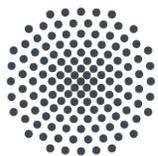


Kognitive Produktionssysteme: Maschinelles Lernen im industriellen Einsatz

Prof. Dr.-Ing. Marco Huber
marco.huber@ipa.fraunhofer.de



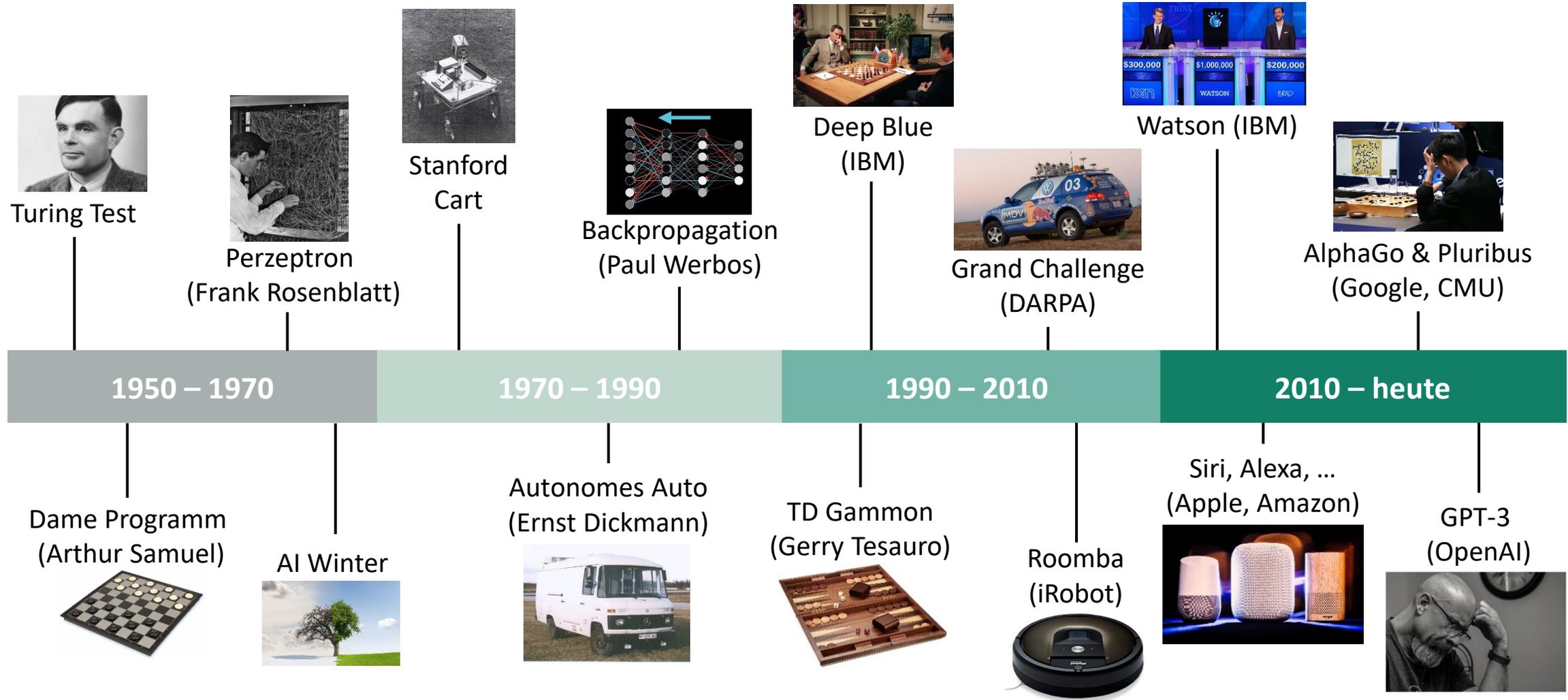
Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence (CCI)
Abteilung für Bild- und Signalverarbeitung
Fraunhofer IPA, Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de/ki



Universität Stuttgart

Kognitive Produktionssysteme
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF Universität
Stuttgart
<https://www.iff.uni-stuttgart.de>

KI Meilensteine



Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen, Deep Learning

Einordnung

Künstliche Intelligenz

»Lösen von Problemen, welche vom Menschen intelligentes Handeln erfordern«

Robotik — Logisches Schließen — Perzeption — Wissensrepräsentation — NLP — Planen und Optimieren

Maschinelles Lernen

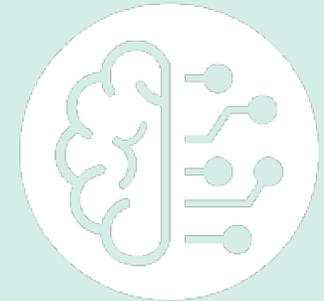
»Lernen anhand von Mustern in Daten«

Entscheidungsbäume — Random Forests — Reinforcement Learning — SVM — Bayes'sche Netze

Künstliche Neuronale Netze

»Lernen mittels konnektionistischer Modelle«

Deep Learning



KI rechnet sich

KI auf Branchenebene



Volkswirtschaftliche Betrachtung

- Zusätzliche Bruttowertschöpfung durch KI im produzierenden Gewerbe in DE in Höhe von 31,8 Mrd. Euro bis 2023 (Seifert et al. 2018)

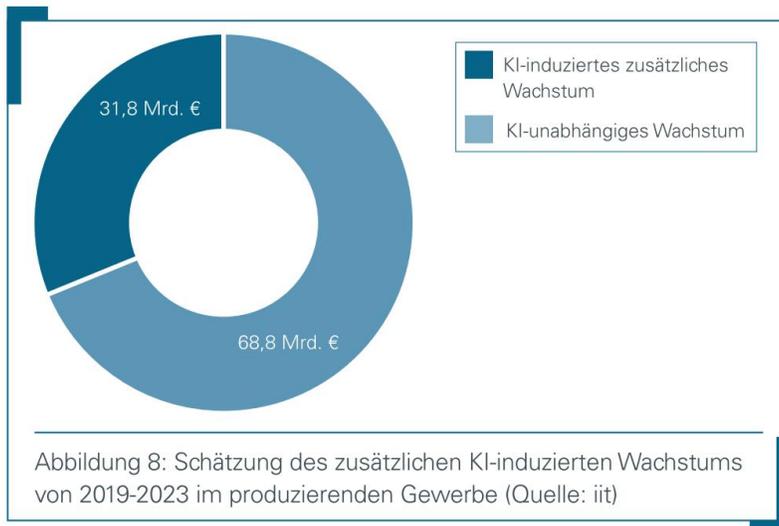


Abbildung 8: Schätzung des zusätzlichen KI-induzierten Wachstums von 2019-2023 im produzierenden Gewerbe (Quelle: iit)

Schätzung des zusätzlichen KI-induzierten Wachstums von 2019-2023 im produzierenden Gewerbe (Seifert et al. 2018)



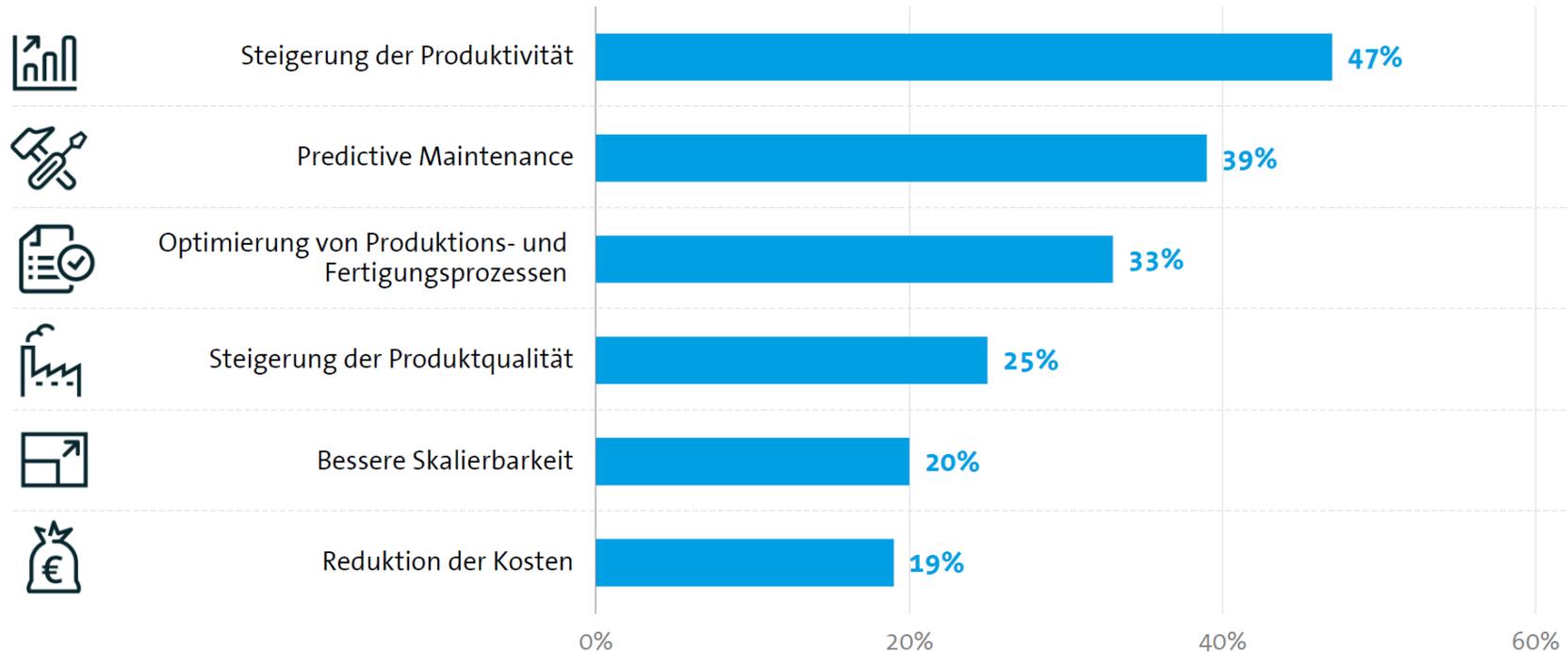
Abbildung 7: KI-induziertes Wachstum p.a. der Bruttowertschöpfung in ausgewählten Wirtschaftszweigen reifer Volkswirtschaften (in Prozent) (Quelle: iit, in Anlehnung an Purdy und Daugherty 2017).

KI-induziertes Wachstum p.a. der Bruttowertschöpfung in ausgewählten Wirtschaftszweigen reifer Volkswirtschaften (in Prozent) (Quelle: iit, in Anlehnung an Purdy und Daugherty 2017). (Seifert et al. 2018)

KI rechnet sich

Künstliche Intelligenz bringt Industrie 4.0 vielfältige Vorteile

Was sind aus Sicht Ihres Unternehmens die wichtigsten Vorteile von Künstlicher Intelligenz im Kontext von Industrie 4.0?



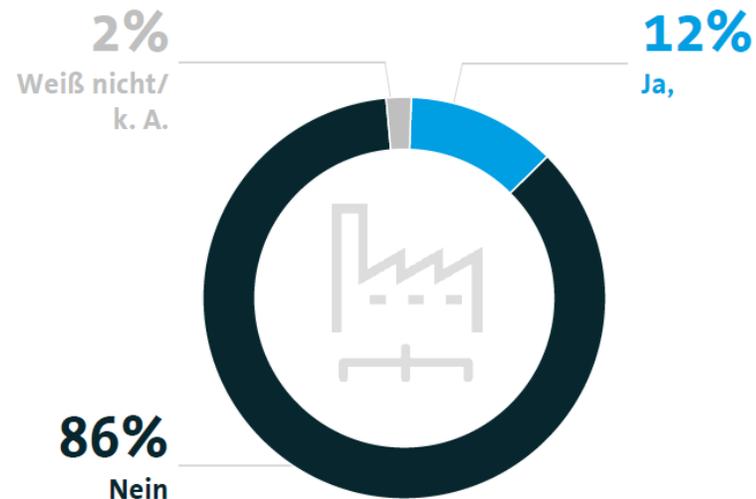
Basis: 555 Industrieunternehmen ab 100 Mitarbeitern in Deutschland, Mehrfachnennungen möglich | Quelle: Bitkom Research

bitkom

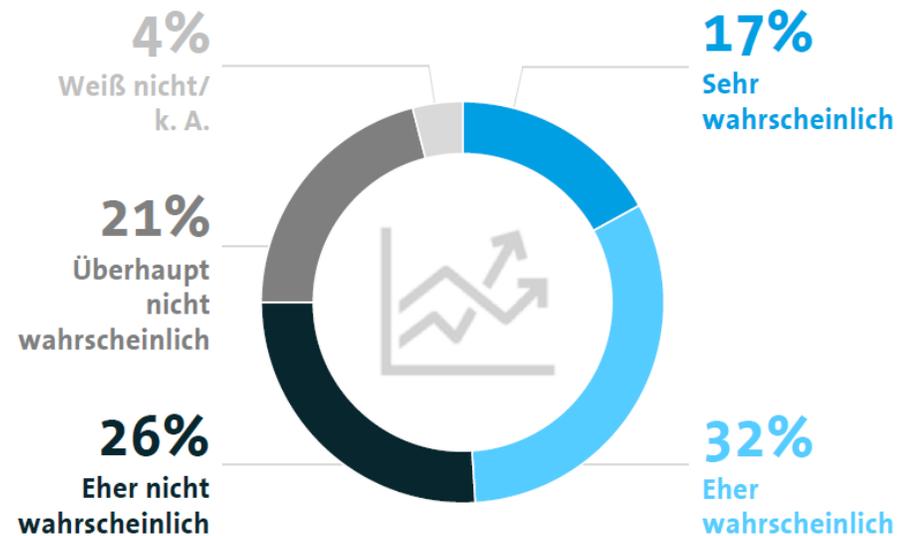
Bislang nur wenige KI-Anwendungen im Produktiveinsatz

KI in der Fabrik

Nutzen Sie in Ihrem Unternehmen Künstliche Intelligenz im Kontext von Industrie 4.0?



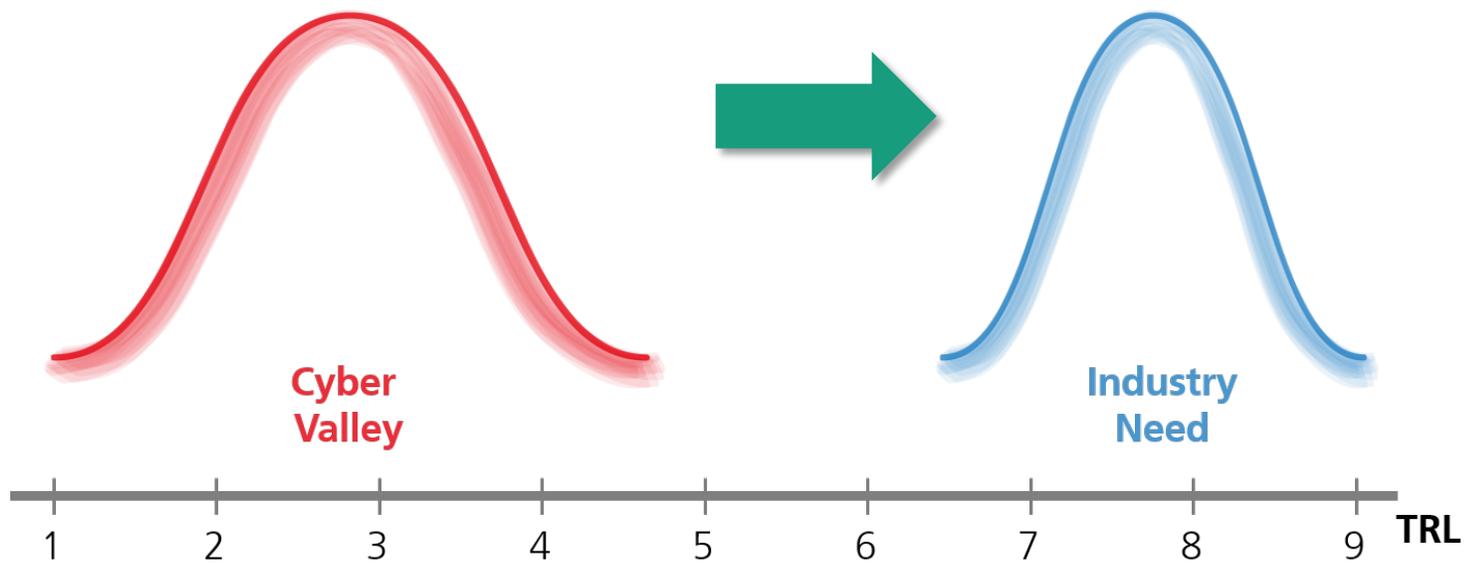
Wie wahrscheinlich ist es, dass Künstliche Intelligenz im Kontext von Industrie 4.0 bestehende Geschäftsmodelle disruptiv verändern wird?



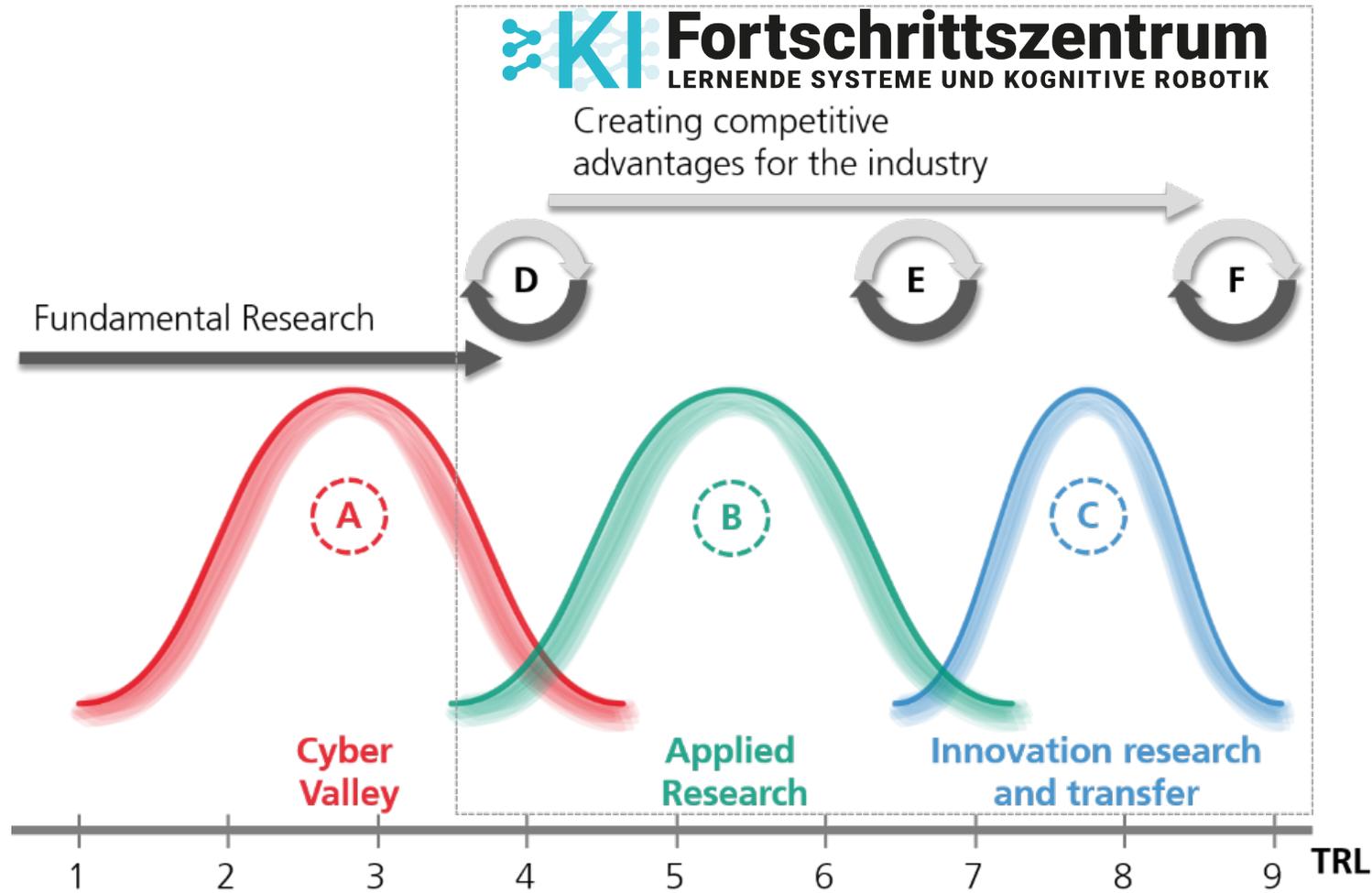
4 Basis: 555 Industrieunternehmen ab 100 Mitarbeitern in Deutschland, Mehrfachnennungen möglich | Quelle: Bitkom Research

bitkom

Spitzenforschung ja, aber ...



KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme und Kognitive Robotik«



Transferinstrumente

[D] Grundlagenorientierte Exploring Projects
→ v.a. mit CyVy

[E] Angebote für Industrie

- Open Lab Days
- Quick Checks
- Exploring Projects
- Demonstratoren

[F] Netzwerke und Start-Ups

- Hospitationen und Shared Labs
- Patenschaften und Weiterbildung

Etappen

Opportunität identifizieren

Idee und Business Case entwickeln

Validieren in „Exploring Projects“

Verwerten in Produkt oder Produktion



**Open
Lab
Day**



**30
Quick
Checks**



**13
Exploring
Projects**



**5
Demon-
stratoren**

11/2019

02/2020

07/2020

03/2021

Referenzbeispiele

QC

EP

DE

Potenzialanalyse selbstlernender Rüstkonfigurator

Siemens AG

Ziel

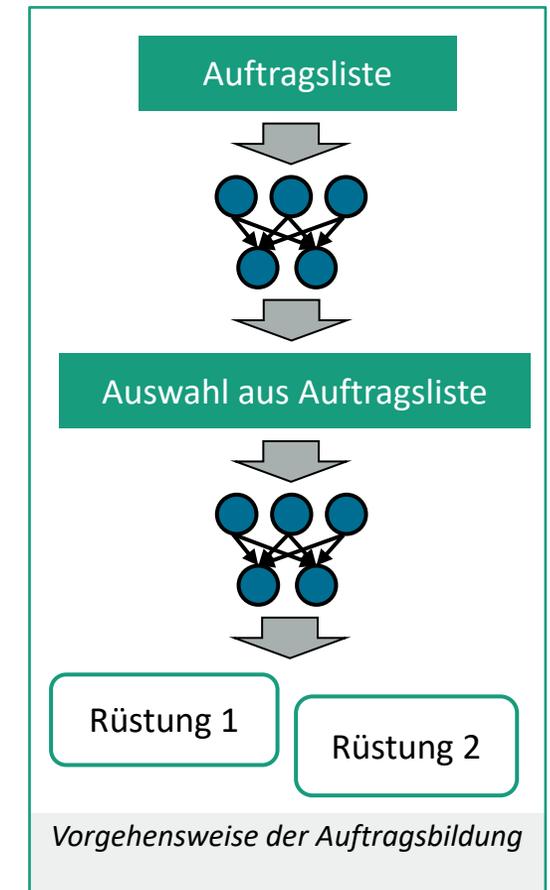
- **Minimierung notwendige Umrüstungen bei Produktionsanlagen**, basierend auf der abzuarbeitenden Auftragsmenge

Aufgabe

- Entwicklung eines ML-Verfahrens, welches **Häufigkeit von Umrüstungen** bei gegebener Auftragsmenge bestimmt
- Weiteres ML-Verfahren zur Bestimmung einer **Untermenge** aus Auftragsliste, die hinsichtlich notwendiger Umrüstungen und Auftragsanzahl optimal ist

Ergebnisse

- **Neuronales Netz** entwickelt, welches erfolgreich eine Auftragsuntermenge bildet, die **eine geringe Anzahl an notwendigen Umrüstungen** notwendig macht und im Schnitt ca. 10 Aufträge beinhaltet
- Machbarkeit eines optimalen und selbstlernenden Rüstkonfigurator konnte somit bewiesen werden



»Die Zusammenarbeit ist besonders durch den Ideenreichtum des Fraunhofer IPAs sehr zielführend.«

QC EP DE

Aufgabe

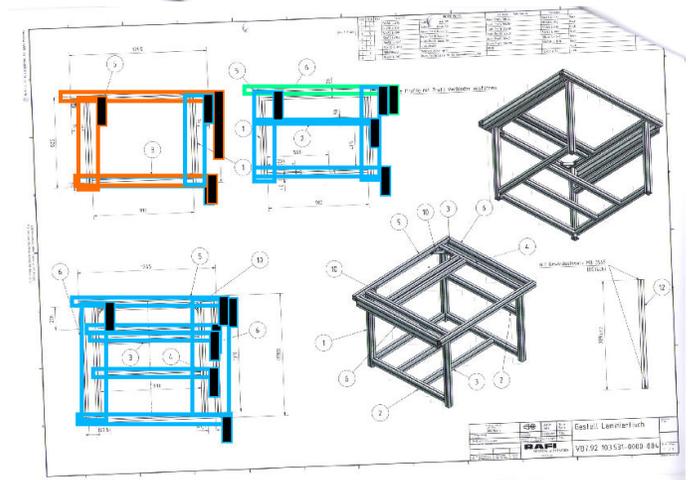
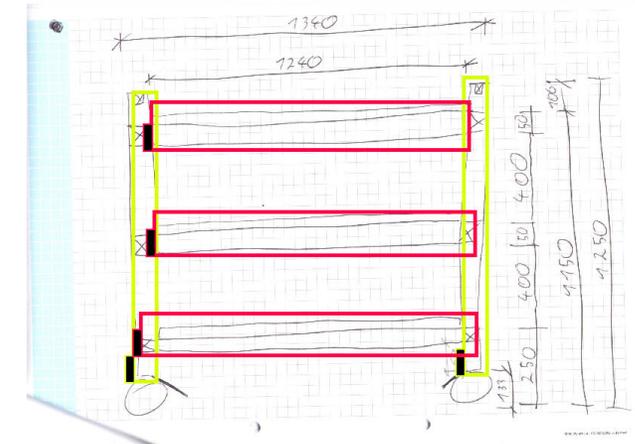
- Anhand **handgefertigter** oder **computergenerierter Zeichnungen** sollen die erforderlichen Positionen eines Kundenangebots ermittelt werden
- Analyse von Zeichnungen und Auswahl der richtigen Positionen. Anzeige auch von Varianten der Position

Ziel

- Prüfen, ob Vorauswahl der am häufigsten benötigten Elemente möglich ist, obwohl die Zeichnungen aus verschiedenen Quellen stammen und unterschiedliche Objekte zeigen.
- Erste **Kostenabschätzung** auf Basis einer Zeichnung für den Kunden

Ergebnisse

- Komponenten können in den Zeichnungen erkannt werden
- **Hohe Präzision**, aber ein nicht ganz so hoher Recall, der aber akzeptabel ist
- Anforderungen an Daten aufgrund Aufgabenkomplexität sehr hoch



Verringerung der Pseudofehlerrate in der automatischen optischen Inspektion

Pilz GmbH & Co. KG

Problemstellung

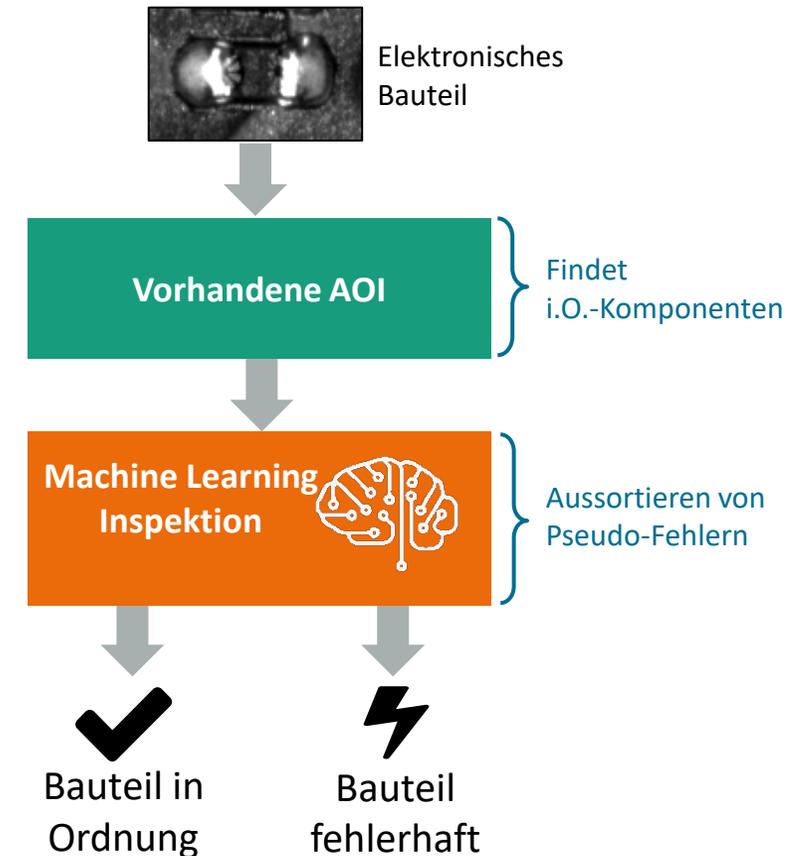
- Bestehende automatische optische Inspektion (AOI) sorgt für eine sehr hohe Pseudofehlerrate
- < 2% aller angezeigten Fehler sind tatsächliche Echtfehler
- Hoher personeller Aufwand einer manuellen Nachprüfung
- Eintönige Arbeit führt zu Flüchtigkeitsfehlern

Lösungsansatz

- Anschließen einer Machine-Learning-Inspektion an die AOI, welche nach Pseudo- oder Echtfehlern klassifiziert

Resultat

- Machine-Learning-Ansatz reduziert die Menge an notwendigen manuellen Nachprüfungen um 96,3%
- Schnelles Re-Training mit neuen Bauteilen möglich



End-of-Line Roboterautomatisierung mit KI

Witzenmann GmbH

Problem und Ausgangssituation

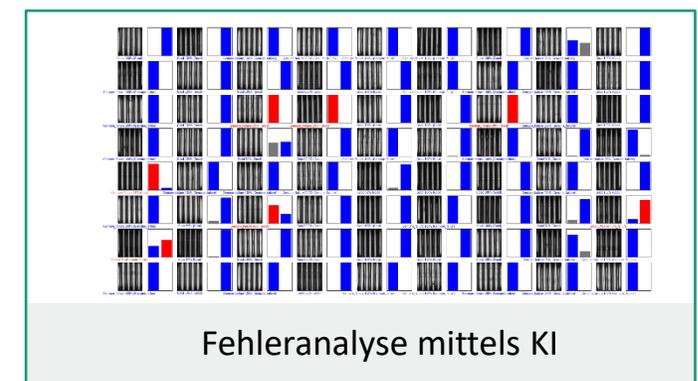
- Prüfung und Verpackung von flexiblen zylindrischen Komponenten erfolgt in manueller und kostenintensiver Arbeit.
- Keine flexible Automatisierung von End-of-Line-Prozessen am Markt
- Optische Qualitätskontrolle kann heute nicht automatisiert werden

Ziel

- Wirtschaftliche Lösung erfordert automatisierte Prüfung und Verpackung flexibler zylindrischer Bauteile ganzheitlich und prozessübergreifend

Ergebnisse

- Vorgeschlagener Ansatz zeigt die grundsätzliche Machbarkeit der Aufgabe
 - Ein technisches Gesamtkonzept ist realisierbar
 - Qualitätskontrolle mit künstlichen neuronalen Netzen zeigt vielversprechende Ansätze zur Automatisierung



Werkzeugbruchvermeidung durch intelligente Spindel

Franz Kessler GmbH

»Die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA hat uns sehr dabei geholfen unsere Ideen zur Datenanalyse von Schwingungen zu priorisieren und entsprechende Use Cases daraus abzuleiten. Das hat uns motiviert, zusätzlich zu klassischen Auswertemethoden, verstärkt die Potentiale des maschinellen Lernens zu nutzen.«

Problemstellung

- **Tieflochbohren** ist Sonderform des Bohrens mit großer Bohrungstiefe
- Verkeilen der Späne in der Spannlatte kann zu **Werkzeugbruch** führen

Lösungsansatz

- Identifikation von Prozessanomalien beim Tieflochbohren basierend auf Sensordaten aus der Motorspindel

Ergebnisse

- Entwicklung von Merkmalen zur Quantifizierung der Anomalien (im Zeit- und Frequenzbereich, basierend auf Sensordaten als Zeitreihen)
- Berücksichtigung variabler Prozesskenngößen (aktuelle Bohrtiefe & -dauer)
- Erstellung von **ML-Algorithmus** als Indikator für bevorstehende Werkzeugbrüche und als Grundlage für nachfolgende Maßnahmen zur Bruchvermeidung



Attention Neural Network Visualization for Detecting Data Bias

IDS Imaging Development Systems GmbH

Aufgabe

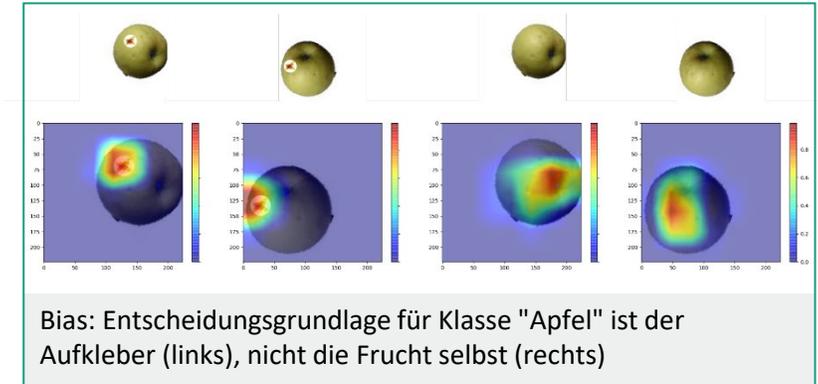
- Schaffung von Akzeptanz für neuronale Netze im industriellen Umfeld durch Erklärungen in Form von **Aufmerksamkeitskarten** (Heatmaps)
- Ermöglicht es, die **Entscheidungen** eines neuronalen Netzes zu **verstehen** und Fehler im Netz zu erkennen

Ziele

- Systematisches Testverfahren zur Überprüfung der Eignung von Aufmerksamkeitskarten für Erkennung von verzerrten Vorhersagen und gegnerischen Angriffen
- Referenzdatensätzen mit verschiedenen Fehlermustern und Verzerrungen
- Definition von aussagekräftigen Metriken

Ergebnisse

- Referenzdatensätze für verschiedene Anwendungsfälle
- Verzerrte Vorhersagen können visuell überprüft und mittels Metriken erkannt werden



christian bückert stiftung



International Max Planck
Research School for Intelligent Systems

imprs-is



Neue Studiengänge
Stiftungen

Exzellenzcluster



Universität Stuttgart

Neue Professuren

Gesellschaftlicher Diskurs

Fachkräfte und Fachwissen

Kommunikation & Dialog

Netzwerkstrategie

CyberValley

Innovation

Vortragsreihen, Symposia, etc.

Public Advisory Board



Bundeswettbewerb
Künstliche Intelligenz

MAX PLANCK
GESELLSCHAFT



Neue Forschungsgruppen



Baden-Württemberg

KI BW Programm

Europäische ELLIS-Initiative



e l l i s
European Laboratory for Learning and Intelligent Systems

CyberValley
Start-up Network

CyberValley
Investor Network

Kompetenzzentrum für KI
TUBINGEN
AI CENTER

GEFÖRDERT VOM

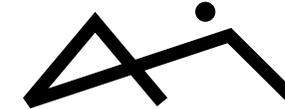


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



KI Fortschrittszentrum
LERNENDE SYSTEME UND KOGNITIVE ROBOTIK

Industry Research Labs



AI BREAKTHROUGH HUB



BOSCH
Technik fürs Leben

DAIMLER

automotive
engineering

iauv



PORSCHE



Vielen Dank!



Prof. Dr.-Ing. Marco Huber

marco.huber@ipa.fraunhofer.de

+49 711 970 1960

www.ipa.fraunhofer.de/ki