
Künstliche Intelligenz in der Praxis
23.06.2021

Prof. Dr.-Ing Patrick Tichelmann

Vorstellung



- ▶ **Prof. Dr. Tichelmann**
- ▶ **Master im allgemeinen Maschinenbau**
- ▶ **Promoviert bei BMW / TU Darmstadt**
- ▶ **Voith Composites GmbH:**
 - Entwicklungsingenieur
 - Teamleiter Konstruktion und Berechnung
 - Leiter Bereich Entwicklung Industrie
- ▶ **Professur für Technische Mechanik, CAD und FEM an der TH Köln**
 - Forschungsschwerpunkt Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz

- ▶ **Start Up Beteiligungen:**

- ***SHM Technologies GmbH***
Strukturüberwachung, predictive Maintenance
- ***Raeder123 GmbH***
Anwendung KI im Bereich Automotive Services
- ***Perceptive Machines GmbH***
Machine Learning und object detection in industriellen Prozessen, predictive Maintenance

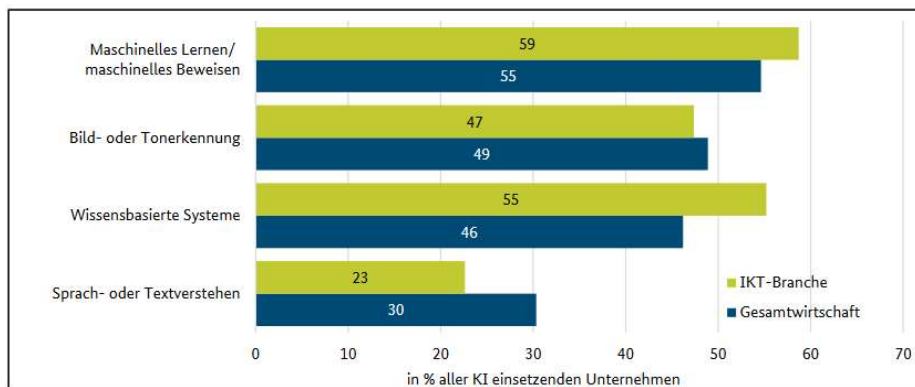
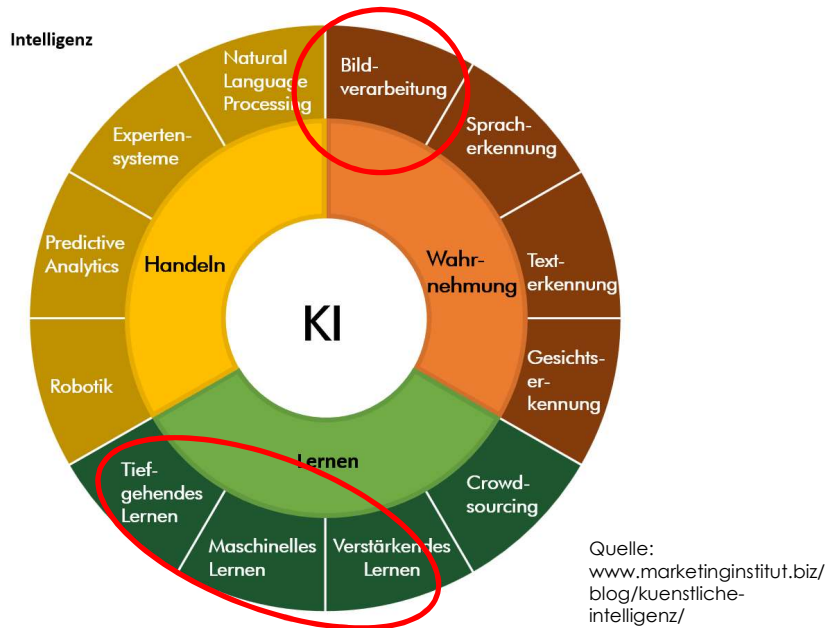
 # SHM Technologies

 räder [123]

 Perceptive Machines

Was ist künstliche Intelligenz?

Teilgebiete der künstlichen Intelligenz



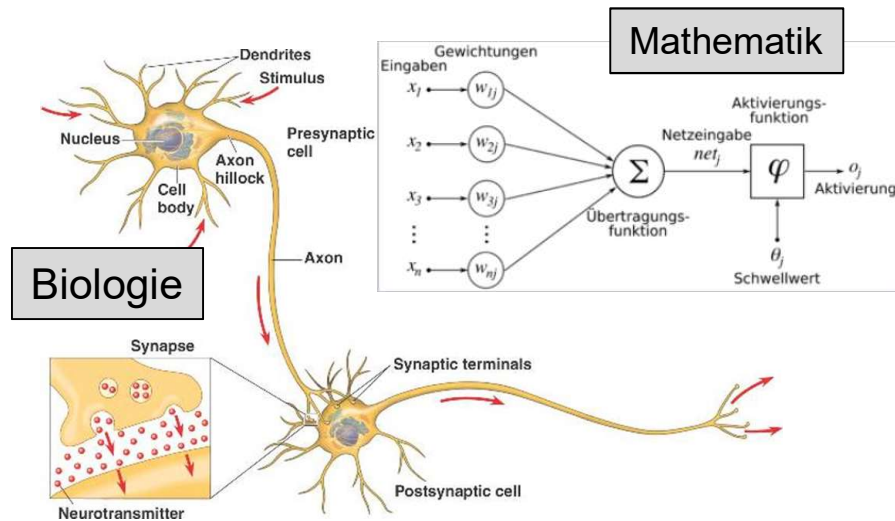
Quelle: Deutsche Innovationserhebung 2019, Zusatzbefragung KI 2019/2020. Berechnungen des ZEW.

Eigenschaften

- **Teilgebiet der Informatik**, welches sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem maschinellen Lernen befasst.
- Künstliche Intelligenz setzt sich damit auseinander, wie **Computer Wahrnehmungen verarbeiten**, mit erlernten **Algorithmen** abgleichen und dadurch eine zielgerichtete Response / Handlung auslösen
- Von besonderem Interesse in der industriellen Anwendung ist das **maschinelle Lernen** und die **Bildverarbeitung**, insbesondere die **Objektdetektion**

Für beides werden **Neuronale Netze verwendet**

Was sind neuronale Netze?



Was ist ein Neuronales Netz?

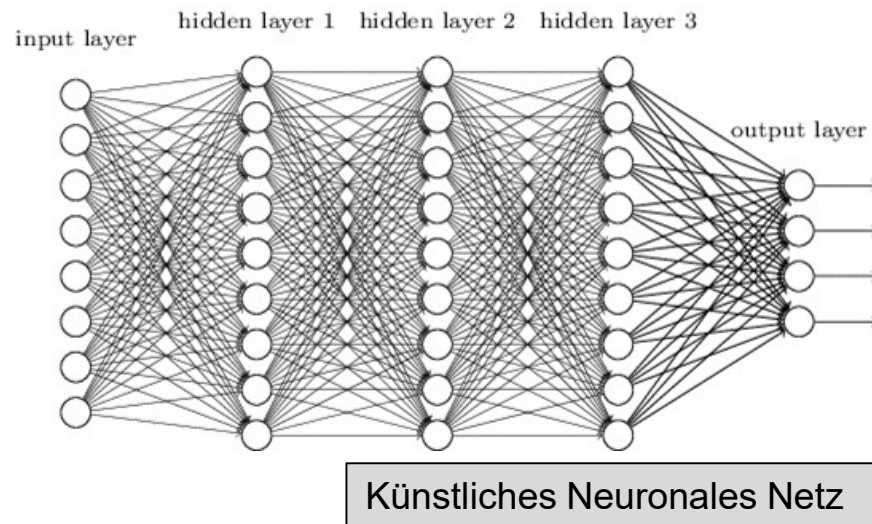
Ein neuronales Netz ist eine **mathematische Repräsentation** der neuronalen Struktur des Gehirns.

Es besteht aus:

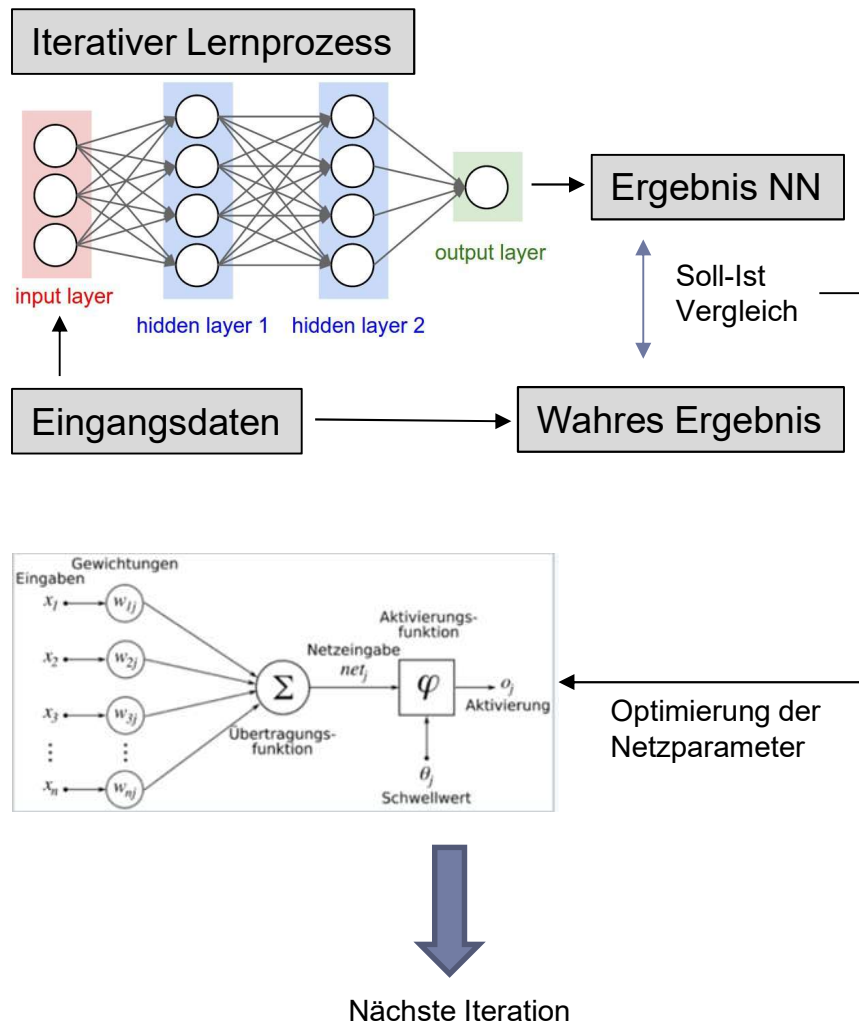
- Neuronen
- Schichten von Neuronen

Was können neuronale Netzwerke?

- Erkennen von **Mustern** in Daten bspw. Pixel oder Sprache ("Data mining/ pattern recognition")
- lernen der **optimalen Vorgehensweise** um ein Ziel zu erreichen (z.B. reinforcement learning)
- **Approximation von Funktionen**



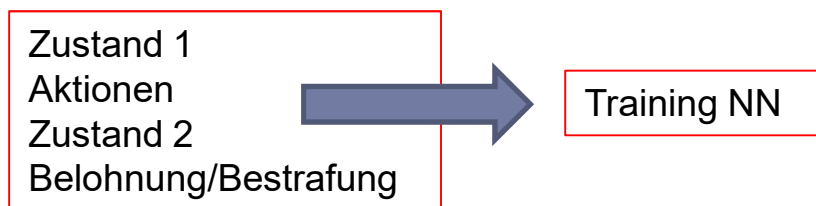
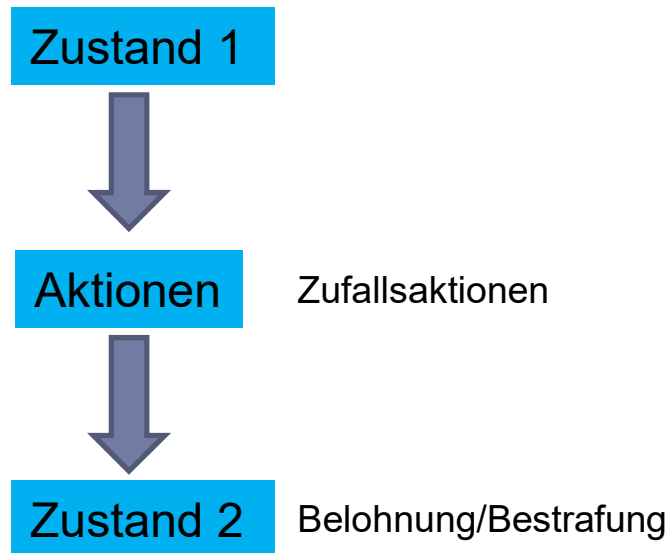
Wie lernen Neuronale Netze?



Beispiel supervised Learning

- Ein Set von **Eingabedaten** und zugeordneten **Ausgabedaten** wird bereitgestellt.
- Das NN erzeugt aus den Eingabedaten auf Basis seiner aktuellen Parameter Ausgabedaten
- Ein **Soll-Ist Vergleich** wird durchgeführt
- Es folgt eine **iterative mathematische Variation der Parameter**, bis das NN für die vorgegebenen Eingabedaten die korrekten Ausgabedaten prognostiziert
- Der gelernte Zusammenhang oder das **Muster** lassen sich auch auf Eingabedaten übertragen, die nicht im Trainingsset waren.

Maschinelles Lernen



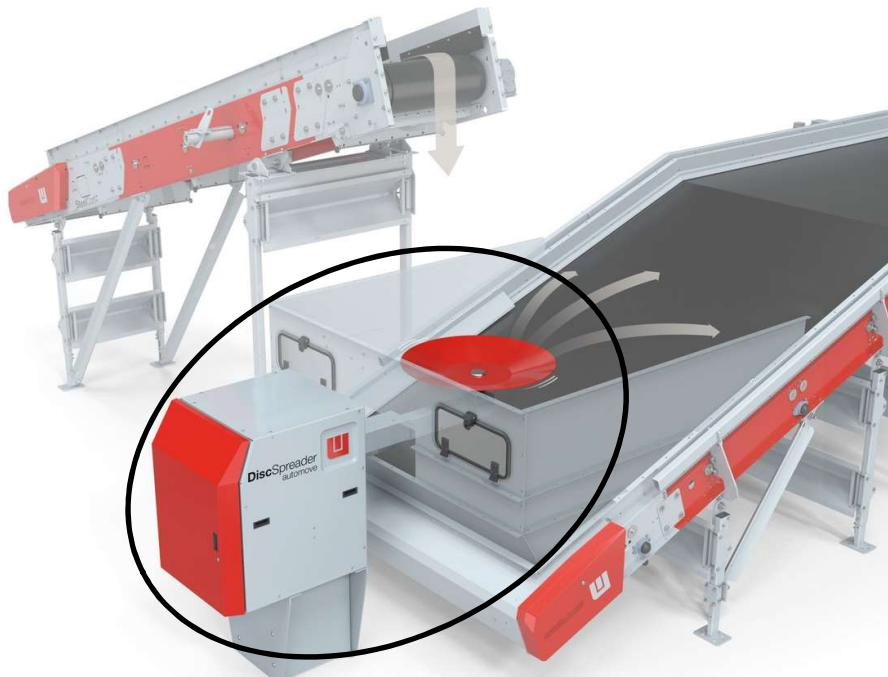
Beispiel reinforcement Learning

- Methode bei der ein Agent (Maschine) **selbständig eine Strategie** erlernt
- Maschine erhält keine Information welche **Aktion** zu einem bestimmten Zeitpunkt die Beste ist
- Es werden **zufällige Aktionen** ausgeführt und mit einer Reward Funktion bewertet.
- Die **Reward Funktion** belohnt Aktionen die näher zu einem vorgegebenen Zielzustand führen und bestraft eine Entfernung
- Ein NN wird darauf trainiert aus aktuellen Zuständen jeweils die Aktion auszuwählen, die den höchsten Reward bedeutet

Beispiel maschinelles lernen

Beispiel Materialverteilsystem –
Recyclingindustrie

WESTERIA[®]
MOVING INNOVATION



Einstieg über
ZIM Projekt

Technology
Arts Sciences
TH Köln



Weiterentwicklung

Perceptive Machines

- **Ziel:**
 - Vergleichmäßigung der Materialverteilung von Müll auf Fließbändern.
- **Algorithmus:**
 - Deep q-learning (reinforcement learning)
- **Durchführung:**
 - Entwicklung einer Aktuatorik
 - Entwicklung einer Sensorik (kamerabasiert)
 - Aufbau eines Trainingsprüfstands
 - Aufbau cloudbasiertes Datenmanagement für weltweites Lernen aller installierten Anlagen

Beispiel maschinelles lernen

Beispiel Materialverteilssystem – Recyclingindustrie



Step 0 –
Startverteilung



Auswertung Bahn 1



Step 10 –
Optimale
Verteilung

Einstieg über
ZIM Projekt

Technology
Arts Sciences
TH Köln



Weiterentwicklung

Perceptive Machines

- **Ziel:**
 - Vergleichmäßigung der Materialverteilung von Müll auf Fließbändern.
- **Algorithmus:**
 - Deep q-learning (reinforcement learning)
- **Durchführung:**
 - Entwicklung einer Aktuatorik
 - Entwicklung einer Sensorik (kamerabasiert)
 - Aufbau eines Trainingsprüfstands
 - Aufbau cloudbasiertes Datenmanagement für weltweites Lernen aller installierten Anlagen

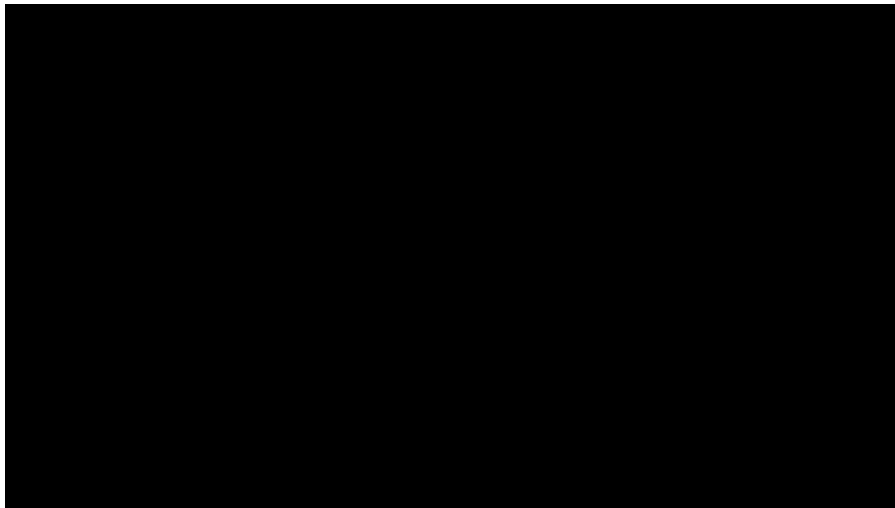
Beispiel maschinelles lernen

KI Regelung



Technology
Arts Sciences
TH Köln

Perceptive Machines



- **Ergebnisse:**

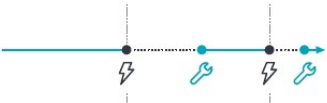
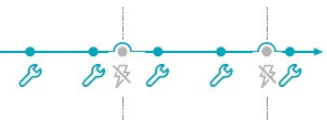


- Verteilung optimal auf Fließband
- Alle DiscSpreader Anlagen weltweit sind vernetzt und lernen voneinander

Produktoptimierung

- Neues Sensorsystem wird als eigenes Produkt vertrieben
- Aufbereitung der Sensordaten werden dem Kunden als Service zur Verfügung gestellt
- Sensorsystem wird zu Vertriebszwecken kostenlos bei potentiellen Kunden installiert

Neues Geschäftsfeld

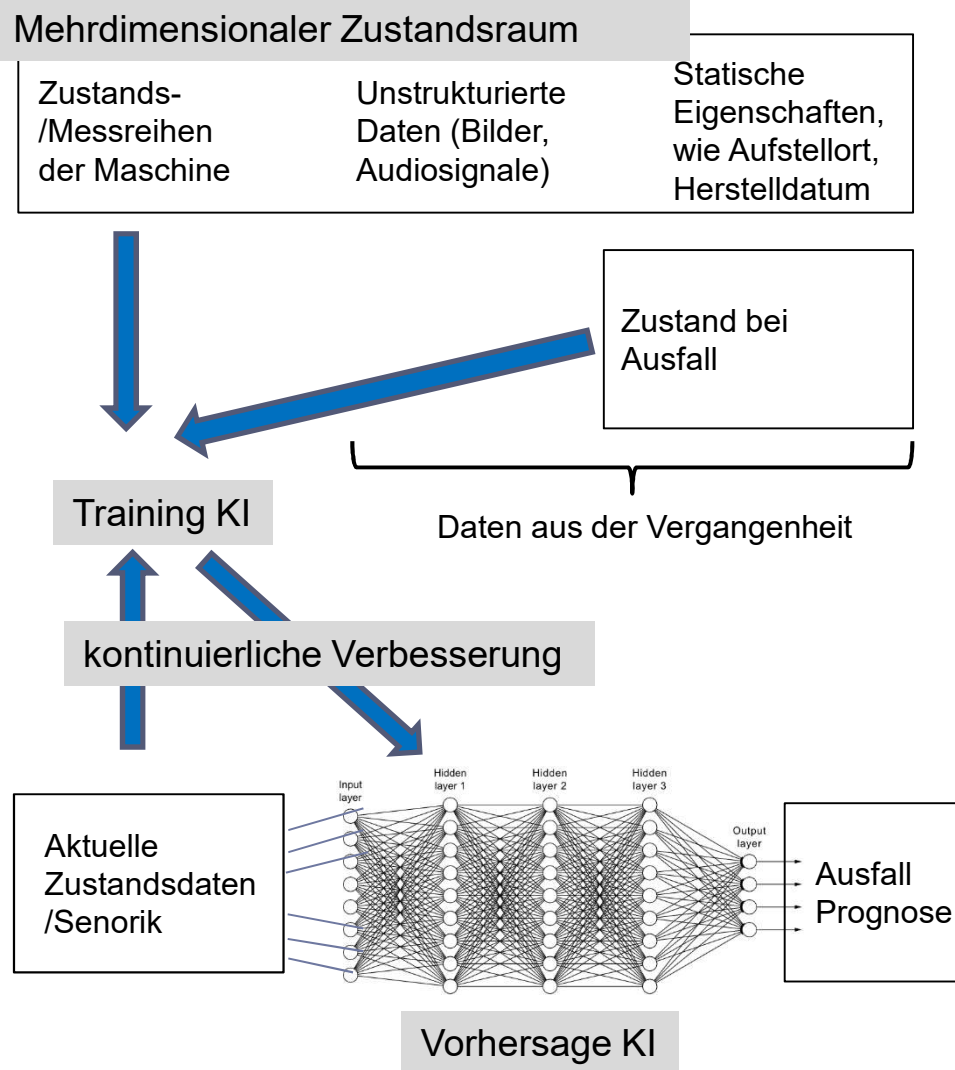
Beispiel predictive Maintenance

<p><u>Reaktive Wartung</u> Schaden tritt vor Instandhaltung auf</p> 	<ul style="list-style-type: none"> + Keine Sensoren benötigt - Lange Ausfallzeiten - Störungen beschädigen die Maschine
<p><u>Präventive Wartung</u> Wartung in fixen Intervallen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> + Einfache Sensoren benötigt + Reduziert ungeplante Ausfallzeiten - Lebenszyklen werden nicht gut ausgenutzt - Häufige geplante Ausfallzeiten
<p><u>Zustandsbasierte Wartung</u> Systeme werden nach einfachen Regeln gewartet</p> 	<ul style="list-style-type: none"> + Reduziert ungeplante Ausfallzeiten + Lebenszyklen werden gut ausgenutzt - Ungenaue Vorhersage - Mittleres Risiko bleibt
<p><u>predictive Maintenance</u> Systeme laufen so lange wie möglich ohne Schaden</p> 	<ul style="list-style-type: none"> + optimale Ausnutzung Lebenszyklen + Minimiert Ausfallzeiten - Expertenwissen benötigt - Vorinvestitionen notwendig

- Predictive Maintenance ist eine Methode, um den möglichen **Ausfall einer Maschine** oder Anlage **vorherzusagen** und damit unerwartete Ausfallzeiten zu vermeiden
- Voraussetzung für die vorausschauende Instandhaltung ist eine **kontinuierliche Zustandsüberwachung** (Condition Monitoring)
- KI berechnet auf Grundlage der Daten von historischen Defekten die **Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls**
- Lt *Deloitte* kann durchschnittlich folgende Ersparnis erzielt werden:
 - Maschinenbetriebszeit + 10% bis + 20%
 - Gesamtwartungskosten - 20%
 - Ausfallreduktion - 70%



Beispiel predictive Maintenance

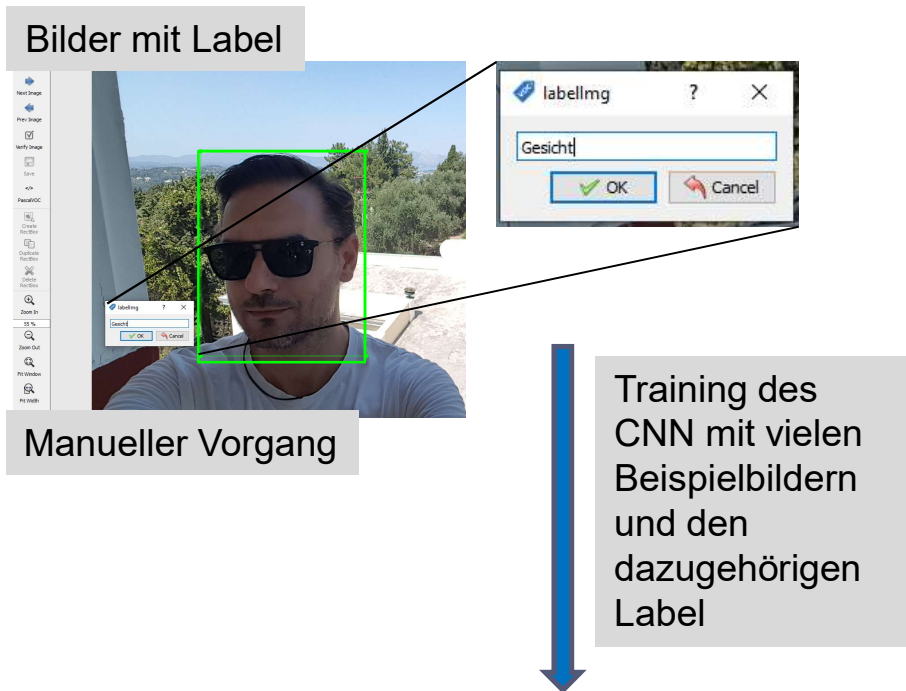


Voraussetzungen/Schritte:

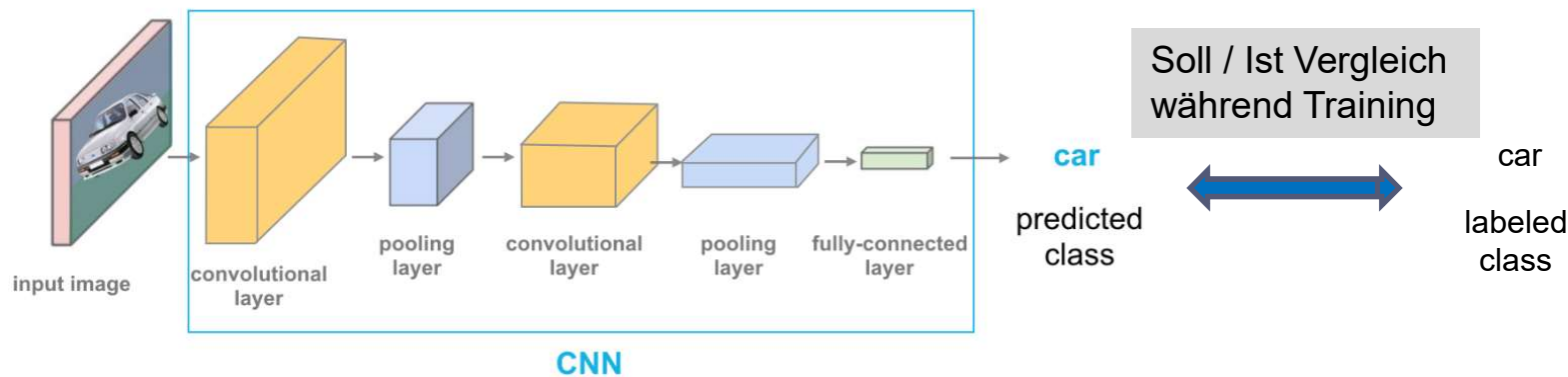
- Datenerfassung und Aufbereitung zum „matching“ von Zustands- und Reparaturdaten. Welche Sensorwerte liegen vor? Welche Reparaturhistorie? etc.
- Priorisierung der Maschinentypen (Häufigste Ausfälle, höchste Kosten etc.)
- Aufbau und Training eines lernfähigen Algorithmus wobei die Eingabedaten über ein neuronales Netz mit dem Prognoseziel verknüpft sind.
- Die Vorhersagequalität ist abhängig von der Datenmenge und kann im laufenden Betrieb kontinuierlich verbessert werden
- Welche Vorhersagequalität ist akzeptabel? Wahrscheinlichkeit zu früherer Wartung vs. Maschinenausfall

 Perceptive Machines

Beispiel object detection



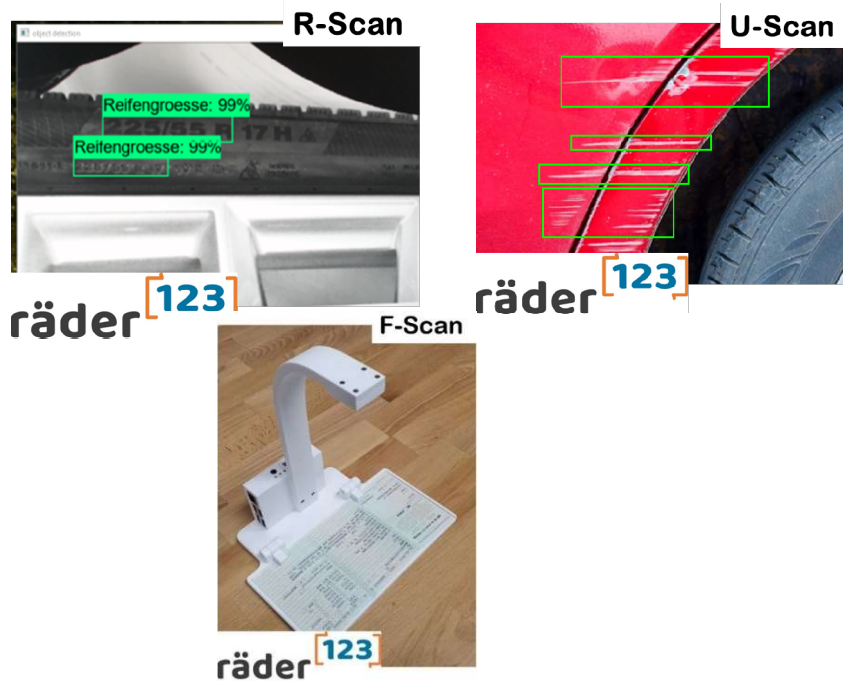
- Einsatz spezieller NN, die convolutional neuronal networks (CNN) heißen
- Aus einer **Pixelmatrix** werden Objekte als wiederkehrende Muster erkannt
- Das Training erfolgt nach der **supervised learning** Methode
- Weltweiter Durchbruch durch **kostengünstige Kamertechnologie**
- Einsatz bei Handys, Facebook, Qualitätskontrolle, Militär/Polizei



Beispiel object detection

Ausgründung Räder123 GmbH

Technology
Arts Sciences
TH Köln → räder [123]



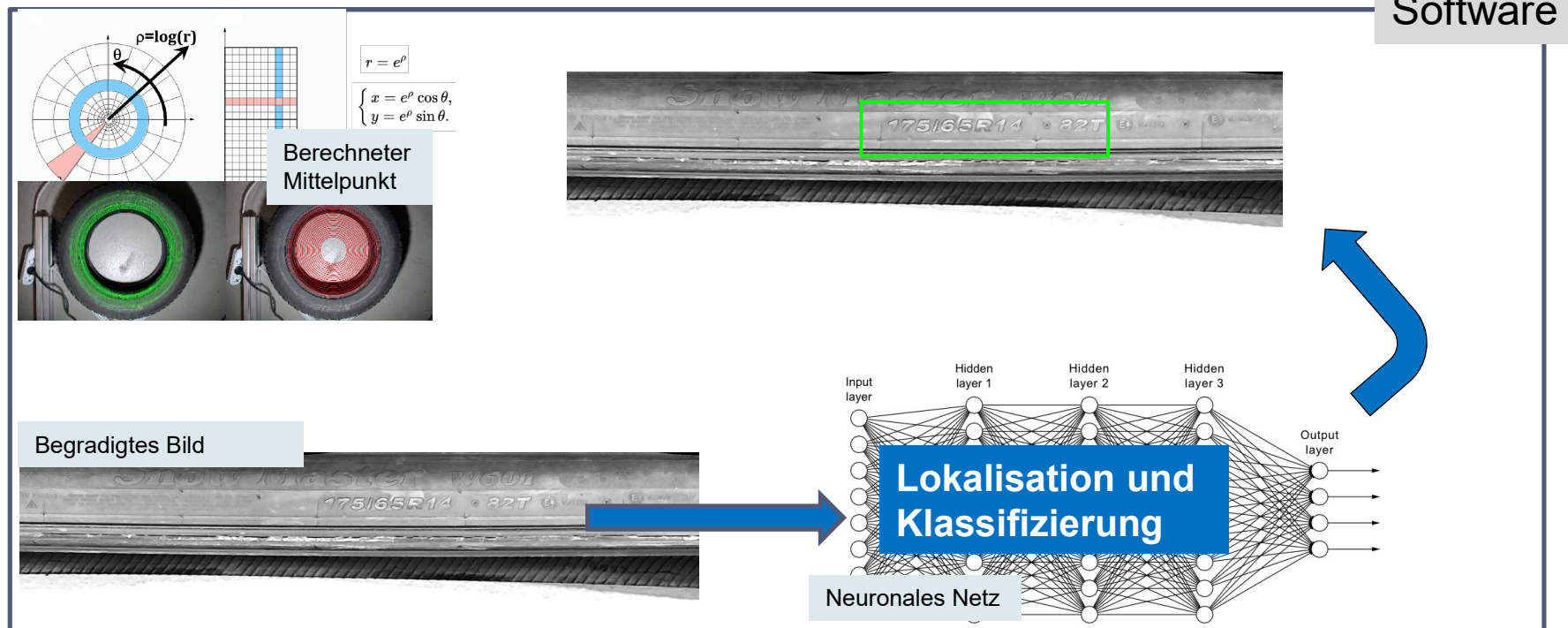
- Beispiel von object detection an Produkten der **Raeder123 GmbH**
 - *R-Scan* – Auslesen der Reifendaten aus der Seitenfläche
 - *U-Scan* – Detektion von Beschädigungen
 - *F-Scan* – Scannen von Fahrzeugscheinen
- Technologie: object detection mit deep learning unter Verwendung von Python3 und Tensorflow API
- Kunden: Würth Gruppe, GL Messtechnik, Beissbarth GmbH, Reifenhersteller, Gutachter

Referenzen – Beispielprodukte Räder123

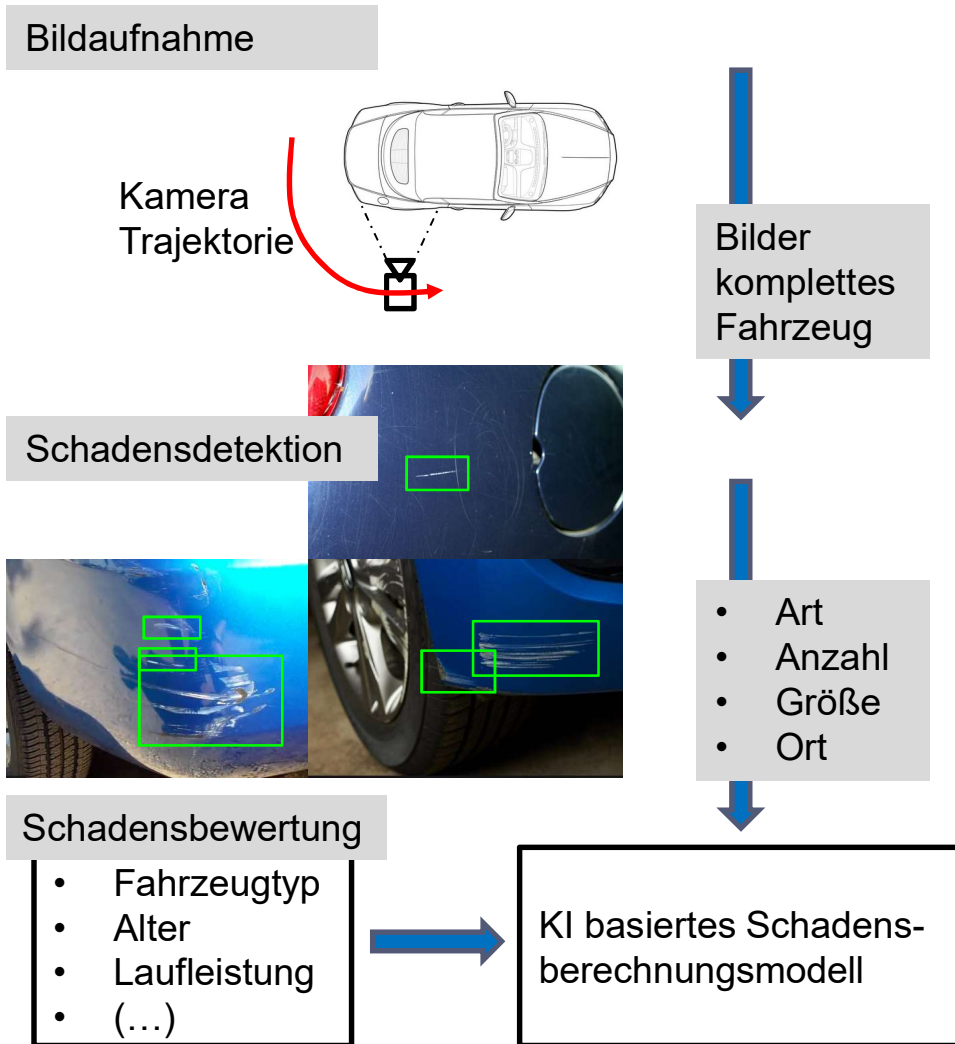


R-Scan:

- Software zur Reifenerkennung
- Kundenkreis: Hersteller, PKW OEM's Reifeneinlagerer, Reifenhändler.



Beispielprodukte Räder123



Schadensdetektion:

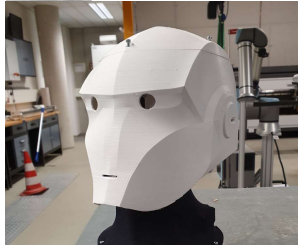
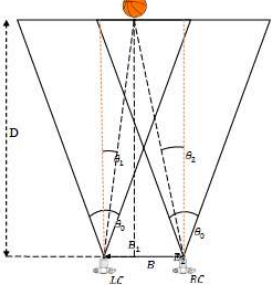
- Aktuell dokumentieren, erkennen und bewerten Gutachter Schäden an PKW
- Mit Hilfe digitalisierter Bilder von früheren Schäden kann Detektor trainiert werden
- Schadensparameter wie Art, Anzahl, Größe, Ort werden im Einsatz extrahiert.
- Stufe 1: Noch bewertet menschlicher Gutachter die Schäden
- Stufe 2: KI basiertes Schadensmodell berechnet die Schadenshöhe. Trainingsdaten sind alle in der Vergangenheit bewerteten Schäden, angereichert mit weiteren Informationen, wie Fahrzeugtyp etc.

Allgemein: Jeder Prozess, den ein Mensch visuell abdeckt, kann auch automatisiert werden

Referenzen – Beispiele Arbeitsgruppe Tichelmann TH Köln

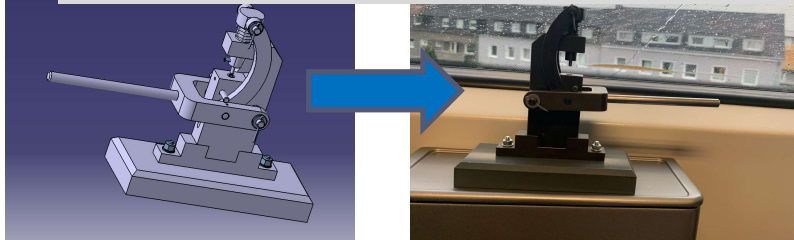


Distanzbestimmung



Objekte zählen

Virtuelles Modell - reales Erkennen



Weitere Kompetenzen image processing

- **Distanzmessung von Objekten** –
Beispiel: Position von Bauteilen im Arbeitsraum, Self Driving Vehicles
- **Zählen von Objekten** –
Beispiel: Wareneingangskontrolle, Fließbandüberwachung
- **Virtuelles Modell, reales Erkennen** –
Beispiel: Neuronale Netze können bereits vor Produktentstehung zur Erkennung trainiert werden. Vereinfachte Generierung von Trainingsdaten bestehender Produkte (Zeitersparnis ca. 80%)

Allgemein: Jeder Prozess, den ein Mensch visuell abdeckt, kann auch automatisiert werden

Kontakt

Sie haben Interesse an KI?

Prof. Dr.-Ing. Patrick Tichelmann

Studiendekan Ingenieurwissenschaften
Labor für angewandte Künstliche Intelligenz
Institut für Allgemeinen Maschinenbau

T: +49 2261 8196-6243

M: +49 179 2199472

E: Patrick.Tichelmann@th-koeln.de

Technische Hochschule Köln
Campus Gummersbach
Steinmüllerallee 1
51643 Gummersbach
Raum: 1.705

www.th-koeln.de

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

