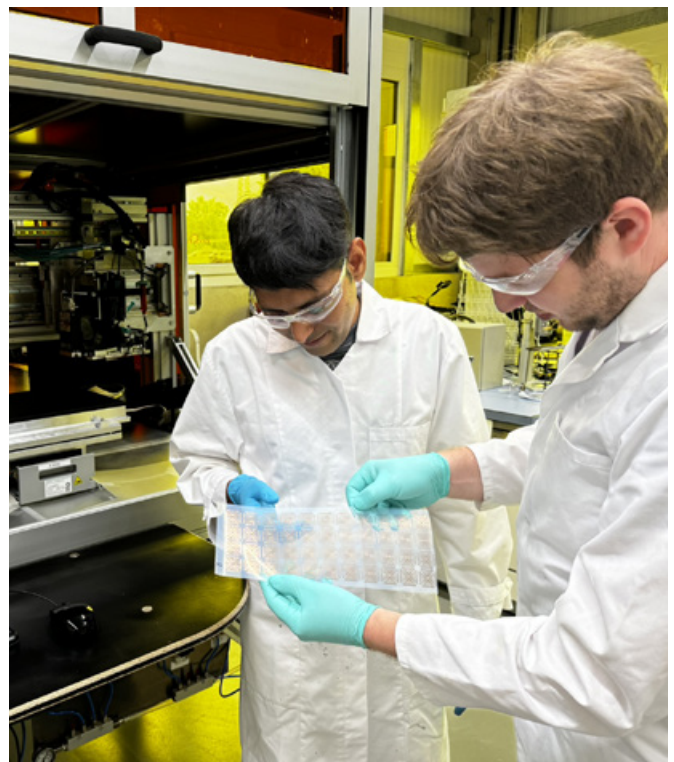
Die Konsequenz ist eine Zunahme von Atemwegserkrankungen, Fehlzeiten, Konzentrationsstörungen sowie Produktivitätsverlust mit den Folgen offensichtlicher sozioökonomischer Probleme.

### ZIELSETZUNG

Das Projekt ICanary zielt auf die Entwicklung eines Luftqualitäts-sensors auf der Grundlage eines miniaturisierten Sensorchips mit einer Matrix ab, die durch verschiedene empfindliche Polymer-Nanokomposite funktionalisiert ist. Die selektive Auftragung dieser Materialien erfolgt im Inkjet-Druckverfahren. Dabei wird ein proprietärer Chip verwendet,

der die Sensorfunktionalität mit Recheneinheit, Kommunikation, Energy Harvesting und Power Management in einem System integriert. Ein solches Luftqualitäts-Smart-Label ist zusammen mit einem flexiblen Indoor-Photovoltaikmodule integriert, das Energie aus der Umgebung gewinnt und speichert.

Die Lösung ist nicht nur ein Gassensor, sondern gehört zur Kategorie der E-Nose-Anwendungen. Das Sensorarray kann dabei auf digitalem Weg auf bestimmte Anwendungsbereiche abgestimmt werden, beispielsweise für Innen-/Außen- oder Industrieanwendungen, die Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie oder Medizin.



# Unser Partner-Netzwerk

Gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie treiben wir Innovationen voran.



# Wissenschaftliche Publikationen

## Auszug

### Journal Publikationen

Akkaladevi, S. C., Ferreira, F., Kirstein, F., O'Brochain, F., & Pandey, A. K. (2024). Special issue on robotic applications for a sustainable future. *Frontiers in Robotics and AI*, 1.

von Houwald, B., Eder, M. A., Sarhadi, A., & Eitzinger, C. (2024). Layer-by-layer reconstruction of fatigue damages in composites from thermal images by a residual U-Net. *Composites Science and Technology*, 1.

Kainz, M., da Silva, I. C., Schumann, P., Kastner, J., Voglhuber, T., Hartung, L., Haas, S., Rathod, M., Martínez Cendrero, A., Dehne, T., Seitz, D., Oberoi, G., Kornfellner, E., Díaz Lantada, A., & M., F. (2024). Development of a five-axis printer for the fabrication of hybrid 3D scaffolds: From soft to hard phases and planar to curved surfaces. *International Journal of Bioprinting*, 1.

Kainz, M., Perak, S., Stubauer, G., Kopp, S., Kauscheder, S., Hemetzberger, J., Martínez Cendrero, A., Díaz Lantada, A., Tupe, D., Major, Z., Hanetseder, D., Hruschka, V., Wolbank, S., & Presen, D. M. (2024). Additive and lithographic manufacturing of biomedical scaffold structures using a versatile thiol-ene photocurable resin. *Polymers*, 1.

Kainz, M., Haudum, S., Guillén, E., Brüggemann, O., Höller, R., Frommwald, H., Dehne, T., Sittinger, M., Tupe, D., Major, Z., Stubauer, G., Griesser, T., & Teasdale, I. (2024). 3D inkjet printing of biomaterials with solvent-free, thiol-yne-based photocurable inks. *Macromolecular Materials and Engineering*, 1.

Mostofizadeh, M., Kainz, M., Alihosseini, F., Haudum, S., Youssefi, M., Bauer, P., Gnatiuk, I., Brüggemann, O., Zembsch, K., Rinner, U., Coelho, C., Guillén, E., & Teasdale, I. (2024). Phosphoramidate hydrogels as biodegradable matrices for inkjet printing and their nano-hydroxyapatite composites. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 16(52902-52910). <https://doi.org/10.1021/acsami.4c10532>

Krause, F., Kiesling, E., Leva, M. C., Estrada-Lugo, H. D., Stübl, G., Ure, N. K., Dominguez-Ledo, J., Khan, M., Demolder, P., Gaux, H., Heinzl, B., Hoch, T., Martinez-Gil, J., Silvina, A., & A., B. (2024). AI system engineering of human-AI collaboration in Industry 5.0 – Key challenges. *Frontiers in AI Journal*, 1.

### Konferenzpublikationen

Kolli, A., Krajnc, D., & Eitzinger, C. (2024). AI-based inspection of recycled carbon fibre fabric. *SAMPE*, 1.

von Houwald, B., Eder, M. A., Sarhadi, A., & Eitzinger, C. (2024). CNN-based reconstruction of sub-surface defects in composites from thermal images. *SAMPE*, 1.

Koumoulos, E., Peraki, L., Eitzinger, C., Sitach, J., van de Pas, Z., & Gkika, A. (2024). Life cycle assessment on circular processes (reuse) of glass and carbon fibre composite in automotive and aerospace applications. *ECCM21*, 1.

Walenta, W., Österreicher, J. A., Živanovic, D., Maimone, S., Ehmeier, F., Mikulovic, M., Kunschert, G., & Kirchberger, D. (2024). Optimizing extrusion processing of Al-Mg-Si alloys by machine learning. *IESA*, 1.

Leitner, M., & Teuchtmann, M. (2024). Towards multi-fabric garment detection. *INDIN*, 1.

Reche, J., Haslinger, M., Eibelhuber, M., Poutanen, M., & Origuchi, K. (2024). High potential of nanoimprint lithography for LiDAR application. *39th European Mask and Lithography Conference (EMLC 2024)*, 1.

Brunner, L., & Pönitz, T. (2024). Simulating human perception: Crafting datasets for advanced print defect detection on packaging foil. *AIrOV - Applied Vision Workshop*, 1, 187-192.

Deshpande, K., Heindl, C., Stübl, G., Kollingbaum, M. J., and Pichler, A., "Novel First Person View for Human 3D Pose Estimation in Robotic Applications Using Fisheye Cameras," *2024 10th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA)*, Athens, Greece, 2024, pp. 112-116, doi: 10.1109/ICARA60736.2024.10553148

Koinig, G., Neubauer, M., Martinelli, W., Radmann, Y., Kuhn, N., Fink, T., Rückert, E., Ebenhofer, G., Pönitz, T., & Tischberger-Aldrian, A. (2024). Klassifizierung von Metallschrott mittels Deep Learning Methoden. *Recy Depotech 2024*, 1.

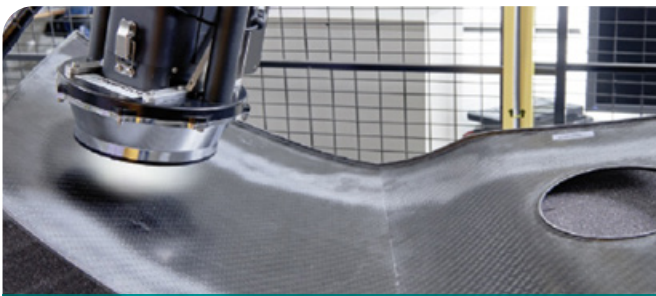
### Sonstige Publikationen

Scherf, M., & Kulha, P. (2024). Advancing wearable technology: Digital inkjet-printed flexible strain sensors on textiles. *OPE Journal*, 1.

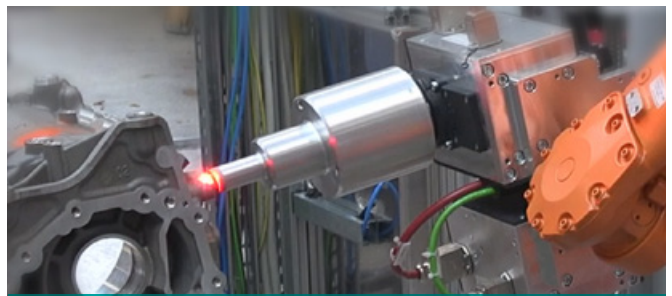
Granegger, M., & Mühlberger, M. (2024). Winzige Blutpumpen für schwache Kinderherzen. *Der Standard*, 1.

Körner, J. (2024). 3D-Druck für Hollywood – und für zu Hause. *Podcast Druckwelle Folge 85*, 1.

# PROFACTOR – Ihr Partner für moderne Produktion



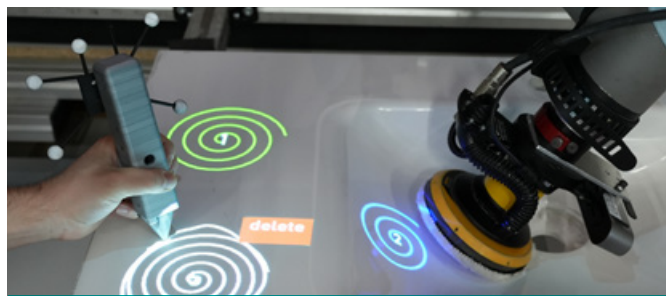
OBERFLÄCHENINSPEKTION  
VON CARBON-COMPOSITE BAUTEILEN



OBERFLÄCHENINSPEKTION  
VON METALLTEILEN



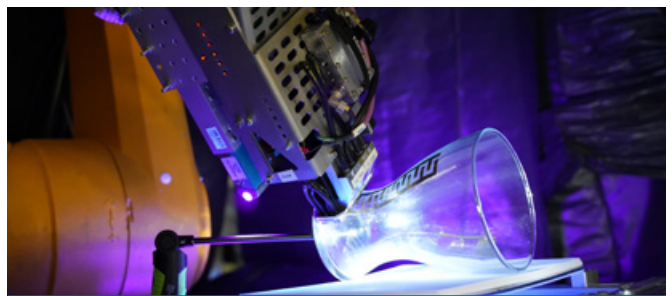
INDUSTRIELLE THERMOGRAPHIE



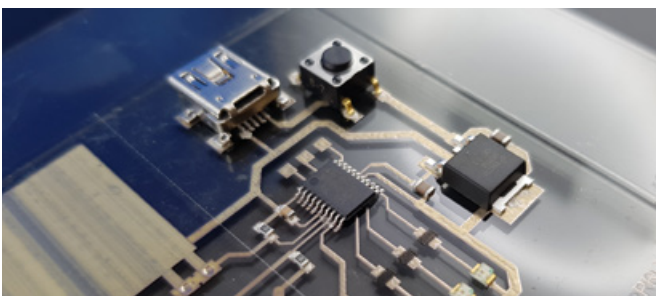
ROBOTISCHE ASSISTENZ



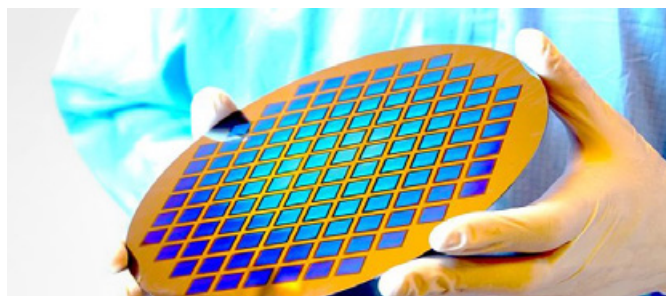
DIGITALE ASSISTENZ



FREIFORM INKJET DRUCKSYSTEME



GEDRUCKTE ELEKTRISCHE  
SYSTEME & SENSOREN



NANOIMPRINT LITHOGRAPHIE



**PROFACTOR GmbH**  
Im Stadgut D1  
4407 Steyr-Gleink  
Austria

Tel. +43 (0)7252-885-0  
[office@profactor.at](mailto:office@profactor.at)  
[www.profactor.at](http://www.profactor.at)



#upperVISION2030  
Wirtschafts- & Forschungsstrategie OÖ

Member of  
**UAR** INNOVATION  
NETWORK

**AIT** AUSTRIAN INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY



Gefördert aus Mitteln des EFRE (Europäischer Fond für Regionale Entwicklung) sowie vom Bund und Land OÖ.