



Das KI-Fortschrittszentrum stellt sich vor

---

Unternehmerischer Erfolg  
mit menschenzentrierter KI und  
Kognitiver Robotik

# Vorwort

---



Die Bedeutung von Künstlicher Intelligenz (KI) als einer der zentralen Technologien für die Zukunft fordert Unternehmen in besonderem Maß heraus. Wie können Potenziale erkannt und wirtschaftlich genutzt werden?

Dieser und vielen weiteren Fragen widmet sich das KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik«, das die anwendungsorientierte Forschung über die Zusammenarbeit mit Unternehmen in die Praxis bringt. Als Teil des KI-Forschungsverbunds Cyber Valley eröffnet das Zentrum auch zahlreiche Möglichkeiten, von der KI-Grundlagenforschung an Forschungseinrichtungen wie dem Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme oder den Universitäten in Stuttgart und Tübingen zu profitieren. Dank der umfassenden finanziellen Unterstützung des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg hat das KI-Fortschrittszentrum den Anspruch, führend beim KI-Technologietransfer in die Wirtschaft zu sein.

Dass dies bereits sehr gut gelingt, zeigen über 200 erfolgreich abgeschlossene Projekte mit Unternehmen. Innovative KI-Anwendungen entstehen für Branchen wie Dienstleistung, Produktion, Mobilität und Automotive, Handel und Logistik, Informations- und Kommunikationstechnik oder auch Landwirtschaft sowie Life Science. Alle Projektformate des Zentrums haben das Ziel, menschenzentrierte KI-Lösungen zu entwickeln. Denn das Potenzial der KI kann nur dann optimal ausgeschöpft werden, wenn Menschen mit ihr intuitiv interagieren und vertrauensvoll zusammenarbeiten. Zudem ist die Rechtssicherheit ein wichtiges Kriterium für KI-Entwicklungen, sodass Themen wie Erklärbarkeit und Robustheit einen hohen Stellenwert haben.

Die folgenden Seiten geben Einblicke in das KI-Fortschrittszentrum. Sie zeigen, wie Unternehmen die Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis durch geeignete Formate der Zusammenarbeit nutzen können, und stellen Schlüsseltechnologien der KI vor.

Wir freuen uns darauf, Sie zukünftig mit unserem Wissen auf dem Weg zu menschenzentrierten KI-Anwendungen in Ihrem Unternehmen begleiten und unterstützen zu dürfen. Seien auch Sie dabei und kontaktieren Sie uns.

Ihre Institutsleiter

Wilhelm Bauer  
Fraunhofer IAIO

Thomas Bauernhansl  
Fraunhofer IPA

# Inhalt

---

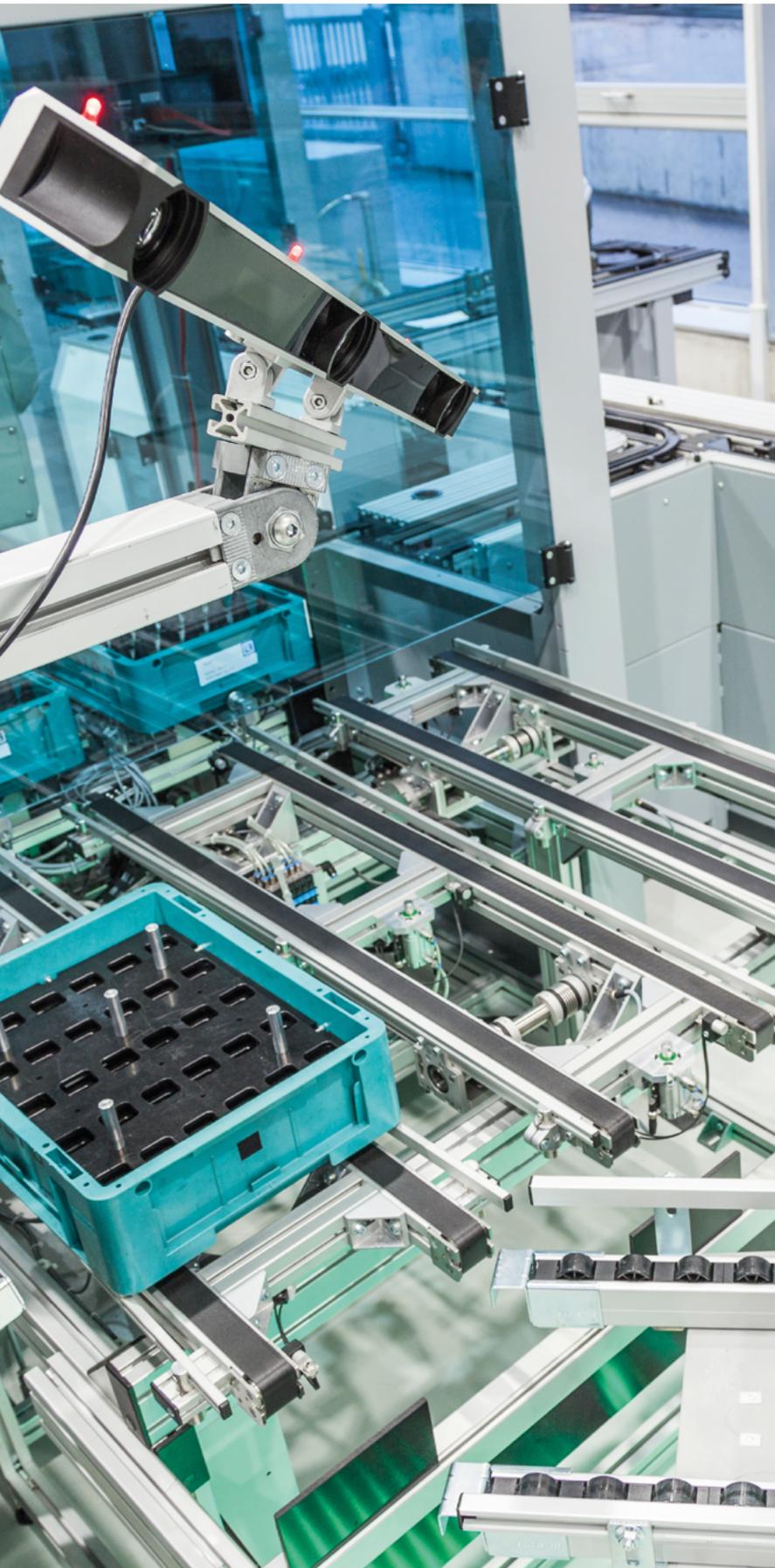
<b>KI für Ihr Unternehmen</b> .....	<b>4</b>
<b>Lernende Systeme und Kognitive Robotik</b> .....	<b>8</b>
<b>Schlüsseltechnologien</b> .....	<b>12</b>
KI für die Produktion .....	14
KI für kognitive Robotik .....	18
KI für die Dienstleistungswirtschaft .....	22
KI für das Textverstehen und die Verarbeitung von natürlicher Sprache .....	26
<b>Success Stories</b> .....	<b>30</b>
Automatisierte Schadenserkenkung für Fahrzeuge – DigiDet .....	32
Prognose von Bestellungen für mehr Kundenzufriedenheit .....	33
<b>Das KI-Ökosystem</b> .....	<b>34</b>
Die Firma plus10 .....	36
Die Firma Mojin Robotics .....	38
Die Firma Great2know .....	40
<b>Ausblick</b> .....	<b>42</b>
Ihre Ansprechpartner .....	44

# KI für Ihr Unternehmen

---

**Die Zeit ist jetzt!**





Künstliche Intelligenz – ein viel diskutiertes und sehr präsent Thema. Aber was steckt konkret dahinter, wie sieht die aktuelle KI-Landschaft aus und welche Potenziale liefert KI insbesondere für Industrie und Wirtschaft?

*KI gilt als einer der Wachstumstreiber für Produktion und Dienstleistung.*

*Quelle: Fraunhofer IPA/IFF Universität Stuttgart/Foto: Rainer Bez.*

## KI für Ihr Unternehmen

Vielleicht haben Sie bereits einiges über Künstliche Intelligenz (KI) und deren Teilgebiet Maschinelles Lernen (ML) gelesen. Aus Newslettern, Radio- und Fernsehbeiträgen, Videos, Studien und Ihrem beruflichen Netzwerk wissen Sie von den Potenzialen dieser Zukunftstechnologien. Möglicherweise lassen Sie sich auch hin und wieder von KI-Anwendungen überraschen: Hätten Sie gedacht, dass eine Prüfanlage automatisch Schäden an der Karosserie von Autos identifizieren kann? Oder kennen Sie eine KI-Anwendung, mit der ein Grossist schon heute weiß, welche Bücher die Kundschaft morgen bestellen dürfte?

Aber wie weit sind Sie, wenn es um das Thema KI geht? In unserer intensiven Zusammenarbeit mit Unternehmen – branchenübergreifend vom Start-up über Mittelständler bis zum Konzern – erleben wir oft, dass das Interesse an KI-Technologien groß ist. Erfreulich viele Unternehmen beschäftigen sich bereits mit KI oder experimentieren damit. Dabei hält es rund die Hälfte von 555 Unternehmen in einer Bitkom-Research-Umfrage aus dem Jahr 2020 für »eher« oder »sehr wahrscheinlich«, dass KI im Kontext von Industrie 4.0 bestehende Geschäftsmodelle disruptiv verändern wird.

Die Potenziale von KI zu heben und jetzt in die Technologie einzusteigen, ist entscheidend, damit Unternehmen und der Wirtschaftsstandort Deutschland insgesamt ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten oder verbessern können. So geht beispielsweise das »McKinsey Global Institute« davon aus, dass das Bruttoinlandsprodukt in Deutschland dank KI-Technologien bis 2030 jährlich um 1,3 Prozentpunkte steigen wird. Zum Vergleich: Andere revolutionäre Technologien sorgten für deutlich geringere Wachstumsschübe pro Jahr, die Dampfmaschine beispielsweise für 0,3 Prozentpunkte und die Industrierobotik für 0,4 Prozentpunkte. KI wird die Robotik und weitere Bereiche jedoch stark beflügeln und für weitere Wachstumsschübe sorgen. Und das Potenzial, das von KI ausgeht, sehen nicht nur Konzerne, sondern auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Der »Digitalisierungsindex Mittelstand 2020/2021«, für den mehr als 2000 KMU befragt wurden, gibt an, dass 77 Prozent der Befragten in KI eine Möglichkeit für Qualitätsverbesserungen in ihrer Branche sahen. Ein Drittel der Befragten sieht in KI eine der wichtigsten Zukunftstechnologien.

Zur aktuellen Situation gehört jedoch auch, dass erst durchschnittlich 9 Prozent der Unternehmen KI-Systeme einsetzen. Oft sind die zeitlichen, personellen oder fachlichen Möglichkeiten zu begrenzt, als dass das Thema umfassend und strategisch Einzug im Unternehmen hält und vielleicht sogar Geschäftsmodelle und Prozesse verändert. Es mangelt an Erfahrungsaustausch, guten Vorbildern und konkreten Umsetzungsideen, die sich mit vernünftigem Aufwand realisieren ließen.

Genau an diesen Einstiegshürden setzen die Fraunhofer-Institute IPA und IAO in Stuttgart mit dem KI-Fortschrittszentrum an. Im Rahmen vielfältiger Formen der Zusammenarbeit helfen die KI-Fachleute dabei, Anwendungsfälle mit KI für Produktion, Dienstleistung und zahlreiche weitere Branchen aufzudecken. Sie prüfen diese auf Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit und begleiten bei der Umsetzung. Die folgenden Seiten geben Ihnen Einblicke in das KI-Fortschrittszentrum, seine Einbettung in den KI-Forschungsverbund Cyber Valley, in Schlüsseltechnologien, Erfolgsgeschichten und Netzwerkmöglichkeiten. Lassen Sie sich überraschen und für KI begeistern. Wir unterstützen Sie dabei, KI optimal für Ihr Unternehmen zu nutzen.

## KI Fortschrittszentrum

LERNENDE SYSTEME UND KOGNITIVE ROBOTIK



Sie möchten sich fundiert über bestimmte KI-spezifische Themen informieren? Dann sind die kostenfreien Studien des KI-Fortschrittszentrums die richtige Lektüre. Sie geben Einblicke in die Potenziale und die praktischen Einsatzmöglichkeiten von KI. Dabei werden übergreifende Themen wie beispielsweise Zuverlässigkeit, Erklärbarkeit (xAI), Nachhaltigkeit, cloudbasierte Plattformen, Technologien und Einführungsstrategien untersucht. Zudem sind Anwendungsbereiche wie die Bauwirtschaft, Produktion und der Kundenservice im Fokus.

Die Studien stehen hier zum Download bereit:  
[www.ki-fortschrittszentrum.de/studien](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/studien)

**Die KI-Experten und -Expertinnen freuen sich auf Ihre Kontaktaufnahme:**

[info@ki-fortschrittszentrum.de](mailto:info@ki-fortschrittszentrum.de)

Weil das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg das KI-Fortschrittszentrum finanziell unterstützt, bestehen für Unternehmen mit Sitz oder Niederlassung in diesem Bundesland besondere Fördermöglichkeiten bei der Nutzung unserer Angebote.

# Lernende Systeme und Kognitive Robotik

Das KI-Fortschrittszentrum





Das Zentrum unterstützt Firmen dabei, die wirtschaftlichen Chancen der Künstlichen Intelligenz und insbesondere des Maschinellen Lernens für sich zu nutzen. Unternehmen profitieren individuell dank verschiedener Projektformate und können Forschungsergebnisse aus erster Hand nutzen.

*Der Technologietransfer von der Forschung in die Anwendung ist die Kernaufgabe des KI-Fortschrittszentrums.*

*Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez.*

## Technologietransfer auf höchstem Niveau

KI und Robotik gelten als Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts, die unseren Alltag verändern und unterstützen werden. Sie werden helfen, viele gesellschaftliche Herausforderungen anzugehen und insbesondere die Themen Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz in Branchen wie der Produktion zu verankern. Der Stand der Technik ändert sich praktisch täglich. Unternehmen sollten daher das Potenzial dieser neuen Technologien erkennen, Wissen aufbauen und in eigene Produkte, Produktionen und Services überführen. Dabei stehen sie vor einer immensen Informationsflut, was KI konkret für sie leisten kann. Hier Klarheit zu gewinnen, ermöglicht das KI-Fortschrittszentrum.

Das KI-Fortschrittszentrum arbeitet gemeinsam mit der Universität Stuttgart in anwendungsnahen Forschungsprojekten und in direkter Kooperation mit Industrieunternehmen daran, Technologien aus der KI-Spitzenforschung in die breite Anwendung der produzierenden Industrie und der Dienstleistungswirtschaft zu bringen. Geleitet von den Fraunhofer-Instituten für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus in Baden-Württemberg unterstützt es Unternehmen dabei, die wirtschaftlichen Chancen von KI und Maschinellem Lernen (ML) für sich zu nutzen. Nur wenn Menschen mit neuen Technologien intuitiv interagieren und vertrauensvoll zusammenarbeiten, kann deren Potenzial optimal ausgeschöpft werden. Daher steht die menschenzentrierte KI im Mittelpunkt der Einrichtung. Diese umfasst die Erklärbarkeit, Verifizierbarkeit, Kooperation, Integration und Robustheit von KI-Technologien.

Das KI-Fortschrittszentrum forscht unter anderem zu den Schwerpunkten Interaktion, Autonomie, Effizienz und Vertrauen. Dabei steht die Entwicklung neuer Ansätze im Vordergrund, um vor allem KMU fit für den erfolgreichen KI-Einsatz zu machen. Dazu gehören auch Themen wie KI-Readiness, IT-Sicherheit sowie kollaborative und adaptive Systeme.

## Ergebnisse aus der größten KI-Forschungs-kooperation Europas erleben und anwenden

Das KI-Fortschrittszentrum ist Forschungspartner von Cyber Valley, einem Konsortium aus den Universitäten Tübingen und Stuttgart, dem »Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme« (MPI-IS) und sieben Industrieunternehmen. In gemeinsamen Forschungsprojekten werden Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung und Anwendung zu aktuellen sowie zukünftigen Bedarfen vorangetrieben. Die Impulse dieser KI-Spitzenforschung werden somit genutzt, um Baden-Württemberg zu einer weltweiten KI-Leitregion auszubauen. Dies umfasst neben dem wissenschaftlichen Know-how eine nachhaltige Stärkung der regionalen Wirtschaft. Dafür ist es notwendig, die grundlagenorientierte KI-Spitzenforschung durch eine starke angewandte Forschung zu ergänzen. Die Kompetenzen der Fraunhofer-Institute und von Cyber Valley ergänzen sich in der engen Zusammenarbeit optimal.

### Vision

Das KI-Fortschrittszentrum ist ein Leuchtturm für erfolgreichen Technologietransfer in den Mittelstand und ermöglicht Unternehmen einen wirtschaftlichen und verantwortungsvollen Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Robotik – für unternehmerischen Erfolg sowie individuellen und gesellschaftlichen Nutzen.

### Mission

Das KI-Fortschrittszentrum ist der anwendungsorientierte Zweig von Cyber Valley, Europas größter Forschungskooperation im Bereich der Künstlichen Intelligenz.

Das KI-Fortschrittszentrum schlägt die Brücke von der KI-Spitzenforschung in den Mittelstand und macht KI-Technologien für die Wirtschaft in Baden-Württemberg und darüber hinaus nutzbar.

Als führender Innovationspartner für den Mittelstand arbeitet das Zentrum an Themen, die für den Einsatz von KI und Robotik branchenübergreifend von zentraler Bedeutung sind, beispielsweise Autonomie, Effizienz und Nachhaltigkeit, Mensch-Maschine-Interaktion sowie Vertrauen.

Das KI-Fortschrittszentrum informiert Unternehmen über Technologietrends und deren Einsatzpotenziale und unterstützt sie bedarfsgerecht und niedrighschwellig bei der Entwicklung und Umsetzung von ambitionierten KI-Innovationen, damit sie die wirtschaftlichen Chancen der KI künftig noch besser nutzen können.

## Ihr Nutzen aus der Kooperation mit dem KI-Fortschrittszentrum

KI und Robotik finden dann Akzeptanz, wenn sie dem Menschen nutzen und auf ihn zugeschnitten sind sowie Unternehmen in der Wertschöpfung unterstützen. Hierfür bietet das KI-Fortschrittszentrum verschiedene Kooperationsformate, um den Transfer von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung in Unternehmen entlang der gesamten Innovationskette bis zur Praxisverankerung zu beschleunigen.

### Open Lab Days

Wir öffnen unsere Labors für Sie! Lassen Sie sich inspirieren, erleben Sie Forschung hautnah anhand zahlreicher Demonstratoren und lernen Sie die Experten und Expertinnen hinter den Technologien kennen. Die beiden Fraunhofer-Institute präsentieren ihr KI-Leistungsangebot in der ganzen Breite sowie Anknüpfungspunkte in die Grundlagenforschung und zu Partnereinrichtungen.

### AI Explorer

Wir beraten Sie gerne! Sie möchten Künstliche Intelligenz oder Kognitive Robotik in Ihrem Unternehmen einsetzen, haben aber noch keine konkrete Idee? Erhalten Sie durch Workshops eine Experteneinschätzung, wo KI und Robotik in Ihrem Unternehmen stehen und wie Sie am besten vorgehen, um die Technologien in die Praxis zu bringen.

### Quick Checks

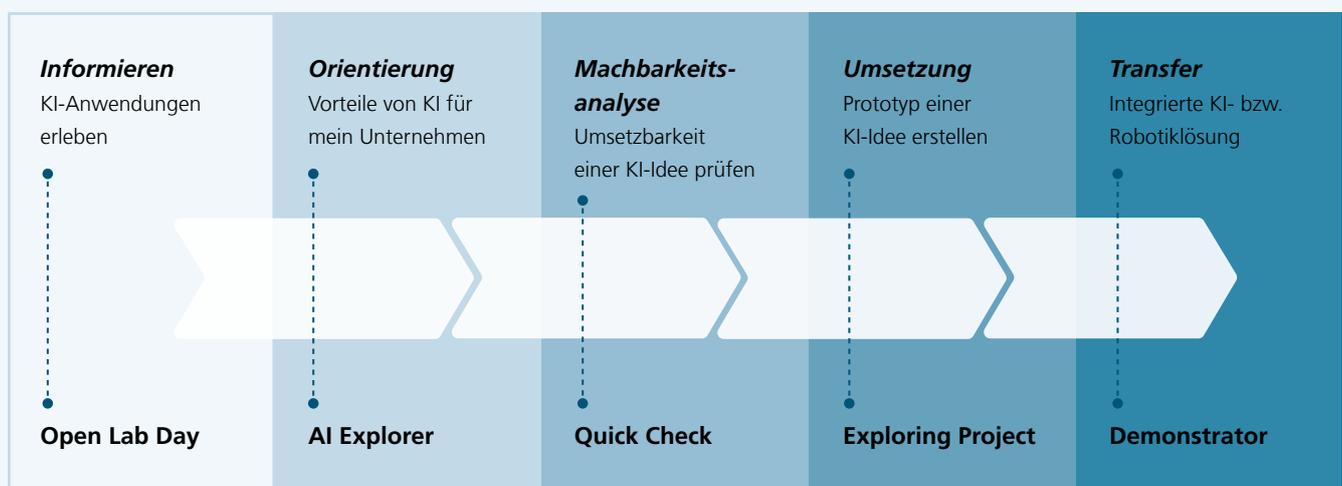
Wir prüfen Ihre KI-Idee! Mithilfe unserer Quick Checks können Sie die Umsetzbarkeit Ihres individuellen KI-Use-Case überprüfen. Nachdem Sie Ihren konkreten Anwendungsfall vorgestellt haben, untersuchen unsere Fachleute, inwieweit Ihr Vorhaben durchführbar ist. Sie erhalten eine Machbarkeitsaussage in Form eines kurzen »Proof of Principle«.

### Exploring Projects

Wir bringen Ihre KI-Anwendung in die Praxis! In unseren anwendungsorientierten Exploring Projects arbeiten wir eng mit Unternehmen an der Entwicklung eines durchführbaren Konzepts für Ihren individuellen Anwendungsfall. Die rund dreimonatige Kooperation baut auf den Ergebnissen eines Quick Checks auf und zielt auf den Wissenstransfer von der Anwendung in die Industrie. Sie erleben Ihre Idee im Labor und können sich ein Bild über die Anwendbarkeit machen (»Proof of Concept«).

### Demonstrator

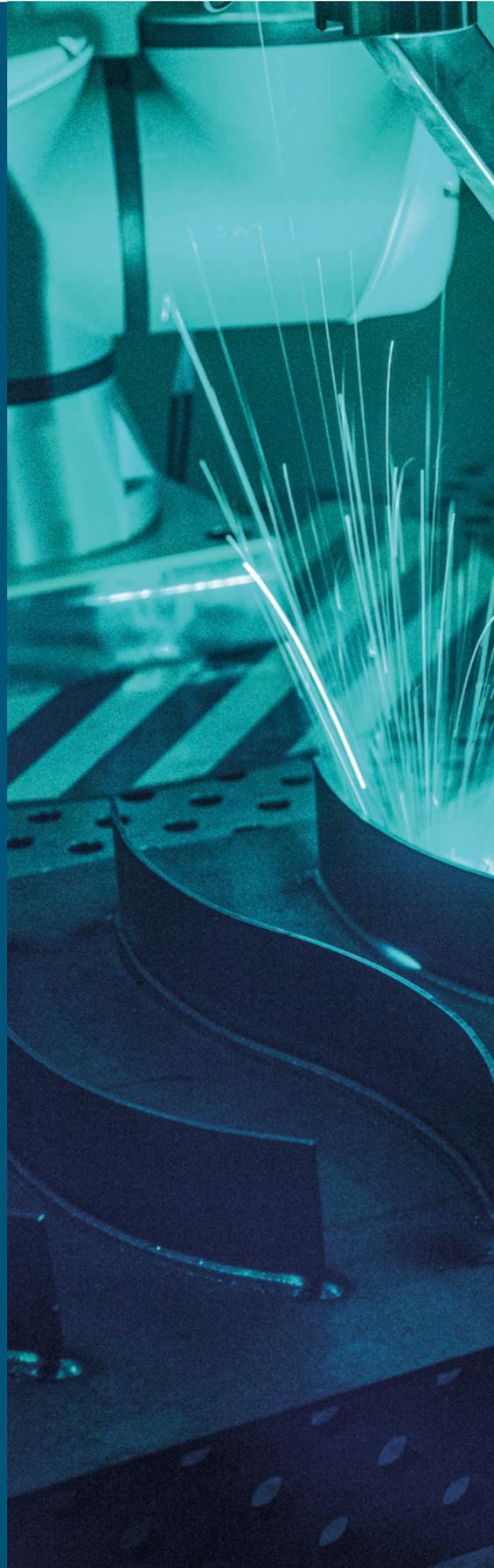
Hat sich das »Proof of Concept« als erfolgreich erwiesen, können Sie mit uns noch einen Schritt weitergehen. Mit unserem Demonstratoraufbau erhalten Sie eine vollständig integrierte KI- bzw. Robotiklösung. Sie dient als Transferplattform, um die erarbeitete Lösung breiter in der Praxis auszurollen.

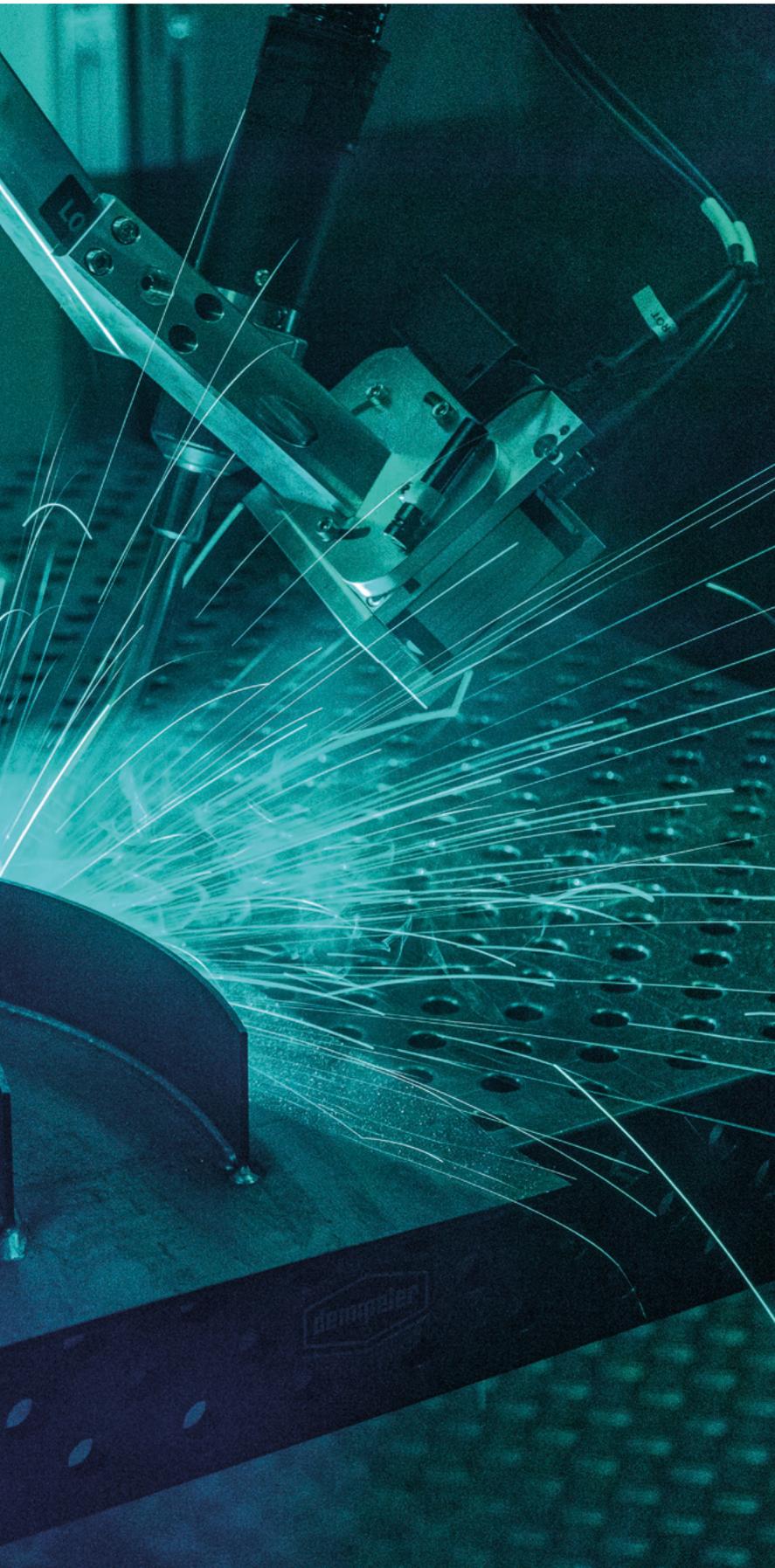


# Schlüssel- technologien

---

Schwerpunkte der Forschung





Für den Transfer der KI-Spitzenforschung in Unternehmen fokussieren sich die KI-Experten und -Expertinnen neben zentralen Forschungsschwerpunkten auch darauf, KI für zahlreiche Branchen nutzbar und zugänglich zu machen. Bereits über 200 abgeschlossene Projekte zeigen vielfältigste Einsatzmöglichkeiten für KI in Produktion, Robotik und Dienstleistung.

*Das KI-gestützte Schweißen macht diese Roboteranwendung insbesondere für Betriebe mit kleinen Losgrößen interessant, weil es Programmieraufwände deutlich reduziert.*

*Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez.*



## KI für die Produktion

---

### Ein großes Themengebiet des KI-Fortschrittszentrums sind KI-basierte Anwendungen für die Produktion

Meist wird hier Maschinelles Lernen (ML) genutzt. Typische Einsatzgebiete sind die Qualitätssicherung, Prozessoptimierung oder Umgebungserfassung. Der Leiter des KI-Fortschrittszentrums Prof. Dr. Marco Huber sowie rund 60 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen unterstützen im Produktionskontext vielfältig, kundenspezifisch und im gesamten Lebenszyklus einer Produktionsanlage. Unternehmen profitieren von schneller implementierten Produktionsprozessen, weniger Ausschuss, einer optimierten, flexibleren Produktion und können Kapazitäten erhöhen sowie gleichzeitig Kosten senken.

#### **Autonomes Planen und Entscheiden**

Unternehmen müssen Planungs- und Entscheidungsprobleme unter Berücksichtigung zahlreicher Einflussgrößen und Unsicherheitsfaktoren lösen. Weil Produkte und Produktionsprozesse zunehmend komplexer werden und die Nachfrage sowie verfügbare Ressourcen Schwankungen unterliegen, sind Planungs- und Entscheidungssysteme notwendig, die dynamisch auf diese Änderungen reagieren können und zuverlässige Lösungen liefern. Im KI-Fortschrittszentrum werden deshalb anhand von Digitalen Zwillingen und mit ML-Methoden verschiedene Planungsprobleme in der Produktion autonom gelöst. Dabei wird modellbasiertes Planen mit der Methode des Reinforcement Learning kombiniert, um Planungs- und Entscheidungssysteme zu entwickeln, die effizientes Lernen in hochkomplexen Produktionsprozessen ermöglichen. Die modellbasierte Komponente ermöglicht es, Domänen- und Expertenwissen in die ML-gestützten Planungs- und



Entscheidungsprozesse einzubinden, was auch die Akzeptanz von KI-Lösungen verbessern dürfte. Beispiele sind die Instandhaltungs- und die Auftragsplanung. Für erstere ermöglichen KI-Verfahren beispielsweise das Erstellen präziserer Modelle, sodass der Ausfallzeitpunkt einer Komponente genauer vorhersagbar ist und sich das Zeitfenster für eine nötige Wartung verringert. Produktionsausfälle werden seltener und die Komponenten bis an ihre Verschleißgrenze ideal genutzt. In der Auftragsplanung helfen ML-basierte Planungsverfahren dabei, Kundenaufträge auf die richtigen Produktionsmaschinen zur richtigen Zeit zu verteilen, sodass wichtige Produktionszielgrößen wie Liefertreue, Durchlaufzeit oder Rüstzeit verbessert werden.

### Bildverarbeitung

KI für die Produktion bedarf unter anderem leistungsstarker Technologien zur Bildverarbeitung, beispielsweise wenn es um die Qualitätsprüfung und -sicherung oder den Einsatz von Assistenzsystemen geht. Die Bildverarbeitung ist ein Beispiel für den Technologietransfer von der Grundlagenforschung in die Anwendung, den das KI-Fortschrittszentrum in Cyber Valley umsetzt. Mit Prof. Michael J. Black Ph. D. arbeitet am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, Tübingen, einer der weltweit führenden Wissenschaftler zur Bildverarbeitung. Er ist Direktor der Abteilung »Perzeptive Systeme«, Honorarprofessor an der Universität Tübingen und war zwischen 2017 und 2021 zusätzlich Distinguished Amazon Scholar. Black und sein Team verwenden ML, um Computer darauf zu trainieren, menschliches Verhalten, ihre Bewegungen und Ausdrücke bis ins kleinste Detail wiederzugeben, sodass menschliche Bewegungen mit Kontextwissen verbunden werden. Sie entwickeln robuste Algorithmen und 3D-Modelle des Körpers auf einem Niveau, das bisher nicht möglich war. Aus einzelnen Bildern oder Videos gewinnen sie die 3D-Struktur von Menschen, ihre Bewegungen und die sie umgebenden Objekte zurück. Sie machen explizit, was in Bildern implizit ist – die Form des Körpers und seine Beziehung zur 3D-Welt. Folglich entwickelt das Team immer genauere und detailliertere Modelle des menschlichen Körpers und trägt auch realistische Avatare zur Computergrafik bei.

*KI-Technologien sind im gesamten Produktionskontext im Einsatz und können Prozesse vielfältig optimieren. Quelle: Fraunhofer IPA! Foto: Rainer Bez.*



*Prof. Marco Huber verantwortet die Projekte rund um KI für die Produktion.*

## Gestendetektion für manuelle Produktionen

Einige dieser Forschungsergebnisse münden in das von Michael Black gegründete Start-up Meshcapade GmbH und in Kooperationen mit dem KI-Fortschrittszentrum, die dieses Wissen Unternehmen zugänglich machen. Beispielfähig geht es hierbei um die Gestendetektion für manuelle Montagearbeitsplätze, an denen ein Assistenzsystem den Menschen unterstützt. Bisherige Assistenzsysteme nutzen entweder keine Handerkennung oder nur eine rudimentäre Gestenerkennung. Letztere wird meist auf Bilddaten trainiert, was sehr aufwendig für das Einlernen neuer Gesten ist. Eine Handposendetektion verspricht deutliche Verbesserungen.

Im KI-Fortschrittszentrum erarbeitet das Fraunhofer IPA deshalb gemeinsam mit Blacks Abteilung eine Methode, mit der Datensätze zum Erkennen von Handposen und -aktivitäten einfach erzeugt werden können. Hierfür ist ein manueller Arbeitsplatz entstanden, an dem mit speziellen Handschuhen einmalig Handposen vorgegeben werden. So können in kürzester Zeit viele bereits annotierte Daten aufgenommen werden. ML-Algorithmen werden darauf trainiert, Hände lokalisieren und Handposen erkennen zu können. Darauf aufbauend wird die Aktivitätserkennung trainiert, die einfach an vielfältige Anwendungen anpassbar ist, mit dem Ziel, die Fachkraft in der manuellen Montage stets optimal zu unterstützen. Eine weitere Kooperation besteht zum Thema Arbeitsergonomie im Kontext des Arbeitsschutzes, damit das Personal auch in Zeiten des demografischen Wandels länger gesund arbeiten kann. Hierfür definiert das Fraunhofer IPA zunächst typische Bewegungen am Arbeitsplatz. Darauf aufbauend generiert und verarbeitet Meshcapade die Daten. Schließlich kann wiederum das Fraunhofer IPA die Szenen analysieren und Bewegungsabläufe evaluieren.

## Erklärbar und transparent

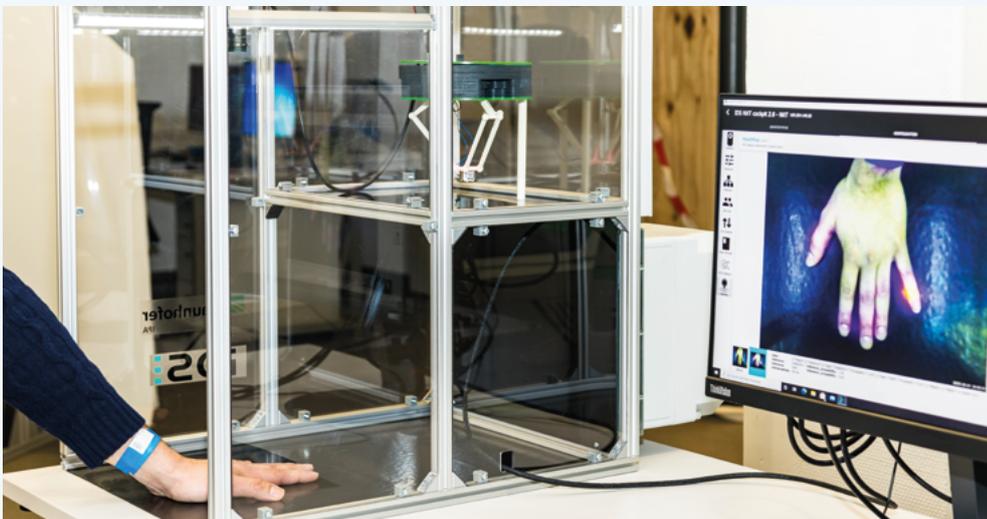
Alle Forschungstätigkeiten im KI-Fortschrittszentrum haben eine menschenzentrierte KI zum Ziel, zu deren Eigenschaften u.a. Robustheit, Nachvollziehbarkeit und Erklärbarkeit gehören. Viele ML-Verfahren sind jedoch so komplex, dass Menschen nicht mehr nachvollziehen können, wieso ein bestimmtes Ergebnis zustande gekommen ist. Dies zu verbessern, bringt entscheidenden Mehrwert: Diejenigen, die eine Anwendung entwickelt haben, können das Verfahren punktuell verbessern, weil sie es ausreichend durchschauen. Die Produktionsleitung kann ein Verfahren umso besser nutzen, wenn klar ist, warum beispielsweise ein Bauteil als gut oder fehlerhaft erkannt wurde. Und das Personal vertraut einer KI-Anwendung mehr und akzeptiert diese eher, wenn es sie versteht. Rechtliche Anforderungen auf nationaler und bald auch EU-Ebene sind ein weiterer Treiber für eine nachvollziehbare KI. Aus all diesen Gründen ist Erklärbarkeit ein zentraler Forschungsschwerpunkt im KI-Fortschrittszentrum, sodass Unternehmen transparente und vertrauenswürdige KI-Lösungen erhalten.

## KI in der Praxis – Einblick in ein Projekt des KI-Fortschrittszentrums

### Bewertung der Relevanz von Bilddaten beim Training neuronaler Netze

Die Firma IDS betreibt eine Trainingsplattform, auf der Fachleute neuronale Netze – Grundlage für den Teilbereich Deep Learning beim Maschinellen Lernen – mithilfe selbst hochgeladener Bilder trainieren können. Nicht immer gibt ein neuronales Netz aber das richtige Ergebnis aus. Zwar bietet IDS bereits sogenannte Heat Maps an, die zeigen, aufgrund welcher Bildeigenschaften ein Ergebnis zustande gekommen ist. Es fehlte jedoch ein geeignetes Standardverfahren, um die Leistung dieser Heat Maps bewerten zu können, sodass sie auch industriellen Ansprüchen genügen.

Im Quick Check erarbeiteten die IPA-Fachleute einen Testprozess, der die Güte von Heat Maps nachvollziehbar quantifiziert. Hierfür haben sie verschiedene Methoden zur Heat-Map-Erzeugung verglichen. Zudem entwickelten sie Techniken, um sogenannte Adversarial Attacks erzeugen und ein verzerrtes Netz trainieren zu können. Eine Metrik hilft, die Qualität der Heat Maps zu bewerten. Um die beiden Fälle zu evaluieren, nutzten die IPA-Forscher und -Forscherinnen drei Methoden zur Erzeugung von Heat Maps auf verschiedenen Netzarchitekturen und bewerteten die erzeugten Heat Maps mithilfe der Metriken. Die Ergebnisse zeigen, dass Heat Maps verzerrte Vorhersagen kenntlich machen und Hinweise auf Adversarial Attacks liefern können. IDS kann die Ergebnisse nutzen, um eigens entwickelte Heat-Map-Verfahren zu evaluieren und zu optimieren.



*Ein gemeinsam mit der Firma IDS entwickelter Demonstrator zeigt auf, inwiefern verzerrte Daten beispielsweise zu falschen Ergebnissen bei einer Bildverarbeitungs-Anwendung führen können.  
Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Marco Huber.*

### Publikation zum Projekt

Measuring Bias in Image Classification. In: Proceedings of the 30<sup>th</sup> International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN).

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-86365-4\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86365-4_35)

### Mehr Informationen

[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/bewertung-der-relevanz-von-bilddaten-beim-training-neuronaler-ne](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/bewertung-der-relevanz-von-bilddaten-beim-training-neuronaler-ne)



## KI für Kognitive Robotik

---

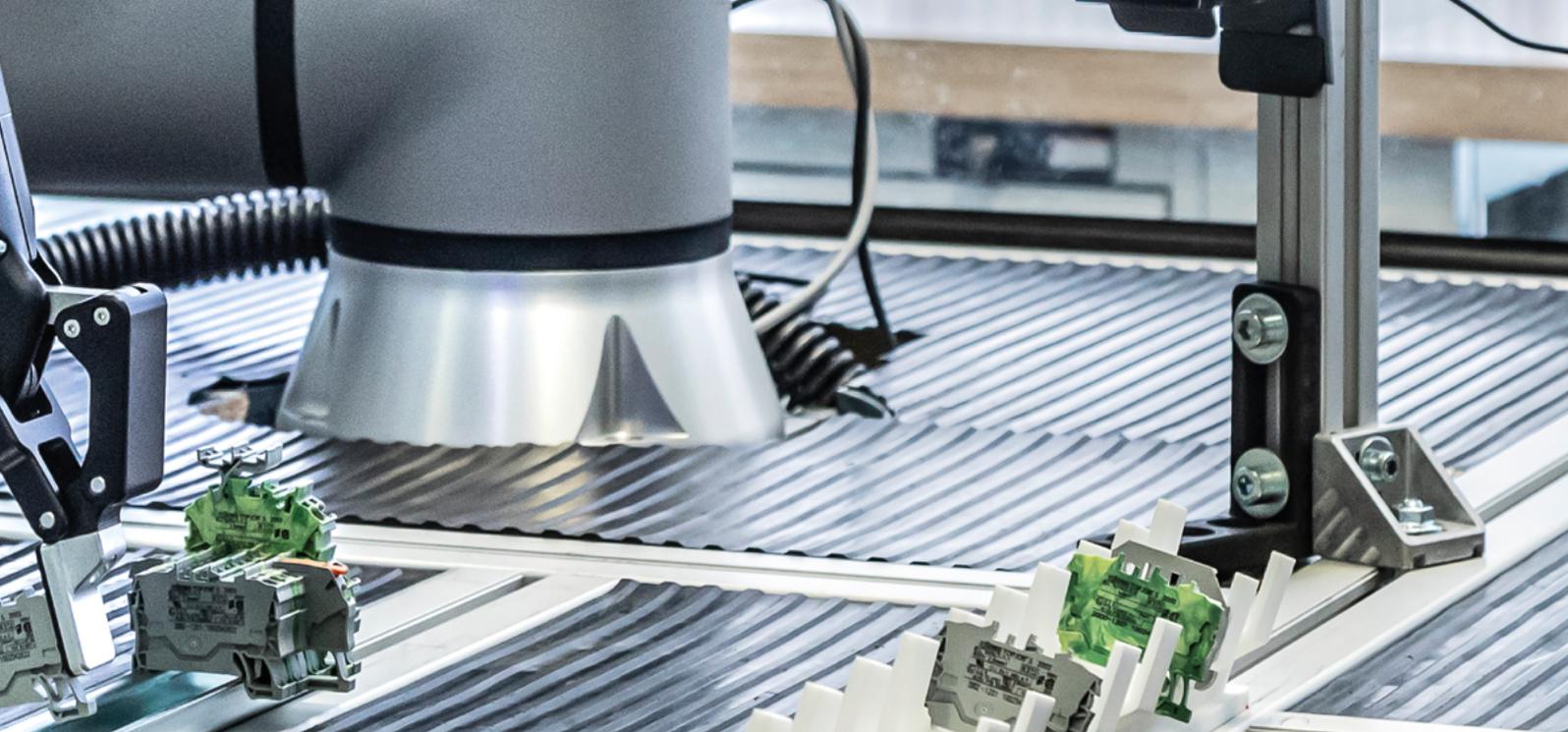
### Robotik ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts

Mit Robotik lassen sich gesellschaftliche Herausforderungen wie der demografische Wandel, Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit angehen. Auch für die Wettbewerbsfähigkeit der Produktionen in Deutschland ist sie unabdingbar und trägt zum Erhalt von Arbeitsplätzen und Standorten im Hochlohnland bei. Serviceroboter unterstützen den Menschen vielfältig im gewerblichen wie privaten Kontext. Kurzum: Die Potenziale der Robotik sind immens. Im KI-Fortschrittszentrum ist sie deshalb eines der Hauptthemen, das Dr. Werner Kraus gemeinsam mit seinen rund 70 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen in zahlreichen Projekten mit dem Ziel bearbeitet, Roboteranwendungen auf ein neues Niveau zu bringen.

#### Robotik für flexible Produktionen und Services

Viele Robotik-Herausforderungen drehen sich um die zunehmend geforderte flexible Produktion. In Zeiten von kleinen Losgrößen oder High-Mix-Low-Volume-Produktionen wird es zunehmend problematisch, wenn eine einmal aufwendig installierte Roboteranwendung nicht oder nur mit viel manuellem Aufwand auf diese Variantenvielfalt reagieren kann. Das KI-Fortschrittszentrum unterstützt Unternehmen dabei, Roboteranwendungen autonomer zu machen, sodass sich das Produktionssystem zunehmend selbst auf sich ändernde Prozessbedingungen oder neue Produktvarianten einstellen kann. Es wird also ein lernendes System. Die vier Schwerpunktthemen in diesem Kontext sind:

- Manipulation
- Perzeption
- Integration und Vernetzung
- Funktionale Sicherheit (Safety)



Ein Nadelöhr für flexiblere Roboteranwendungen sind beispielsweise die Greifer für Manipulationsaufgaben. Sie sind heutzutage mechatronisch meist aufwendig gestaltet und nicht flexibel genug. Eine Möglichkeit ist, sie hardwareseitig so zu gestalten, dass sie eine Vielzahl von Objekten greifen können. Der am Fraunhofer IPA entwickelte Aufwältzgreifer ist ein solches Beispiel. Softwareseitig sorgt Maschinelles Lernen (ML) beispielsweise dafür, dass mögliche Greifpunkte für die Handhabung eines Objekts nicht mehr aufwendig von Hand bestimmt werden müssen, sondern dass das Robotersystem diese selbst berechnet. Auch die Objekterkennung profitiert von ML und ermöglicht mithilfe von Perzeptionsfähigkeiten, die Einrichtaufwände zu verringern und das Robotersystem robuster agieren zu lassen. Denn für ein Bauteil lässt sich ein Robotersystem noch vergleichsweise schnell programmieren. Was aber, wenn es um eine Vielzahl an Varianten einer Baugruppe geht? Genau in diesen Fällen sorgt ML für die erforderliche Flexibilität und Autonomie im Sinne einer »Automatisierung der Automatisierung«.

Weitere für ML prädestinierte Anwendungen sind beispielsweise mobile Roboter und Serviceroboter, für die die Integration und Vernetzung entscheidend sind. Gerade für Serviceroboter lässt sich die Aufgabenausführung oft nicht vollständig programmieren. Sie agieren im nahen Umfeld des Menschen, was besondere Anforderungen an die Sicherheit stellt. Dieses Umfeld ist unstrukturiert, ändert sich kontinuierlich und setzt ein gewisses Verständnis des Roboters für sein Umfeld voraus. Genau dies wird zukünftig die kognitive Robotik ermöglichen. Das Fraunhofer-Team bringt hier die neuesten Technologien in Roboteranwendungen ein, beispielsweise für die Logistik, Pflege oder Landwirtschaft.

*KI-basierte Roboterprogrammierung eröffnet beispielsweise neue Möglichkeiten beim Einsatz von mehr Automatisierung in der Montage. Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez.*



*Dr. Werner Kraus verantwortet die Projekte rund um KI für die Kognitive Robotik.*

## Neuartige Hardware nach dem Vorbild der Natur

Zukünftig werden sich Robotersysteme hardwareseitig noch einmal stark verändern. Wie eine ganz neue Hardware-Generation entstehen kann, zeigen die Arbeiten rund um den Direktor am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme, Prof. Dr. Christoph Keplinger. Er leitet dort die Abteilung »Robotik-Materialien«. Sein Forschungsschwerpunkt sind neuartige Materialien und Komponenten, die beim Design von Robotern und intelligenten Systemen vollkommen neue Möglichkeiten eröffnen. Im Moment werden Roboter meist aus festen Bauteilen konstruiert, angetrieben durch Elektromotoren aus Metall. Das macht sie schwer und oft ungeeignet für unwägbares Terrain, zudem ist ihr Einsatz nahe dem Menschen riskant und teuer, weil man in Sicherheitstechnik investieren muss. Im Gegensatz dazu macht die Natur ausgiebig Gebrauch von weichen Materialien wie Muskeln und Haut. Zahlreiche Organismen übertreffen Roboter in Bezug auf Beweglichkeit, Geschicklichkeit und Anpassungsfähigkeit. Inspiriert von diesen Fähigkeiten, konzentriert sich die interdisziplinäre Forschung der Abteilung unter anderem auf das Forschungsgebiet der bio-inspirierten Soft-Robotik.

Eine zentrale Forschungsfrage von Keplinger und seinem Team ist die Entwicklung neuer Antriebssysteme oder Aktuatoren, die Muskeln ähneln. Muskeln sind ein Meisterwerk der Evolution: Sie glänzen mit einer ausgesprochen breiten und ausgewogenen Palette an Leistungsmerkmalen, können nach einer Verletzung heilen und arbeiten auf intelligente Weise mit Sinnesorganen zusammen. Die Anwendungsbereiche dieser Soft-Robotik reichen von der Automation industrieller Prozesse über medizinische Robotik (z. B. Exoskelette) bis hin zu neuartigen Mensch-Maschine-Schnittstellen.

## KI in der Praxis – Einblick in ein Projekt des KI-Fortschrittszentrums

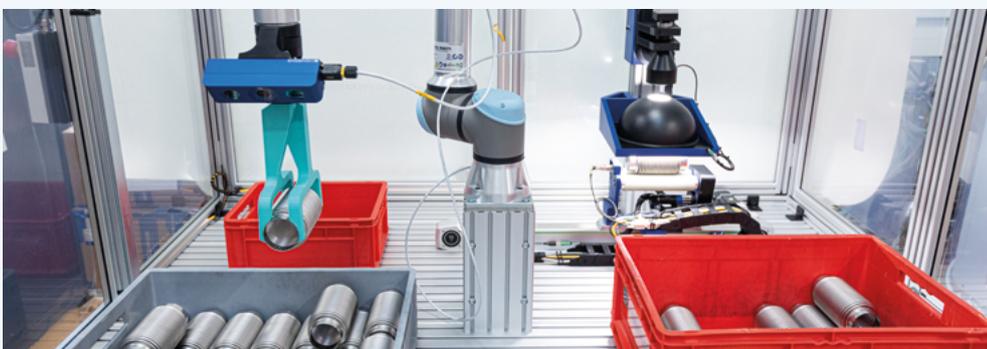
### End-of-Line Roboter-Automatisierung mittels KI

Typische Arbeitsschritte am Ende einer Produktionslinie (End-of-Line) sind die Qualitätsprüfung und Verpackung des Guts. Die Firma Witzenmann strebte eine Automatisierung dieser eng verzahnten Prozesse für Metallbälge an: So könnte die gesamte Behälterpackanlage automatisiert arbeiten, zudem würde eine robustere und wiederholgenauere Fehlererkennung anstelle der Stichproben möglich. Weitere Ziele waren schnellere Prozesse, ein höherer Durchsatz, bessere Qualität der Ware und somit zufriedenerer Kundschaft.

Diese Anwendung stellte sich als sehr erfolgversprechend heraus: Nach einem Quick Check, der die Machbarkeit aufzeigte, wurde die Anwendung deshalb in einem Exploring Project zum Proof of Concept weiterentwickelt. Da sie zudem die KI-Kernthemen Robotik und Qualitätssicherung repräsentiert und für viele weitere Firmen Einsatzpotenziale bietet, folgte der Aufbau eines Demonstrators. Er zeigt die automatisierte KI-basierte Kombinationslösung aus Qualitätskontrolle und Verpackungsprozess. Am Fraunhofer IPA wurden in einer Prüfvorrichtung Aufnahmen von Bauteilen gemacht und annotiert. Um schnell die für Maschinelles Lernen erforderliche Datenmenge zu bekommen, vergrößerten die Forscher und Forscherinnen den Datensatz durch »Data Augmentation«, indem sie vorhandene Bilder automatisiert bearbeiteten,

bspw. rotierten, spiegelten oder Rauschen aufaddierten. Für die Auswertung der Bilder haben sie ein neuronales Netz entwickelt und trainiert, das fehlerhafte und fehlerfreie Bauteile unterscheiden kann.

Für das Verpacken integrierte das Fraunhofer-Institut Module seiner Software »bp3™« in die Bin-Packing-Anwendung. Die Software ist als Lizenz verfügbar und in verschiedenen Produktionen im Dreischichtbetrieb für Griff-in-die-Kiste-Anwendungen, also das Gegenteil vom Verpacken, im Einsatz. Da es für das Packen kein vorgegebenes Muster gibt und auch die Variantenzahl der Bauteile hoch ist, ermittelte ein KI-basierter Lagengenerator geeignete Ablagepositionen in der Kiste für den Roboter. Diese KI-basierte Software wurde in einer Simulationsumgebung mittels »Reinforcement Learning« (RL) trainiert, also für erfolgreiches Ablegen »belohnt«. RL eignet sich immer dann, wenn es kein bzw. nicht genug Modellwissen über einen Prozess oder die Dynamik eines Problems gibt oder der Lösungsraum zu groß wäre. Beim vorgestellten Bin Packing ist das Planungsproblem das sequenzielle Ablegen der Bälge, also zylindrischer, biegeschlaffer Bauteile in einen Ladungsträger. Die Schwierigkeit: Die Bälge sind rund und flexibel und können sich daher bewegen (z.B. wegrollen, verrutschen). Dank RL kann das Robotersystem trotz dieser unsicheren Bedingungen in einer Simulation autonom eine Lösung erlernen, um die Aufgabe des Packens zu erfüllen.



*Gemeinsam mit der Firma Witzenmann entwickelte das Fraunhofer IPA einen KI-basierten Demonstrator, der sowohl eine automatische Qualitätskontrolle durchführt als auch die Bauteile roboterbasiert verpackt (»Bin Packing«).*

*Quelle: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez.*

### Mehr Informationen

[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/roboter-automatisierung](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/roboter-automatisierung)



## KI für die Dienstleistungswirtschaft

---

### Erkennen, Vorhersagen, Entscheiden

Ob im Handel oder der Logistik, im Gesundheitswesen oder der Mobilität – erfolgreich ist, wer Situationen schnell erkennt, Entwicklungen vorhersagen kann und proaktiv darauf reagiert. Verfahren der KI können helfen, in komplexen Situationen den Durchblick zu bewahren und entscheidende Informationen aus den verfügbaren Daten zu extrahieren. In zahlreichen Projekten mit Unternehmen aus verschiedenen Branchen konnten die interdisziplinären Teams von Dr. Matthias Peissner und rund 50 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen am Fraunhofer IAO bereits das große Potenzial von KI-basierten Datenanalysen herausarbeiten und wirtschaftlich nutzbar machen.

#### **Prognosen und adaptive Strategien**

Wenn Daten zu relevanten Eingangs- und Zielgrößen aus der Vergangenheit vorliegen oder kontinuierlich gesammelt werden, können KI-basierte Analyseverfahren daraus wertvolle Informationen gewinnen. Ein Beispiel sind Nachfrage- und Bedarfsprognosen. Diese sind nutzbar, um die Verfügbarkeit von Waren und Services entsprechend anzupassen und damit die Kundenzufriedenheit zu steigern und gleichzeitig Ressourcen wie Personal, Material, Lagerraum und Energie möglichst sparsam einzusetzen. Häufig kann die Vorhersagequalität zusätzlich erhöht werden, wenn zu den Unternehmensdaten noch externe, teilweise öffentlich und einfach zugängliche Daten integriert werden. So konnte beispielsweise in einem Projekt des KI-Fortschrittszentrums die Effizienz der Vertriebstätigkeiten eines Unternehmens gesteigert werden, indem Informationen zu Messen, Schulferien, Feiertagen usw. mit den Daten aus dem Customer-Relationship-Management-System verbunden wurden, um Erreichbarkeit und Kaufbereitschaft vorherzusagen.



## Komplexität beherrschen

Die Analysewerkzeuge reichen von klassischen Regressionsmodellen bis hin zu Ansätzen des Deep Learning und neuronalen Netzwerken, die mit komplexeren Entscheidungssituationen besser zurechtkommen. So können zum Beispiel Ingenieure und Ingenieurinnen bei der konkreten Produktauslegung unterstützt werden, Qualität und Ressourceneinsatz über geeignete Produkt- und Produktionsparameter gleichzeitig zu optimieren – selbst wenn die vielfältigen Zusammenhänge nicht vollständig verstanden werden.

## KI nutzbar machen

Entscheidend für den tatsächlichen Nutzen der Datenanalysen ist jedoch in den meisten Fällen auch, dass die gewonnenen Informationen in einer verständlichen und der Aufgabe angemessenen Weise für Menschen zugänglich gemacht werden. Je komplexer die Zusammenhänge und je größer die Verantwortung und die Handlungsspielräume der entscheidenden Personen, umso wichtiger sind zum einen aussagekräftige Visualisierungen, die schnell erfasst werden können. Zum anderen sind intuitive Interaktionsmechanismen entscheidend, die durch einfache Möglichkeiten der Exploration und Simulation dafür sorgen, dass die Empfehlungen des Planungssystems nachvollziehbar werden und zu lehrreichen Einsichten führen. Fragestellungen und Gestaltungsansätze an der

Schnittstelle zwischen KI und Mensch sind ein Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer IAO, das auf langjährige Erfahrung und zahlreiche Industrieprojekte zurückgreifen kann.

## Expertenwissen einbeziehen

Eine weitere wichtige Funktion von Mensch-KI-Schnittstellen ist es, Maschinelles Lernen (ML) mit menschlichem Erfahrungs- oder Expertenwissen zu verbinden. Offensichtlich notwendig sind in diesem Bereich die Interfaces, über die Anwendungsfachleute datengestützte KI-Systeme validieren und kontinuierlich optimieren können. Die Technologien des KI-Fortschrittszentrums gehen noch einen Schritt weiter. Unter dem Schlagwort »Hybrides Lernen« oder »Greybox Learning« werden Ansätze entwickelt, die die Stärken von menschlichem Wissen und ML systematisch kombinieren. So kann ein KI-System auch schon sinnvoll arbeiten, wenn noch keine Massendaten verfügbar sind. Es startet mit vorprogrammierten Regeln auf der Grundlage von menschlichem Erfahrungswissen. Dann sammelt es im laufenden Betrieb die Daten, die einen allmählichen Übergang von der regelbasierten Intelligenz zu ML und damit eine dynamischere und differenzierte Anpassung an spezifische Anwendungskontexte und Situationen ermöglichen. Derartige Systeme werden beispielsweise für Produktionsumgebungen und adaptive Mensch-Fahrzeug-Schnittstellen entwickelt.

*Zuverlässige Prognosen steigern die Ressourceneffizienz.  
Quelle: Stock Foto. Young woman with digital tablet in the electronics workshop von BGStock72.*



*Dr. Matthias Peissner verantwortet die Projekte rund um KI für die Dienstleistungswirtschaft.*

## Mentale Zustände live erkennen

Die Erkennung von mentalem Befinden ist ein besonderer Schwerpunkt des Fraunhofer IAO bei fortgeschrittenen Datenanalysen. Im Team »Applied Neurocognitive Systems« werden mobile (Neuro-)Sensoren und Kamerasysteme eingesetzt, um Aufmerksamkeit, Akzeptanz, kognitive Belastung und positive oder negative Affektreaktionen zu erfassen. So können Produkte, Services und Arbeitsumgebungen wissenschaftlich fundiert evaluiert und optimiert werden. Durch neue Hardware-Entwicklungen können diese Messungen bereits komfortabel auch mobil und außerhalb des Labors durchgeführt werden. Maschinelles Lernen kann die Signalverarbeitung weiter optimieren und beschleunigen, sodass die abgeleiteten Neurosignale auch als kontinuierliche Eingaben für zukünftige Mensch-Technik-Systeme in realen Nutzungssituationen dienen können. Die resultierenden Brain-Computer-Interfaces (BCI) reagieren auf kognitive und emotional-affektive Prozesse in Echtzeit. Damit eröffnen sie enorme Potenziale für eine anpassungsfähige Technik und vielversprechende Anwendungen zum Beispiel in der Fahrerzustandserkennung, bei adaptiven Lernassistenten oder in der Mensch-Roboter-Kollaboration.

Diesen Schritt der BCI, heraus aus den Forschungslabors in reale Anwendungen, unterstützen auch die Forschungsarbeiten der Cyber-Valley-Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Bernhard Schölkopf am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme (MPI-IS) in Tübingen. Die Gruppe hat mit MYND eine Open-Source-Software vorgestellt, die praxistaugliche EEG-Aufzeichnungsgeräte mit einer einfach zu bedienenden App kombiniert. So können EEG- und BCI-Studien nun auch außerhalb des Labors mit erschwinglicher Hardware durchgeführt werden. Die Forschungsgruppe am MPI-IS konnte in einer 2020 veröffentlichten Studie zeigen, dass MYND die Grundlagenforschung sinnvoll und effektiv ergänzt, indem die Software Fragen zum tatsächlichen Alltagsgebrauch stellt und eine hilfreiche Basis für die Forschung zu einer barrierefreien BCI-Nutzung im Alltag sein könnte. Die Open-Source-Software ermöglicht es somit, die BCI-Laborforschung um weitere praxisrelevante Aspekte der Mensch-Technik-Interaktion zu erweitern.

## KI in der Praxis – Einblick in ein Projekt des KI-Fortschrittszentrums

### Optimierung der Produktauslegung

Siemens Energy fertigt Gießharztransformatoren, die beispielsweise in Windkraftanlagen verwendet werden. Vor der Fertigung wird auf Basis der Kundenspezifikation die elektrische, thermische und mechanische Auslegung des Transformators erstellt. Es handelt sich dabei um eine theoretische Berechnung, die viele Einflussfaktoren und Toleranzen berücksichtigt. Historische Daten berechneter Werte und nach der Produktion gemessene Werte liegen vor, wurden aber in der Vergangenheit nur mit hohem Aufwand manuell abgeglichen. Dadurch war die Berechnung eher konservativ und mit einem Sicherheitsaufschlag versehen.

In der Kooperation mit dem KI-Fortschrittszentrum wurde zunächst ein gemeinsames Bild der kompletten Auslegungsberechnung erstellt und die relevanten Mess- und Rechenwerte untersucht. Es stellte sich heraus, dass nicht in allen Bereichen ausreichend Messwerte verfügbar sind. Daher wurde mit den »Zusatzverlusten« ein Teilbereich extrahiert, bei dem alle Parameter bekannt waren und an dem

die Machbarkeit der KI-Lösung erprobt werden sollte. Verschiedene ML-Modelle wurden mit den bestehenden Planungs- und Messwerten trainiert. Insbesondere der Random-Forest-Algorithmus und die lineare Regression wurden näher untersucht.

ML-Algorithmen konnten auf Grundlage der Konstruktionsdaten die späteren Messwerte erheblich besser vorhersagen, als das mit den bislang verwendeten Formeln der Fall war. Dies kann künftig dazu verwendet werden, die Auslegung präziser zu gestalten und die Kundenanforderungen noch besser zu treffen. Die beste Vorhersage der Messwerte lieferte ein Random-Forest-Modell. Nur unwesentlich schlechter schnitt ein lineares Regressionsmodell ab, aus dem sich darüber hinaus eine verbesserte Formel ableiten ließ, die künftig in der Produktauslegung verwendet werden kann. Die Zusammenarbeit zwischen Siemens Energy und Fraunhofer wird nun fortgesetzt, um entsprechende Vorhersagemodelle für weitere Anwendungsfälle zu entwickeln.

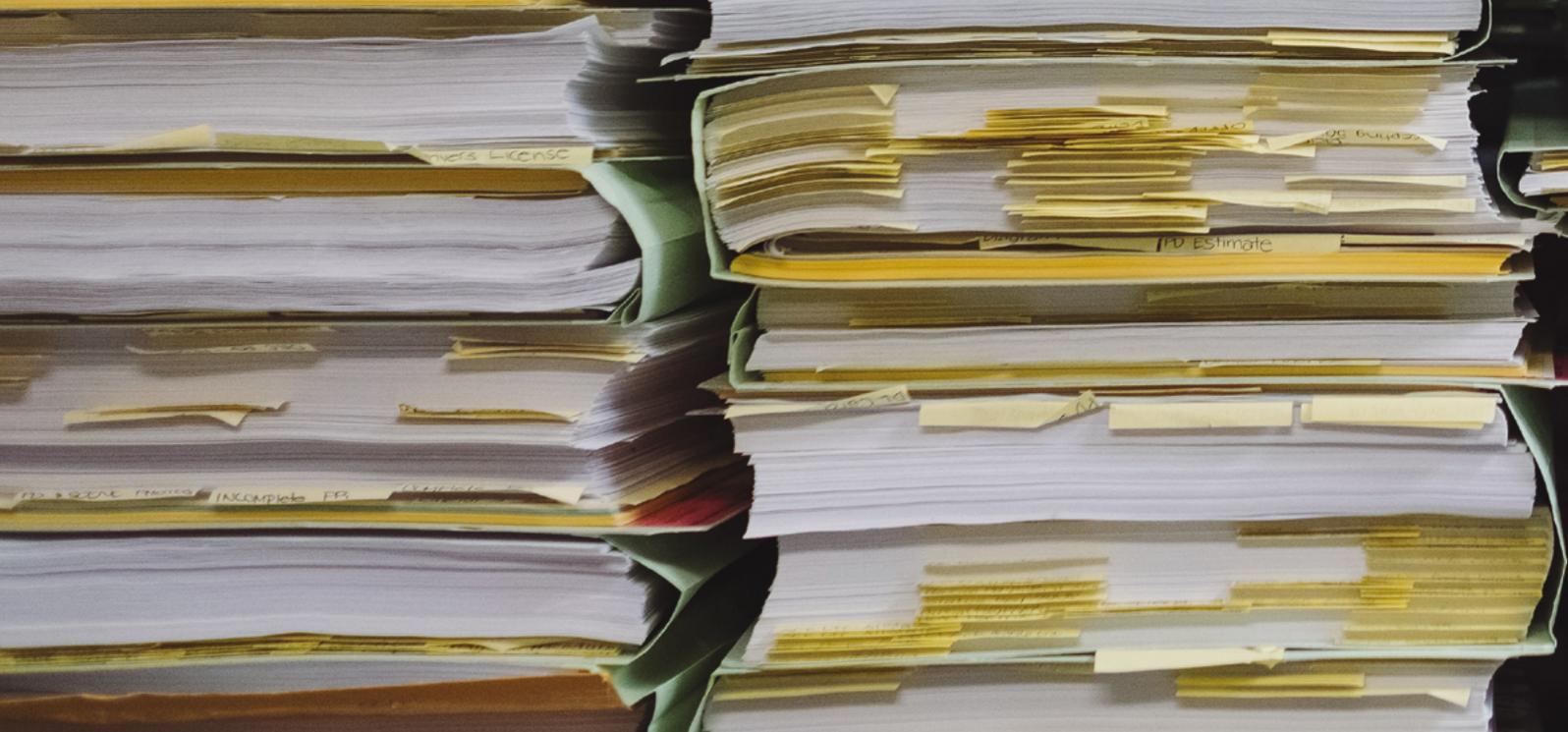


*In einem Projekt mit Siemens half KI, die Auslegung von Transformatoren zu verbessern.*

*Quelle: Siemens Energy.*

### Mehr Informationen

[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/optimierung-der-produktauslegung](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/optimierung-der-produktauslegung)



## KI für das Textverstehen und die Verarbeitung von natürlicher Sprache

---

### Die KI-gestützte Analyse von Textdokumenten und natürlicher Sprache spielt im KI-Fortschrittszentrum eine große Rolle

Die entwickelten Technologien und Methoden können in der Kundenkommunikation, in der Prozessautomatisierung oder für die effiziente Suche in großen Mengen an komplexen Textdokumenten eingesetzt werden. Dr. Maximilian Kintz und sein Team helfen Firmen dabei, Potenziale von KI für die Verarbeitung von Texten zu identifizieren und mit maßgeschneiderten Technologielösungen zu erschließen. Dabei kommen sowohl Expertensysteme als auch Lösungen des Maschinellen Lernens zum Einsatz.

#### **Klassifikation von Dokumenten und Extraktion von Merkmalen**

Die Herausforderung ist in den meisten Firmen bekannt: Eingehende Dokumente, wie z. B. Briefe, E-Mails, Rechnungen oder Kundenanfragen, müssen oft manuell klassifiziert und an die richtige Abteilung weitergeleitet werden. Das ist jedoch meist zeitaufwendig, fehleranfällig und schlecht skalierbar. Nur wenige Informationen werden systematisch erfasst, was die Möglichkeit zur automatischen Prüfung und Verarbeitung begrenzt.



Mit den im KI- Fortschrittszentrum entwickelten Lösungen für Textverstehen lassen sich eingehende Dokumente mit hoher Genauigkeit automatisiert kategorisieren und somit an die richtigen Ansprechpersonen weiterleiten. Das spart Zeit und erhöht die Kundenzufriedenheit. Dabei kommen bei der Klassifikation Sprachmodelle zum Einsatz, um eine sehr hohe Trefferquote selbst bei einer geringen Anzahl an verfügbaren Trainingsdaten zu erreichen.

Auch die Extraktion von Merkmalen aus den Texten ist ein Thema, das die Arbeiten adressieren. Damit werden aus unstrukturierten natürlich-sprachlichen Daten strukturierte Daten gemacht, die direkt in IT-Systeme integriert und ggf. automatisiert geprüft und verarbeitet werden können. So müssen Menschen diese Daten nicht mehr manuell eintippen und profitieren von den maschinellen Prüfergebnissen. Die Merkmale können regelbasiert oder mittels Deep Learning extrahiert werden. Die gefundenen Entitäten werden, wenn möglich, auf Plausibilität geprüft oder mit einer Referenzdatenbank abgeglichen.

### **Kombination von Layout- und Textanalyse**

Die Analyse von reinen Textdaten ist inzwischen mit Sprachmodellen sehr weit fortgeschritten. Die Extraktion von Daten aus gescannten Dokumenten mit etablierten Layouts (wie Rechnungen) ist ein weitgehend gelöstes Problem. Jedoch sind Firmen in der Praxis oft mit der Herausforderung konfrontiert, dass sie komplexe Satzkonstellationen und weitere Merkmale aus gescannten Dokumenten mit variierenden Strukturen (Tabellen, Spalten, Kopf- und Fußzeilen usw.) extrahieren müssen.

Um diese Aufgabe zu meistern, entwickelt das Fraunhofer IAO im KI- Fortschrittszentrum Softwarelösungen, die eine Analyse des Aufbaus von Textdokumenten (die sogenannte Segmentierung) mit der Suche nach Entitäten (wie Adressen, Datumsangaben oder auch Angaben zu Schadensursachen in einem Gutachten) kombinieren. Dabei kommen komplexe Regeln und trainierte Deep-Learning-Modelle zum Einsatz. So erhält man sehr präzise Ergebnisse und die Möglichkeit, nach komplexen oder nur weich definierten Merkmalen zu suchen.

*Textdokumente analysieren oder darin effizient nachschlagen: Hier setzen KI-Technologien an und optimieren das Textverstehen und die Textverarbeitung.*

*Quelle: Wesley Tingey, Unsplash.*



*Maximilian Kintz verantwortet die Themen rund um KI für das Textverstehen und die Verarbeitung von natürlicher Sprache.*

## **Einsatz von Sprachmodellen und Generierung von Trainingsdaten**

Regelbasierte Expertensysteme bieten für die Analyse von Texten gewisse Vorteile: Diese können auf Basis von wenigen Beispieldokumenten aufgesetzt werden und liefern oft präzise Treffer. Jedoch können diese bestimmte Aufgaben, wie die Suche nach weich definierten Merkmalen, nicht lösen (z.B. die Schadensursache in einem Gutachten). Dafür sind Deep-Learning-Ansätze, die auf großen Mengen an Trainingsdaten beruhen und angepasste Sprachmodelle einsetzen, erfolgversprechender.

Diese Ansätze stehen aber vor einer Herausforderung: Das Trainieren von Sprachmodellen ist sehr ressourcenaufwendig und (annotierte) Trainingsdaten sind meist nicht verfügbar. Um damit umzugehen, entwickelt das Fraunhofer IAO Sprachmodelle, die für spezifische Domänen bereits angepasst oder leicht anpassbar sind, und die dann für die Generierung von Trainingsdaten eingesetzt werden können. So lassen sich die Vorteile von Deep-Learning-Ansätzen bei der Analyse von Textdokumenten in vielen Szenarien anwenden.

## KI in der Praxis – Einblick in ein Projekt des KI-Fortschrittszentrums

---

### **Automatische Aufbereitung juristischer Texte**

Die Erschließung von juristischen Texten ist für Rechtsberater herausfordernd. Vor allem bei komplexeren Fällen müssen unterschiedliche Quellen wie Gesetzestexte, Urteile oder Kommentare durchsucht und miteinander verknüpft werden. Diese Aufgabe ist heutzutage meist sehr aufwendig, was die Anzahl an Dokumenten, die ausgewertet werden können, stark eingrenzt.

Gemeinsam mit den Firmen BWPartner und webix solutions haben die Experten und Expertinnen des Fraunhofer IAO mit »Leganas« eine Technologie entwickelt, die Regelwerke und Referenzlisten mit trainierten Ansätzen kombiniert. Somit können juristische Texte automatisiert annotiert werden. Es werden sowohl einfache Merkmale wie Verweise auf Gesetzestexte als auch komplexe sprachliche Konstrukte, wie Implikation, Negation oder Aufschluss über eine Rechtsfolge, automatisch erkannt und angezeigt. Diese Annotation vereinfacht die Suche in den Dokumenten und steigert die Qualität der Suchergebnisse signifikant.



*Die »Leganas«-Technologie verbessert die Erschließung juristischer Texte durch KI.*

*Quelle: Helin, Unsplash.*

### **Mehr Informationen**

---

[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/leganas](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/leganas)

# Success Stories

Erfolgsgeschichten geschrieben am  
KI-Fortschrittszentrum





Neben Quick Checks können sich Unternehmen auch für eine längerfristige Zusammenarbeit bewerben. In diesen Exploring Projects arbeiten wir die Ergebnisse des vorangegangenen Quick Checks aus. Die folgenden zwei »Success Stories« beschreiben Projekte dieser Art.

*In Exploring Projects entstehen beispielsweise im Robotik-Versuchsfeld Demonstratoren für die automatisierte Produktion.*

*Quelle: Fraunhofer IPA / Foto: Rainer Bez.*

# Automatisierte Schadenserkennung für Fahrzeuge – DigiDet

## Technologien der Bilderkennung

Ziel des Exploring Projects »DigiDet« am Fraunhofer IPA war es, Schäden an der Karosserie von Autos automatisch erkennen und somit schnell den wirtschaftlichen Wert des Autos ermitteln zu können. Im Projekt wurde eine Anlage des Projektpartners TwoTronic genutzt, die einfach zu installieren und kosteneffektiv nutzbar ist. Sie umfasst hochauflösende, in den Seitenwänden und im Boden eingebaute Kameras sowie ein intelligentes Beleuchtungssystem. Dadurch liefert das Kamerasystem mehrere hochaufgelöste Farbbilder von Fahrzeugen in verschiedenen Ansichten. Die Anwendung adressiert Werkstätten, Autoverleihfirmen, Flottenmanagement-Betreiber, Gutachterorganisationen, Versicherungen und ähnliche Unternehmen. Auch Transportfirmen und der Wiederverkauf von Gebrauchtwagen profitieren von einer genaueren Beschreibung des aktuellen Fahrzeugzustands.

Im Projekt wurde zunächst untersucht, wie KI-Methoden, insbesondere tiefe neuronale Netzwerke, Fahrzeugschäden aus hochaufgelösten 2D-Bildern erkennen, lokalisieren und klassifizieren können. Die Lösung sind kaskadierende, also aufeinander aufbauende CNN-Modelle (Convolutional Neural Networks). Kaskadierend deshalb, weil die Bilddaten extrem hochaufgelöst sind und ohne diese »gestückelte« Verarbeitung zu nicht akzeptablen Rechenzeiten führen würden. Zunächst wird durch ein CNN-Modell der Fahrzeugbereich im Bild segmentiert. Das Ergebnis dient als Input für das nächste Modell, das die Schäden innerhalb des Fahrzeugs segmentiert. KI-Methoden kategorisieren die erkannten Oberflächenschäden innerhalb weniger Sekunden

und lokalisieren sie pixelgenau. Diese schnelle Auswertung von Daten minimiert die Dauer der Schadenserkennung, entlastet das Personal und ermöglicht eine höhere Auftragsverarbeitung. Die entwickelten Algorithmen zur Bildauswertung lassen sich flexibel an eine Vielzahl von Anwendungen anpassen.



Die im Projekt entwickelten Algorithmen der Bildverarbeitung haben den lilafarbenen Bereich als Schaden an der Karosserie erkannt. Quelle: Fraunhofer IPA.



In dieser Anlage des Projekts DigiDet nehmen Kameras Bilder des Autos auf und ermitteln automatisch Schäden an der Außenhaut. Quelle: Fraunhofer IPA / Foto: Yifei Chen.

### Mehr Informationen

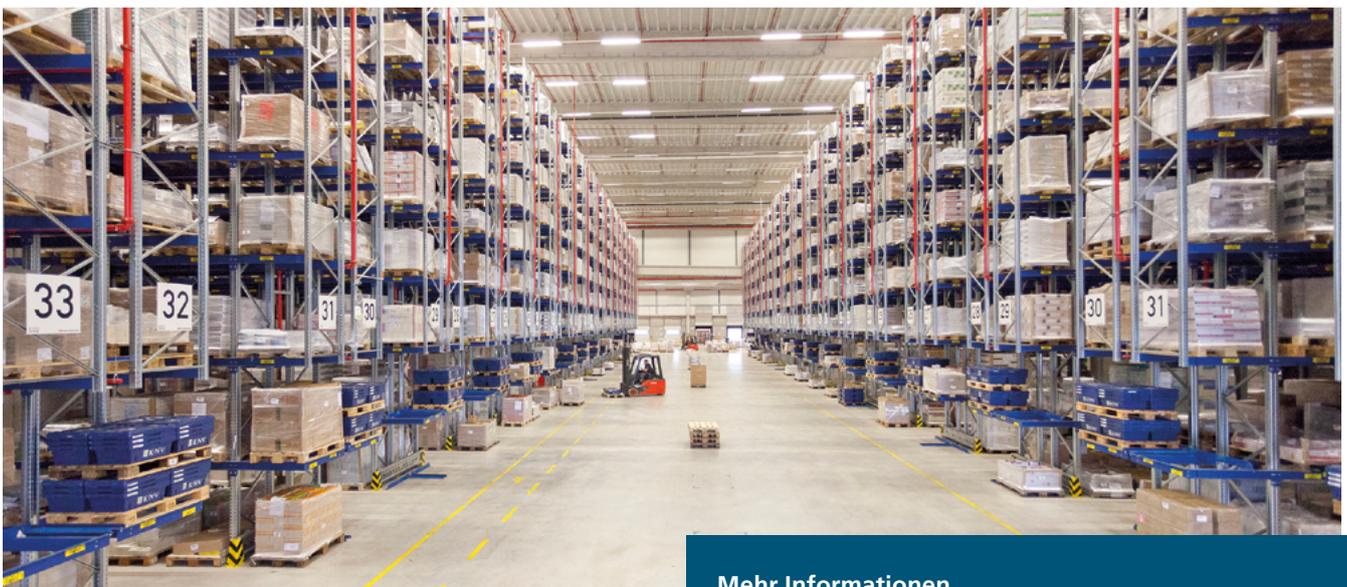
[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/digital-detector](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/digital-detector)

# Prognose von Bestellungen für mehr Kundenzufriedenheit

## Heute schon wissen, welche Bücher morgen gefragt sind

Ziel des Exploring Projects mit der Zeitfracht GmbH war es, für die zahlreichen Produkte des Buchgroßhändlers möglichst genau vorherzusagen, wann welche Produkte in welcher Anzahl bestellt werden. Eine genaue Prognose sollte die Kundenzufriedenheit durch eine schnelle Lieferung steigern und gleichzeitig die internen Kosten unnötiger Lagerhaltung minimieren. Im Projekt wurde untersucht, mit welchen Werkzeugen der Datenanalyse diese Informationen am besten aus den bisherigen Absatzzahlen gezogen werden können. Dabei wurde das ganze Spektrum von klassischen Regressionsmodellen bis hin zu neuronalen Netzen analysiert.

Um besser vorhersagen zu können, welche Artikel in welcher Anzahl an welchem Tag oder in welcher Woche auf Lager sein sollten, mussten zunächst die Daten pro Artikel aufbereitet werden. Zudem bedurfte es einer Extraktion von aussagekräftigen Informationen in Form von relevanten Merkmalen für die Vorhersage. Ein Datensatz zu Absatzzahlen von 600 000 Artikeln über drei Jahre hinweg bildete die Grundlage für die verwendeten Verfahren des Maschinellen Lernens. Im nächsten Schritt wurden die Projektergebnisse in Kooperation mit der Zeitfracht GmbH für den produktiven Einsatz weiterentwickelt.



*KI ermöglicht die genaue Prognose zu Umfang und Stückzahl von Bestellungen im Buchgroßhandel. Quelle: Zeitfracht GmbH.*

### Mehr Informationen

[www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/ki-gestuetzte-disposition](http://www.ki-fortschrittszentrum.de/de/projekte/ki-gestuetzte-disposition)

# Das KI-Ökosystem

---

## Exzellente Vernetzung zum Beispiel mit Start-ups

Das KI-Fortschrittszentrum ist mit seiner Einbettung in zwei Fraunhofer-Institute und in Cyber Valley Teil eines großen KI-Ökosystems im Raum Stuttgart-Tübingen, das kontinuierlich wächst. Zu diesem Ökosystem gehören auch Start-ups, die Hightech-Innovationen in den Markt bringen und über das »Cyber Valley Start-up Netzwerk« ins Ökosystem eingebunden sind. Das KI-Fortschrittszentrum bringt Unternehmen mit diesen Start-ups zusammen – ein wichtiger Hebel für den Technologietransfer. Zwei Start-ups zeigen in den folgenden Porträts, welche Mehrwerte sie durch das Netzwerk haben und welche Technologien sie ins KI-Fortschrittszentrum einbringen. Ein drittes Porträt steht für die Strahlkraft des KI-Fortschrittszentrums auch über Baden-Württemberg hinaus.





Für einen bestmöglichen Transfer der Spitzenforschung in die Anwendung ist das KI-Fortschrittszentrum eingebettet in ein KI-Ökosystem aus fachlichen und strategischen Partnern.

*Das KI-Fortschrittszentrum ermöglicht durch Formate wie beispielsweise Open Lab Days vielfältigen Austausch.  
Quelle: Fraunhofer IAO/Foto: Ludmilla Parsyak.*

## Die Firma plus10

---

Felix Georg Müller, Pablo Mayer, Thomas Hilzbrich

### KI für die Produktion

---

Ein junges Unternehmen wie plus10 muss sich zunächst ein Netzwerk aus geschäftlichen Kontakten aufbauen, in dem es sich entwickeln, operieren und agieren kann. Als Spin-off des Fraunhofer IPA hatten wir günstige Startbedingungen, da wir bereits während unserer gemeinsamen Zeit am Institut viele wertvolle Kontakte sowohl zu anderen Forschungs- und Entwicklungspartnern als auch zu potenziellen Interessenten und Kunden knüpfen konnten. Um sich als Unternehmen stetig weiterzuentwickeln, ist es aber nötig, das Netzwerk kontinuierlich weiter auszubauen. Deshalb pflegen wir weiterhin den Austausch mit dem Fraunhofer IPA zu Themen wie der KI-Entwicklung und sind zudem im Start-up Netzwerk von Cyber Valley aktiv.

### Wertvolle Kontakte durch Netzwerke

Die Gemeinschaft in Cyber Valley unterstützt den Auf- und Ausbau eines fachlichen Netzwerks außerordentlich. Diese Vernetzung fördert den Austausch über Erfolge und Herausforderungen, was wichtig ist, um Innovationen voranzutreiben. Wir, als Anbieter produktionsoptimierender lernender Software, möchten Unternehmen unterstützen, Künstliche Intelligenz gewinnbringend in die automatisierte Fertigung und Montage zu integrieren. Dabei arbeiten wir nicht nur mit großen Konzernen zusammen, sondern haben auch mittelständische Firmen im Blick. Diese sind das Rückgrat

der deutschen Wirtschaft, denn 99 Prozent aller Unternehmer in Deutschland sind Mittelständler. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist es notwendig, digitale Technologien effektiv zu nutzen. Das KI-Fortschrittszentrum setzt genau hier an: Mittelständische Unternehmen werden mit innovativen Technologieanbietern, wie plus10, systematisch zusammengebracht.

### Erhöhte Sichtbarkeit dank enger Verknüpfung mit Entscheidern

Als aktiver Partner im KI-Fortschrittszentrum profitieren wir auch von einer erhöhten Sichtbarkeit. Durch die exzellente Verknüpfung mit Politik und Wirtschaft ebnet das KI-Fortschrittszentrum in Cyber Valley den Weg für Industrie 4.0. Dies kann nur durch eine enge Zusammenarbeit aller Parteien erfolgreich sein. Beispielsweise konnten wir unsere KI-Optimierungssoftware Shannon® im September 2020 der damaligen Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel und Ministerpräsident Winfried Kretschmann vorstellen. Eine einzigartige Möglichkeit, politischen Entscheidern und Entscheiderinnen den Status quo zur konkreten wirtschaftlichen Verwertung aktueller KI-Forschungsergebnisse näherzubringen.

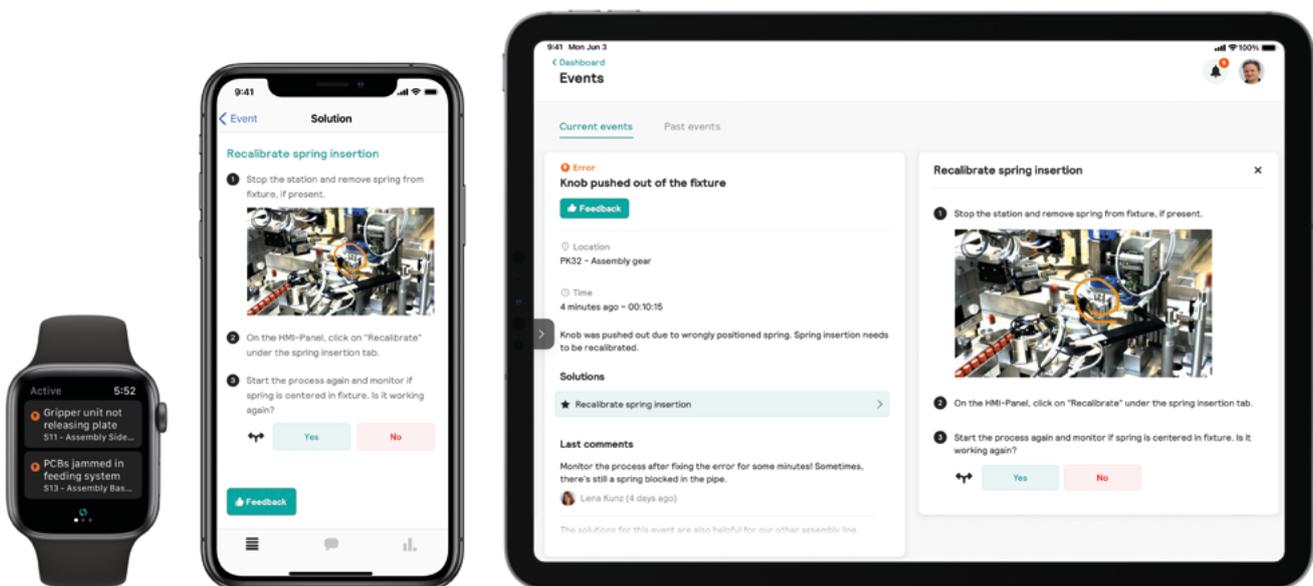
## Über plus10

plus10 GmbH ist ein KI-Spin-Off des Fraunhofer IPA zur automatisierten Produktionsoptimierung mit Standorten in Augsburg und Stuttgart. Das Unternehmen entwickelt selbstlernende Optimierungssoftware speziell für vollautomatisierte und komplexe Maschinen jeglicher Branchen. Die KI-Algorithmen reduzieren Verkettungsverluste sowie die Fehlersuchzeit in großen Anlagen und schlagen situative Anpassungen von Prozessparametern vor. Auf diese Weise werden Produktivität und Anlageneffektivität im Schnitt um zehn Prozent gesteigert.



Das Gründerteam von plus10.

Quelle: plus10.



Selbstlernende Software zur Produktionsoptimierung von plus10.

Quelle: plus10.

## Die Firma Mojin Robotics

Ulrich Reiser, Tim Fröhlich, Florian Weißhardt

### KI für die Robotik

Wir bei Mojin Robotics, einer Ausgründung des Fraunhofer IPA, sind sehr stolz darauf, Teil des Cyber Valley Start-up Netzwerks zu sein. Das Cyber Valley entwickelt sich sehr schnell und zieht immer mehr international renommierte Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen und auch Forschungsgelder an: Allein zum Thema Robotik & KI haben wir mittlerweile über 180 Professuren in Baden-Württemberg! Dazu wurde das KI-Fortschrittszentrum im März 2021 um das Thema Kognitive Robotik mit einem Fördervolumen von 23 Millionen Euro erweitert – das alles ist für uns eine sehr beeindruckende Entwicklung des KI-Standorts Baden-Württemberg innerhalb kurzer Zeit. Über die Cyber Valley Entrepreneurship Series haben wir die Möglichkeit, uns mit nunmehr etwa 35 hochinnovativen Start-ups zum Thema KI auszutauschen (Stand Oktober 2022). Dabei geht es natürlich auch oft um nichttechnische Themen wie Finanzierung, Go-to-Market-Strategien und Erreichen des Product-Market-Fit, zu denen wir auch gerne unsere Erfahrungen beitragen.

Hervorheben möchte ich auch das Format der Cyber Valley »Tech Clinic«: Hier ist es möglich, zu einer technischen Problemstellung mit KI-Bezug auf eine sehr unbürokratische und direkte Weise das Feedback von den jeweiligen Fachleuten auf dem Gebiet einzuholen. Wir haben zum Beispiel den Einsatz von Maschinellen Lernverfahren für die Posenschätzung von Kleinladungsträgern in der Logistik für unser neues Produkt »Luka« untersucht und in einer Tech-Clinic-Veranstaltung wertvollen Input erhalten. Das erlangte Wissen können wir wiederum über das KI-Fortschrittszentrum für die Zusammenarbeit mit Unternehmen nutzen. Diese erfolgt beispielsweise in gemeinsamen öffentlichen Forschungsprojekten. Nennenswert ist hier »Luka-Beverage«. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA haben wir einen KI-basierten mobilen Handhabungsassistenten für die Getränke Logistik entwickelt, für den Technologien der kognitiven Robotik genutzt werden. So kommen unsere Hightech-Entwicklungen über die Zusammenarbeit mit dem KI-Fortschrittszentrum direkt in Unternehmen und bei Endanwendern an. Wir freuen uns sehr auf weitere Zusammenarbeiten mit dem KI-Fortschrittszentrum.



Gründer Ulrich Reiser.  
Quelle: Mojin Robotics.



Handhabungsassistent »Luka-Beverage« für die Getränke-logistik, den Mojin Robotics in einem Forschungsprojekt entwickelt hat.  
Quelle: Mojin Robotics.

## Die Firma Great2know

---

**Dr. Bettina Volkens, Christine Lutz**

### KI für die Dienstleistungswirtschaft

---

Unsere Kooperation mit dem KI-Fortschrittszentrum zeigt, dass das KI-Ökosystem rund um das Cyber Valley auch über die Region Stuttgart hinaus Strahlkraft entfaltet. Als Start-up im Bereich des betrieblichen Wissensmanagements bringen wir viel Expertise aus unserer langjährigen Führungs- und Beratungserfahrung im Personalbereich großer Unternehmen mit. Für die strategische Positionierung unseres Unternehmens und unseres neuen Produkts war es uns wichtig, einen Partner zu finden, der unser Anwendungsfeld versteht und zugleich die Möglichkeiten und Grenzen relevanter KI-Technologien einschätzen kann.

#### **Erstes Projekt mit dem KI-Fortschrittszentrum**

Ziel des Projekts war es zum einen, ein Konzept für eine erste Version eines »Knowledge Assistant« zu entwickeln, eine intelligente Unterstützung für das innerbetriebliche Wissensmanagement, und zum anderen eine Roadmap für die darauffolgenden Entwicklungsschritte zu entwerfen. Das Vorgehen orientierte sich am Quick Check des KI-Fortschrittszentrums. In einem Workshop mit dem Start-up-Team erfolgte eine Bestandsaufnahme, um die Vorstellungen über das zukünftige Produkt und den dafür vorgesehenen

KI-Einsatz zu erheben. In der anschließenden Technologie- und Potenzialanalyse wurden die geplanten Use Cases bezüglich ihrer technischen Machbarkeit analysiert. Mit einer Empfehlung zu priorisierten Produktoptionen, Ausbaustufen und KI-Technologien konnte Great2know schnell mit der Entwicklungsarbeit beginnen.

#### **Über Great2know GmbH**

Wir unterstützen Organisationen bei der Übergabe von implizitem Wissen und Erfahrung unter anderem bei personellen Veränderungen. Unsere Software-as-a-Service-Anwendung ermöglicht einen strukturierten Wissenstransfer sowie einen kontinuierlichen Wissensaustausch. Neue Fachkräfte werden dadurch schneller produktiv und entfalten früher einen höheren Wirkungsgrad in Bezug auf die Aufgabenerfüllung und die Entscheidungsfindung. Die Zeit für die Einarbeitung wird verkürzt, Fehler vermieden und Kosten generell gesenkt. Wir sind der Überzeugung, dass die Potenziale für KI-gestützte Funktionen im Wissensmanagement immens sind. Über den Austausch der Technologien hinaus ist es uns wichtig, auch den Einfluss der Veränderungen in der Arbeitswelt – etwa anhand des demographischen Wandels – auf die Effizienz unserer KI-Lösungen diskutieren zu können. Vor diesem Hintergrund werden wir die Zusammenarbeit mit dem KI-Fortschrittszentrum fortsetzen.



Dr. Bettina Volkens, Mitgründerin von Great2know.  
Quelle: Great2know.

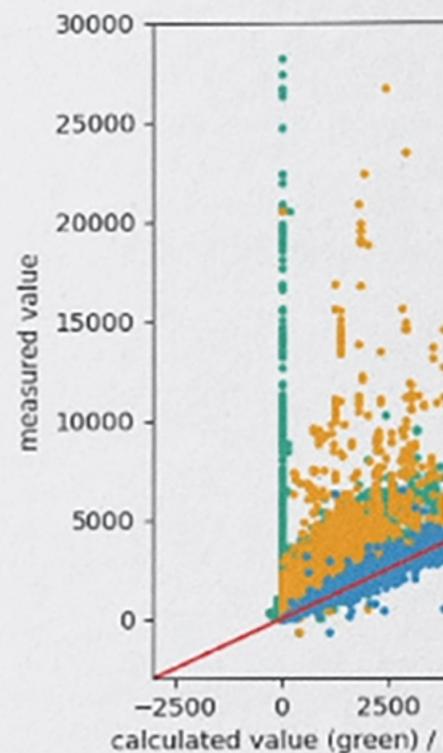


Resultat aus der Zusammenarbeit mit dem KI-Fortschrittszentrum:  
Der »Knowledge Assistant« unterstützt das innerbetriebliche  
Wissensmanagement.  
Quelle: Great2know.

# Ausblick

## Steigen Sie jetzt in KI ein!

Anwendungsorientierte KI-Forschung: Das KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik« kann dank seiner institutionsübergreifenden Zusammenarbeit einen starken Anwendungsbezug der KI-Forschung gewährleisten. Gemeinsam ermöglichen das Fraunhofer IPA und das Fraunhofer IAO ihren Kunden und Kundinnen, vom Wissen über KI zu profitieren, sich weiterzuentwickeln und zukunftsorientiert zu handeln. Für Unternehmen ist das Fehlen von Know-how eine wesentliche Hürde, um KI-Anwendungen zu implementieren und zu nutzen. Das KI-Fortschrittszentrum fungiert hier als vermittelnde Instanz zwischen Unternehmen und Fachkräften der Fraunhofer-Institute und Cyber Valley: Durch ihre Expertise und Ressourcen unterstützen sie Unternehmen bestmöglich dabei, Projektideen zu schärfen und für die Praxis nutzbar zu machen. Fertigungs- und Produktionsprozesse zu optimieren oder die Qualität der Produkte zu steigern sind dabei Ziele, die durch die Zusammenarbeit erreicht werden. Darüber hinaus sind die Akzeptanz von KI und das Vertrauen in die Technologien bedeutsam, um eine verantwortungsvolle Interaktion zwischen Mensch und Technik zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang bilden Erklärbarkeit, Sicherheit und Datenschutz wichtige Fokusthemen. Das KI-Fortschrittszentrum ist das Bindeglied zwischen Idee und Umsetzung, wofür auch die Verknüpfung von anwendungsorientierter Forschung und Praxis wegbereitend ist. Kontaktieren Sie uns und gestalten Sie Ihren Einstieg in alle Themen rund um KI – wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit Ihnen.



ung verdeutlicht die Vorhersagequalität de  
(Punkte). Dabei gilt, je näher sich die Punkte an  
rstellung



*Daten prüfen, auswerten, analysieren und daraus Aktionen ableiten – KI macht vieles möglich.*

*Quelle: Fraunhofer IAO.*

# Ihre Ansprechpartner

---

## im KI-Fortschrittszentrum

### Ihr Kontakt für KI in der Produktion



Prof. Dr. Marco Huber  
Leiter Abteilung Bild- und Signalverarbeitung  
und Abteilung Cyber Cognitive Intelligence  
Tel.: +49 711 970-1960  
marco.huber@ipa.fraunhofer.de

### Ihr Kontakt für KI und Robotik:



Dr. Werner Kraus  
Leiter Abteilung Roboter- und  
Assistenzsysteme  
Tel.: +49 711 970-1049  
werner.kraus@ipa.fraunhofer.de

### Ihre Kontakte für KI in der Dienstleistungswirtschaft:



Dr. Matthias Peissner  
Leiter Forschungsbereich  
Mensch-Technik-Interaktion  
Tel.: +49 711 970-2311  
matthias.peissner@iao.fraunhofer.de



Thomas Renner  
Leiter Forschungsbereich Digital Business und  
Leiter Team Digital Business  
Tel.: +49 711 970-2417  
thomas.renner@iao.fraunhofer.de

# Impressum

---

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und  
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

sind rechtlich nicht selbstständige Einrichtungen der  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Hansastraße 27 c  
80686 München  
[www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

© Fraunhofer-Gesellschaft e.V., München 2022



Gefördert durch



Partner

