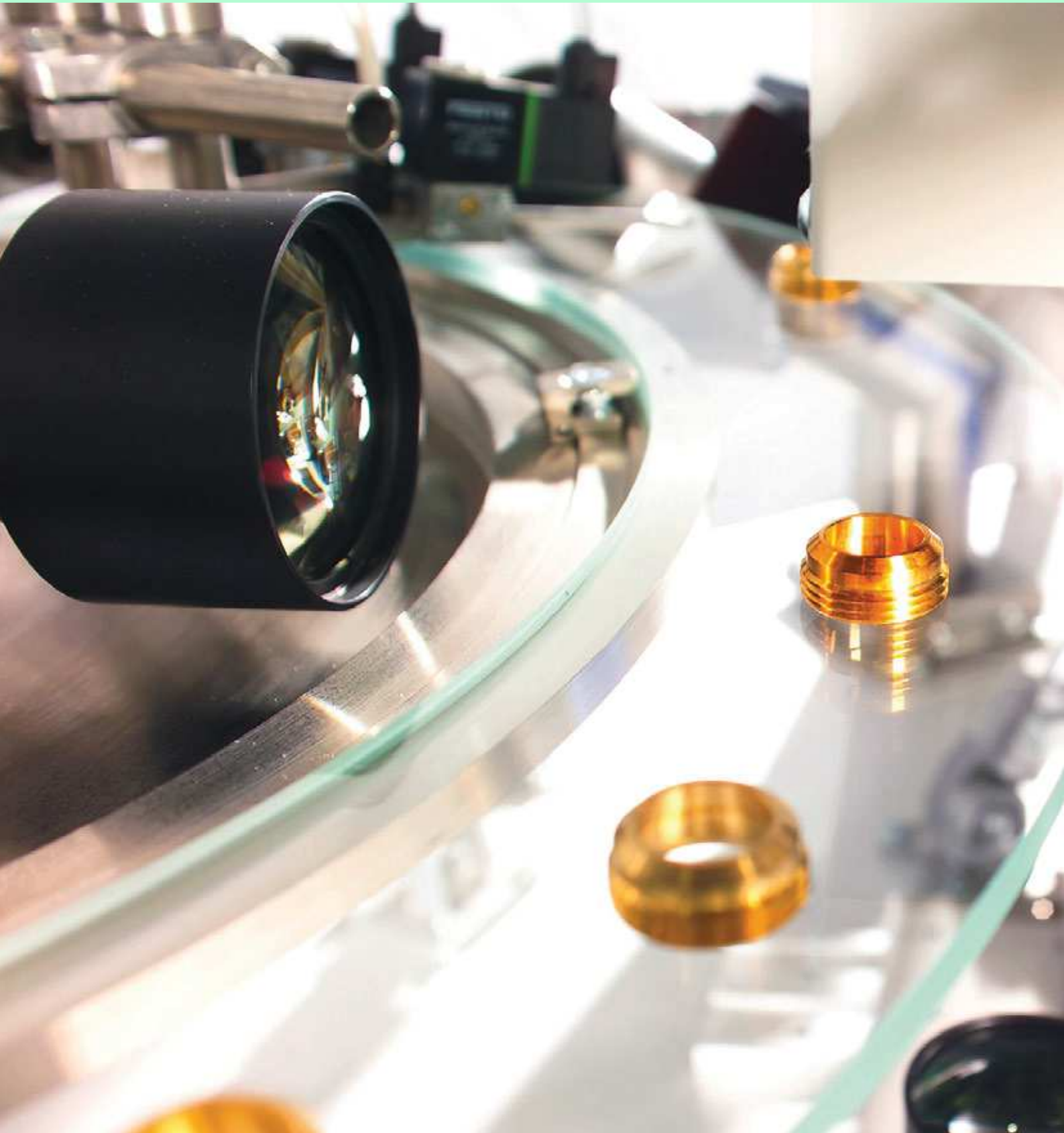




Jahresbericht
2019

.....
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ FÜR DIE PRODUKTION
.....





KI SOLL VIERFACH HÖHEREN WACHSTUMSSCHUB ALS DIE DAMPFMASCHINE FREISETZEN

Von Karin Röhrich

Welche Zahlen oder Studien zum Thema Künstliche Intelligenz (KI) man auch bemüht, sie lassen aufhorchen. Sie zeigen, dass KI keine Zukunftsmusik mehr ist, sondern mehr und mehr in die Anwendung gelangt. Und das bringt Mehrwerte. Laut einer Schätzung des Start-ups Appanion Labs hat KI 2019 allein in Deutschland bereits rund 218 Milliarden Euro Umsatz mit generiert. Bis 2030 wird dieser Anteil auf 2 Billionen Euro steigen. Die vier umsatzstärksten Branchen sind die Automobil- und Konsumgüterproduktion, der Maschinenbau sowie die Produktion von Elektronik- und Hightech-Gütern – allesamt Kernbranchen des Fraunhofer IPA.

Auch das »McKinsey Global Institute« schreibt KI und dem aktuell am meisten beforschten Teilgebiet Maschinelles Lernen (ML) für die deutsche Wirtschaft bedeutendes Potenzial zu. Das Institut geht davon aus, dass das Bruttoinlandsprodukt in Deutschland dank KI-Technologien bis 2030 jährlich um 1,3 Prozentpunkte steigen dürfte. Zum Vergleich: Andere revolutionäre Technologien sorgten für deutlich geringere Wachstumsschübe, die Dampfmaschine beispielsweise für 0,3 Prozentpunkte oder die Industrierobotik für 0,4 Prozentpunkte. KI wird die Robotik jedoch stark beflügeln und für weitere Wachstumsschübe sorgen.

Und das Potenzial, das von KI ausgeht, sehen nicht nur Konzerne, sondern auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die deshalb bei den Angeboten des Instituts besonders im Fokus stehen. Der »Digitalisierungsindex Mittelstand 2019/2020«, für den 2095 KMU befragt wurden, gibt an, dass 71 Prozent der Befragten Mehrwerte von KI für ihre Branche sehen. Allerdings setzen erst durchschnittlich 7 Prozent der Unternehmen bereits KI-Systeme ein. 19 Prozent verfolgen konkrete Pläne.

Durchgängiger Technologietransfer

Das Fraunhofer IPA hat KI vor einigen Jahren zu einem seiner Leitthemen gemacht und sein Beratungs-, Förder- und Umsetzungsangebot strategisch intensiv ausgebaut. Zu diesen Angeboten gehören Machbarkeitsuntersuchungen, Quick Checks und Workshops vor Ort und auch die Entwicklung komplexer technischer Produktionsmodule, die auf ML basieren. Die Projektformen reichen von kompakten kurzen Zusammenarbeiten zu einer konkreten Fragestellung bis hin zu langfristigen strategischen Umsetzungen. Zudem engagiert sich das Institut in Vorträgen, Schulungen und ist mit zahlreichen Veröffentlichungen auch in der Wissenschaft präsent. Dazu gehören beispielsweise Präsentationen, die auf den renommierten Konferenzen »International Conference on Machine Learning and Applications« oder »International Conference on Intelligent Robots and Systems« vorgestellt wurden. Im Oktober 2019





veranstaltete das Institut in Zusammenarbeit mit dem Konradin-Verlag den zweiten KI-Kongress »Smarte Maschinen im Einsatz – Künstliche Intelligenz in Unternehmen«, der mit 150 Gästen voll belegt war. Er bot Vorträge beispielsweise von Trumpf, Siemens, Stihl, Bosch Rexroth oder ABB. Am 1. Dezember 2020 wird der Kongress zum dritten Mal stattfinden – Motto diesmal: »Smarte Maschinen im Einsatz – effizient, sicher, nachhaltig mit KI«.

Ein wichtiger Meilenstein war 2019 die Bewilligung des KI-Fortschrittszentrums »Lernende Systeme« mit Fördergeldern der Landesregierung. Dieses Zentrum leiten die Fraunhofer-Institute für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und IPA gemeinsam. Gleichzeitig ist die Fraunhofer-Gesellschaft mit dem Zentrum dem Forschungsverbund Cyber Valley beigetreten. In dieser europaweit einzigartigen Initiative zur KI stärken Fraunhofer IAO und IPA in den Domänen Produktion und Dienstleistung den Technologietransfer von der Grundlagenforschung in die Anwendung (siehe gesonderte Informationen S. 15 und 42). Besonderes Augenmerk liegt hier auch darauf, Innovationsnetzwerke und einen Nährboden für Startups zu bilden sowie eine menschenzentrierte KI zu entwickeln, die Themen wie Sicherheit, Transparenz und Erklärbarkeit im Fokus hat.

Daneben laufen am Fraunhofer IPA zwei weitere, aus Landesmitteln geförderte Initiativen zur Stärkung der KI vor allem in produzierenden Unternehmen. Bereits 2018 wurde das Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence (CCI) eröffnet (siehe Informationen Seite 45). Es bietet niedrigschwellige Angebote insbesondere für den Mittelstand, um Potenziale von KI zu heben und Anwendungen umzusetzen. Mittlerweile ist das CCI eine eigene Abteilung des IPA mit Querschnittsfunktion zu den 15 domänenspezifischen Fachabteilungen und bietet somit umfassende Expertise. Mit baden-württembergischen Unternehmen hat das CCI über 80 Quick Checks, also kleine Machbarkeitsstudien zum Thema KI für die Produktion durchgeführt.

2019 schließlich startete die Fördermaßnahme »Kognitive Robotik«. Sie hat zum Ziel, Technologien wie Perzeption und In-

teraktion voranzubringen, die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Robotern zu erhöhen und sie stärker zu vernetzen und so neue datengetriebene Verfahren wie ML umzusetzen. Übergeordnetes Ziel ist, die Automatisierung immer mehr zu automatisieren, bis die Produktion sich selbst auf neue Produkte oder Rahmenbedingungen einstellt und eigenständig umbaut. Besonders im Blick hat die Initiative überdies die Verwertungsmöglichkeiten der Ergebnisse. Neben wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Technologie-Roadmaps und Veranstaltungen soll hierfür auch ein Industrienetzwerk aufgebaut werden. So sollen beispielsweise Anwendungsanforderungen von Kunden strukturiert erfasst, Beta-Tester für entwickelte Technologien gefunden und ein Industriebeirat gebildet werden. Alle KI-Initiativen dienen dazu, die führende Rolle des Fraunhofer IPA und des Standorts Baden-Württemberg in dem national und international vernetzten Ökosystem als zentralen und anerkannten Teilhaber zur KI mit den Schwerpunkten Automation und Robotik auszubauen.

Produktionsplanung: Inbetriebnahme mit KI innerhalb weniger Tage

Die Integrationsmöglichkeiten von ML in Produktionen sind vielfältig und bieten Unternehmen verschiedene Vorteile. Schon die Produktionsplanung und der Aufbau von Anlagen sind Punkte, die perspektivisch automatisierter ablaufen können. Bisher erfordert dies mitunter Monate an Planungszeit, was Unternehmen natürlich verkürzen möchten. Eine Inbetriebnahme innerhalb weniger Tage, was durchaus eine Vision ist, ginge aber nur mit KI. Sobald die Produktion am Laufen ist, sollen die Erzeugnisse gut sein. Aktuell erfährt ein Produktionsleiter aber häufig erst am Ende im Rahmen einer sogenannten End-of-Line Prüfung, welche Qualität ein Erzeugnis hat und ob der Prozess stets funktioniert. Effektiver wäre es, dies bereits im Produktionsverlauf zu wissen und bei Bedarf direkt Parameter ändern zu können.

Dies bietet einen hohen Mehrwert für verschiedenste Branchen, wie die Projekte des Fraunhofer IPA 2019 belegen: Anwendungen reichen von der Prozessüberwachung in der zerspa-



nenden Fertigung über komplexe Montageprozesse mit vielen Varianten oder anspruchsvollen Qualitätsanforderungen bis hin zu Produktionen mit hohem zeitlichen Versatz, wie es zum Beispiel bei der Glasfertigung der Fall ist. Auch die Umwelt- erfassung im Bereich der Robotik profitiert intensiv von ML- Methoden. Mit Firmen wurden zudem Konzepte erarbeitet und implementiert, um zusätzliche Sensorik in den Fertigungs- prozess zu integrieren. Auch in diesen Projekten spielt ML eine wichtige Rolle. Unternehmen haben hiervon diverse Mehrwerte: Der Produktionsprozess wird schneller implementiert, es gibt weniger Verluste, weil weniger Ausschuss produziert wird, die Produktion kann optimiert und flexibel gestaltet werden und Unternehmen können die Kapazität erhöhen und gleichzeitig Kosten senken.

Voraussagende Instandhaltung

Ein weiteres Thema für KI-Methoden ist »Predictive Maintenance«, die voraussagende Instandhaltung. Dieses Thema bearbeitet das Fraunhofer IPA bereits seit vielen Jahren mit dem Ziel, Maschinenausfälle möglichst zu vermeiden oder kurz zu halten. KI-Verfahren ermöglichen nun das Erstellen präziserer Modelle, das heißt, der Ausfallzeitpunkt einer Komponente kann genauer vorhergesagt und das Zeitfenster für eine nötige Wartung weiter eingengt werden. Produktionsausfälle werden so immer seltener und gleichzeitig werden die Komponenten bis an ihre Verschleißgrenze ideal genutzt.

Jedoch ist die Entwicklung und Umsetzung eines solchen Projekts in der Realität oft aufwendig. Daher lohnen sich Predictive-Maintenance-Lösungen meist nur für kritische Komponenten. Es gibt zwei typische Gründe für das Scheitern von Predictive-Maintenance-Projekten: Zum einen ist die vorhandene Datenbasis oft nicht ausreichend. Zum anderen fehlt es an Wissen, das für die Instandhaltung relevant ist, um die Ergebnisse der Datenanalysen richtig interpretieren zu können. Das Fraunhofer IPA hat deshalb für entsprechende Projekte eine stufenweise, baukastenbasierte Vorgehensweise entwickelt, die das Risiko begrenzt und die Machbarkeit mit geringem Aufwand

frühzeitig evaluiert. Diese Vorgehensweisen nutzte das Institut beispielsweise in einem Projekt mit einem Hersteller von Spritzgussmaschinen und erstellte erste KI-basierte Restlebensdauermodelle.

Datengetriebene Geschäftsmodelle

Das Fraunhofer IPA entwickelt mit Industrieunternehmen auch datengetriebene Geschäftsmodelle. So verkauft beispielsweise ein Maschinenhersteller im Bereich Additive Manufacturing seinen Kunden in Zukunft nicht die Maschine, sondern komplexe Dienstleistungen wie Wartung, Logistik und Materialbeschaffung. Auch wäre es möglich, dass der Kunde die Maschine lediglich mietet und das bezahlt, was er nutzt oder was die Maschine leistet, beispielsweise nur die Gutteile. Im konkreten Projekt wurde eine hoch performante, sich selbst optimierende Fertigungszelle für Additive Manufacturing verkauft. Ein innovatives Erlösmodell könnte noch hinzukommen.

In Zukunft sollen 3D-Druckzellen, Fertigungsanlagen, digitale Dienstleistungen und Kunden stark miteinander vernetzt werden. So können Datenanalysen und ML Ausrüstern dabei helfen, Ausfälle vorherzusagen und die Produktionsleistung zu optimieren. Hierdurch generiert der Maschinenhersteller eine umfangreiche Datenbasis, mit der er Unternehmen bei der Planung der Anlagen und Dienstleistungen sowie bei der eigentlichen Produktion beraten kann.

Lernende Roboter

Gerade die Robotik ist ein großer Profiteur der gesteigerten Forschungsaktivitäten von ML. Die Bildverarbeitung ist eine Schlüsseltechnologie, um Objekte zu identifizieren und zu lokalisieren oder um Umgebungen zu erfassen. Hier sind Algorithmen der KI und des Maschinellen Lernens inzwischen verbreitet, um die Erkennungsleistungen zu optimieren. Das Fraunhofer IPA entwickelt damit beispielsweise die Software für den »Griff-in-die-Kiste« weiter: Während neue Objekte bisher über das manuelle Eingeben von CAD-Daten eingelernt



wurden, soll die Software mit ML-Methoden unbekannte oder komplexe Objekte selbst einlernen können. Ebenso sollen auch verrauschte oder unvollständige Sensordaten zu verlässlichen Greifhypothesen führen und Greifstrategien bei Teilen zum Beispiel mit Verhakungsgefahr erlernt werden.

Die hierfür nötige Lernerfahrung findet größtenteils in Simulationsumgebungen statt. Objektkonstellationen und Sensordaten werden erzeugt und in zahlreichen, oft mehreren hunderttausend Beispielgriffen variiert, die in der Realität nicht mit angemessenem Aufwand zu leisten wären. Mit dem Greiferfolg in der Simulationsumgebung wird ein tiefes neuronales Netz trainiert, das dann die Erkennungs- und Greifleistung der Software perfektioniert. IPA-Wissenschaftler veröffentlichten aktuelle Forschungsergebnisse auf der oben genannten »International Conference on Intelligent Robot Systems«. Dort stellten sie im Rahmen einer »Challenge« auch das speziell für industrielle Anwendungen geeignete »Fraunhofer IPA Bin-Picking dataset« vor, das rund 200 GB gelabelte Daten für das Training von ML-Algorithmen enthält. Mit 500 Punktwolken und passenden Tiefenbildern realer Szenarien sowie 206 000 simulierten Szenarien ist der Datensatz sehr groß, zudem vollständig annotiert und einfach erweiterbar. Er steht unter www.bin-picking.ai zum Download bereit.

Erfolgreicher KI-Innovationswettbewerb

Nicht zuletzt war das Fraunhofer IPA 2019 auch in öffentlich geförderten Forschungsprojekten zum Thema KI erfolgreich. Beispielsweise punktete das Institut gleich doppelt beim »KI-Innovationswettbewerb« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie: als Konsortialführer im Projekt »FabOS« und als Konsortialpartner im Projekt »Knowledge4Retail«.

Im Forschungsprojekt »FabOS« entsteht ein offenes, verteiltes, echtzeitfähiges und sicheres Betriebssystem für die Produktion. Um die Anforderungen einer effizienten Entwicklung, Bereitstellung und Nutzung von KI-Anwendungen in der Produktion zu adressieren, bietet FabOS ein System abgestimmter Kom-

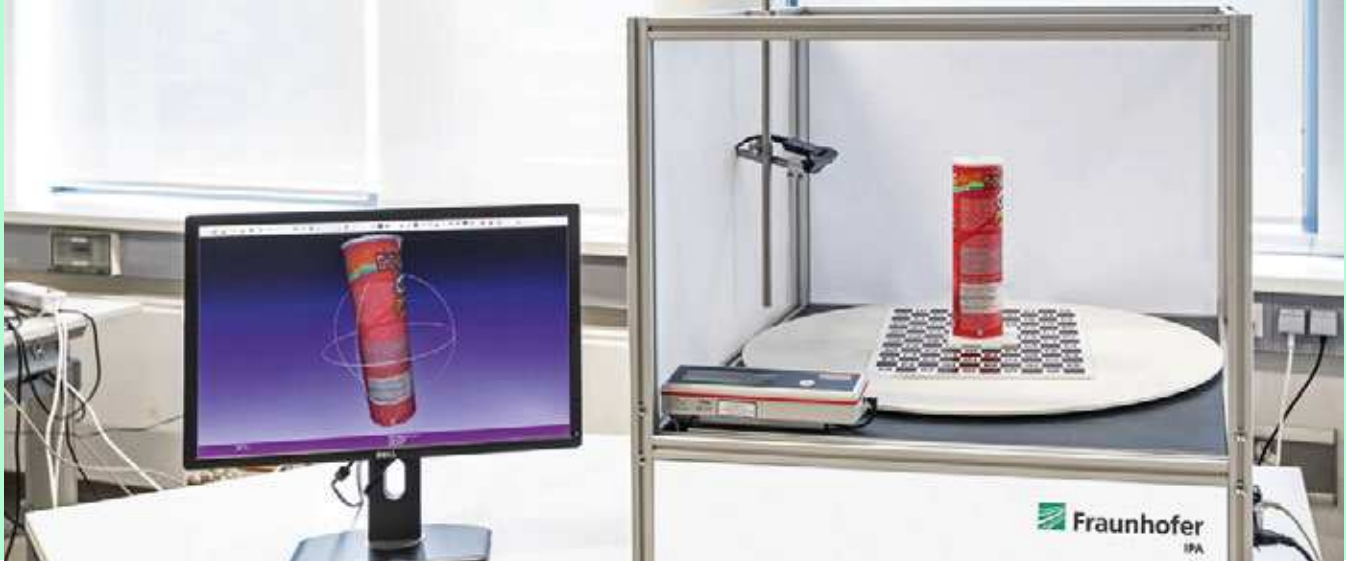
ponenten und Dienste zum Betrieb einer vernetzten Fabrik. Es soll in einer Smart Factory die Basis für ein leistungsfähiges Ökosystem für KI-Anwendungen bilden.

Das Projekt »Knowledge4Retail« möchte den Einzelhandel mit neuen Technologien stärken. Hierfür sollen die Online- und Offlinewelt verknüpft und neue Einkaufserlebnisse in beiden Welten geschaffen werden. Eine wichtige Technologie stellen dabei die sogenannten semantischen digitalen Zwillinge dar, die eine stationäre Filiale digital abbilden. Hierfür müssen die Waren mit ihren Stammdaten erfasst werden. Eine ScanStation, die das Fraunhofer IPA zusammen mit dem Startup Kaptura entwickelt hat, sowie Bildverarbeitungsalgorithmen des Instituts machen das schnelle und einfache digitale Aufbereiten von Waren inklusive Farbe und Struktur möglich. Weitere Expertise bringt das IPA zu den Themen Standardisierung der erfassten Daten sowie zur Plattformkonzeption ein.

Menschzentrierte KI – made in Germany

Bei so viel Potenzial liegt es auf der Hand, dass KI auch politisch stark vorangetrieben wird. Dies beginnt bei zahlreichen Initiativen auf EU-Ebene und setzt sich fort in der im vergangenen Jahr beschlossenen Strategie der Bundesregierung zur Künstlichen Intelligenz. In deren Rahmen sollen bis 2025 rund drei Milliarden Euro in die KI-Forschung investiert und der Slogan »KI made in Germany« zu einem internationalen Markenzeichen werden.

Besonders im Blick sind bei den internationalen wie nationalen Bemühungen Fragen der Ethik und Vertrauenswürdigkeit von KI-Anwendungen und damit auch das Thema Erklärbarkeit oder »xAI«. Hier leistet das Fraunhofer IPA umfassende Forschungs- und Vermittlungsarbeit und zeigt auf, wie sich komplexe, bisher selbst für Experten schwer nachvollziehbare ML-Verfahren vereinfacht und nachvollziehbar darstellen lassen. Denn nur, wenn die Technologie als eine menschzentrierte KI begriffen, akzeptiert und angewendet wird, kann sie in der Breite genutzt werden und ihre Potenziale ausspielen.



Künstliche Intelligenz – Maschinelles Lernen – Deep Learning?

KI ist der Oberbegriff für viele Problemlösungsmethoden, darunter zum Beispiel Logik und Planungsverfahren, für die üblicherweise viel menschliche Intelligenz erforderlich wäre. Auch ML ist eine dieser Methoden und aktuell wohl die am meisten beforschte und angewandte. Grundsätzlich geht es beim ML darum, Muster in Daten zu erkennen und dieses Wissen zur Problemlösung einzusetzen. Auch wird der Ansatz der traditionellen Datenverarbeitung umgewandelt: Bisher war es nötig, für einen Computer ein Programm zu schreiben, das durch Eingabedaten Ausgaben erzeugt. Dieses Programm zu erstellen, ist aufwendig und erfordert Fachwissen. Mit ML soll sich der Computer nun selbst programmieren. Hierfür erhält er Eingabedaten und, je nach ML-Methode, auch Ausgabedaten und erstellt darauf basierend automatisch das erforderliche Programm.

Es gibt drei Methoden Maschinellen Lernens: Beim überwachten Lernen liegen dem Algorithmus Eingabe- und Ausgabedaten vollständig vor. Wenn beispielsweise ein Bild mit einer Katze erkannt werden soll, muss der Algorithmus vorher hunderte Bilder mit dem Label »Katze«

gesehen haben, um zu wissen, ob er ein ungesehenes Bild als Katze klassifizieren soll. Beim unüberwachten Lernen stehen nur die Eingabedaten bereit und der Algorithmus erzeugt selbstständig Merkmalsgruppen. Die dritte Methode ist das Verstärkungslernen (reinforcement learning): Hier erhält der Algorithmus ein Belohnungssignal, um schrittweise besser zu werden.

Das häufigste Verfahren beim ML ist Deep Learning. Es nutzt tiefe künstliche neuronale Netze, um Erkenntnisse aus Daten zu gewinnen. Das typischste Anwendungsbeispiel ist aktuell die bereits erwähnte Bildverarbeitung. Anhand von einzelnen Pixeln kann ein neuronales Netz nach diversen Rechenschritten ausgeben, um welches Objekt, also Klasse, es sich handelt. Voraussetzung für diese automatische Auswertung von Daten ist, dass das neuronale Netz trainiert wird.

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

