

Universität Stuttgart
Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme



Künstliche Intelligenz für die Automatisierungs- technik

**Trends und Herausforderungen
21.10.2019**



Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS)

Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Stuttgart

Die **Forschung und Lehre** des Instituts konzentriert sich auf das Thema **Softwaresysteme für die Automatisierungstechnik**.

Dabei verstehen wir uns als **Brückenkopf der Produkt- und Anlagenautomatisierung** in den Forschungsdisziplinen der **Informationstechnik, Softwaretechnologie und Elektronik**.



Prof. Weyrich wurde im April 2013 an die Universität Stuttgart berufen



Der Blick in die Zukunft ...

The screenshot shows a web browser window displaying a ZDF article. The browser's address bar shows the URL <https://www.zdf.de/gesellschaft/precht/precht-206.html>. The ZDF logo is visible in the top left of the page header, along with navigation links for 'Rubriken A-Z', 'Live-TV', and 'Sendung verpasst'. A search bar and 'Mein ZDF' link are on the right. The main content area features the title 'Künstliche Intelligenz - Herrschaft der Maschinen?' and a subtitle 'Richard David Precht im Gespräch mit Prof. Jürgen Schmidhuber, Informatiker und KI-Pionier'. Below the text is a video player showing two men, Richard David Precht and Prof. Jürgen Schmidhuber, sitting at a table and talking. A play button is centered over the video. To the right of the video is a logo for 'PRECHT Mehr von Precht' and a 'Video herunterladen' button. Below the video, there is a short text snippet: 'Das Zeitalter der Künstlichen Intelligenz hat längst begonnen. Selbstlernende Maschinen gehören schon zum Alltag. Und sie werden immer perfekter.' followed by '38 min | 20.10.2019' and 'Video verfügbar bis 27.10.2024'. At the bottom of the article, there is a sub-header 'Verlockende Verheißung Künstliche Intelligenz' and a paragraph of text: 'Wie wird diese Technologie, kurz KI genannt, unsere Zivilisation verändern? Werden Menschen und Maschinen verschmelzen und sich zu Übermenschen entwickeln? Darauf gibt KI-Pionier Professor Jürgen Schmidhuber Antworten.' and another line: 'Die Verheißungen der KI-Forschung sind verlockend. Maschinen, die bisher nur schwere'.

... und die Einsicht ?

*Frei nach Heraklid's
Aphorismus „Alles fließt“*



Forschungsschwerpunkt: Intelligente Automatisierungssysteme

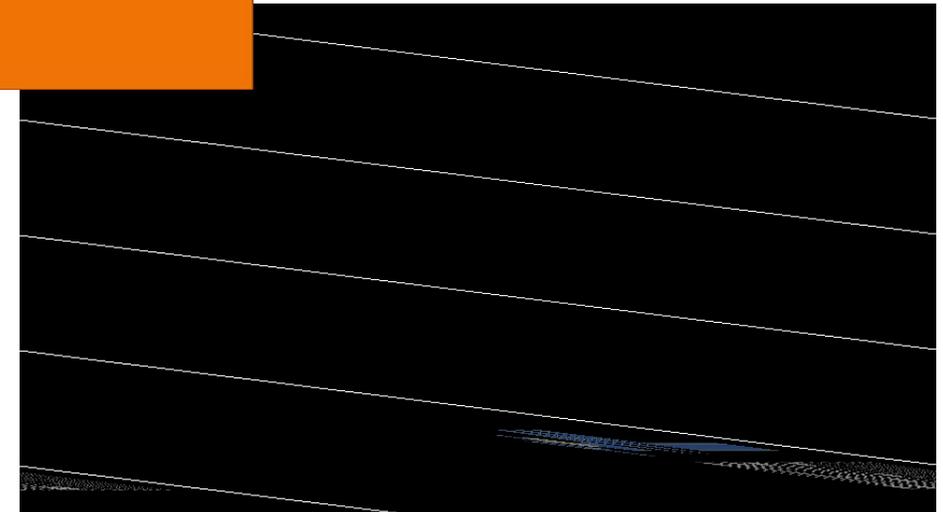
Intelligente Automatisierungssystemen bieten Chancen im Bereich der Optimierung, der Flexibilisierung sowie ein vernetztes Informationsmanagement.

- Autonome Integration von Automatisierungskomponenten (Self-X)
- Optimierung von Automatisierungssystemen aufgrund von Prozessdaten
- Assistenzsysteme zur Unterstützung im Engineering

Verteilte LEGO-Auto-Fabrik

Modellprozess Legoanlage

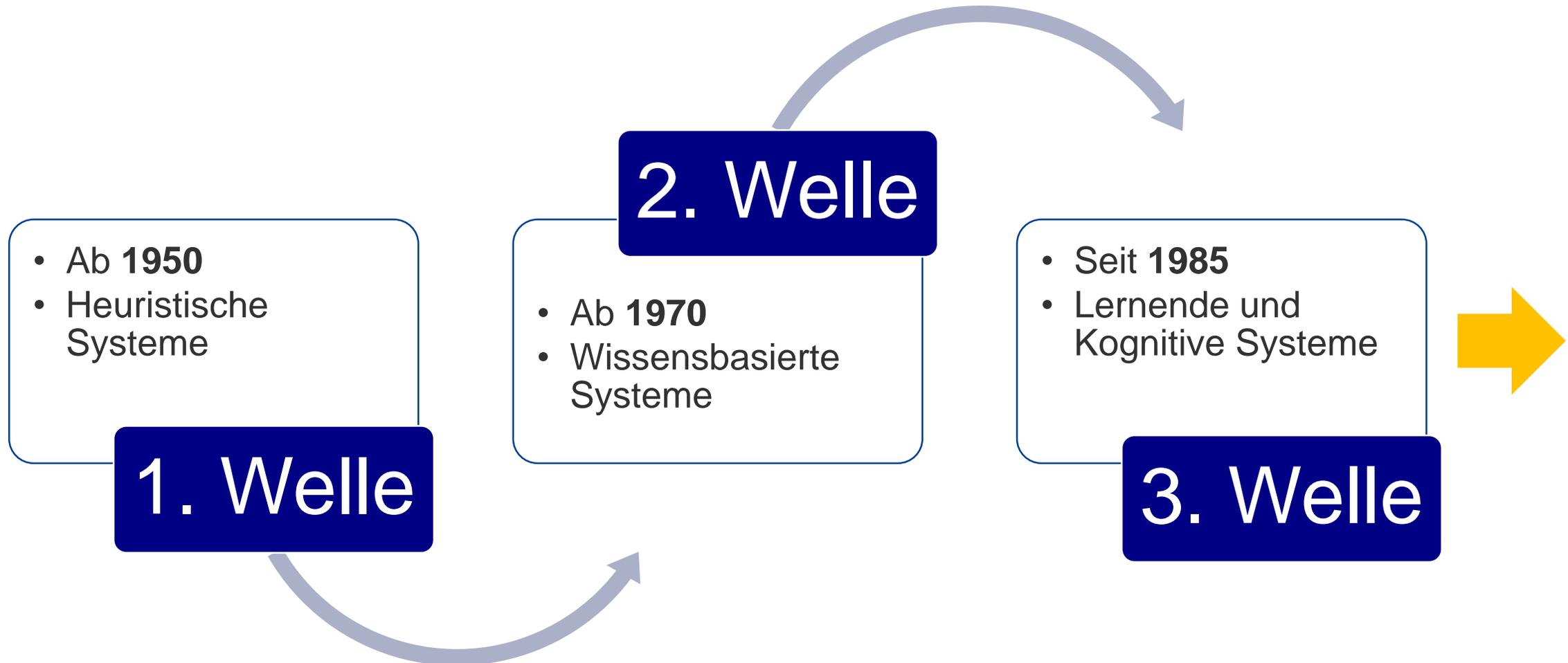
Digitale Fabrik von Daimler



Historische Entwicklung

Historie

Die drei Wellen der Künstlichen Intelligenz



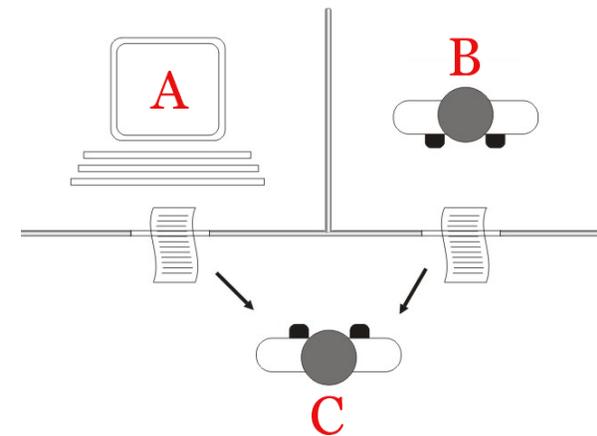
Historie

Die erste Welle – Heuristische Systeme

- Beginn der KI-Forschung: Die Dartmouth Conference "*Summer Research Project on Artificial Intelligence*" im Jahr 1956
- Große Erwartungshaltung gegenüber den Fähigkeiten von Computern
- Problem: nur schlussfolgernde syntaktische Systeme ohne eignes Wissen, da das Wissen manuell und direkt in die Maschine einprogrammiert wurde

Meilensteine:

- Turing-Test: Test sollte feststellen, ob ein Computer ein gleichwertiges Denkvermögen wie ein Menschen hat
- ELIZA: sprachverstehendes System, welches einen Dialog zwischen einem Psychotherapeuten und einem Patienten simuliert



Quelle: <https://www.darpa.mil/attachments/AIFull.pdf>
https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test#/media/File:Turing_test_diagram.png

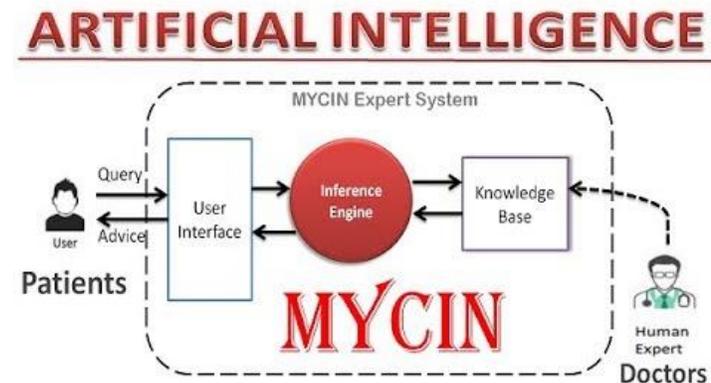
Historie

Die zweite Welle – Wissensbasierte Systeme

- Expertensysteme konnten auf Basis von gespeichertem Expertenwissen über ein spezielles Fachgebiet automatische Schlussfolgerungen ziehen
- Die Systeme konnten die menschlichen Fähigkeiten auf Basis von Regeln nur begrenzt abbilden
- Kommerzieller Einsatz der Systeme seit den 1980er

z.B. Meilenstein:

- MYCIN: Diagnose- und Therapieentscheidungen bei Blutinfectionskrankheiten



Quellen: <https://www.bigdata-insider.de/quo-vadis-ki-die-drei-wellen-der-kuenstlichen-intelligenz-a-846146/>
<https://www.machinelearning.ai/tag/artificial-intelligence-expert-system/>

Und in Zukunft ... ?

Aktuelle Bedeutung des bestärkenden Lernens am Beispiel DeepMind

- Bahnbrechendes Paper über Reinforcement Learning: „Playing Atari with Deep Reinforcement Learning“ (2013) von DeepMind.
- Einen Monat später wird das Unternehmen von Google gekauft.
- Verwendung von Reinforcement-Learning zum Training neuronaler Netze.
 - AlphaGo: erstmalig einen professionellen Go-Spieler besiegt (2015).
 - Alpha Zero: besiegt die meisten Go-, Schach und Shogi-Programme, nach es wenige Stunden gegen sich selbst trainierte (2017).



Eigenschaften autonomer Systeme und industrieller KI

Vom Programmieren zum Lehren und Lernen

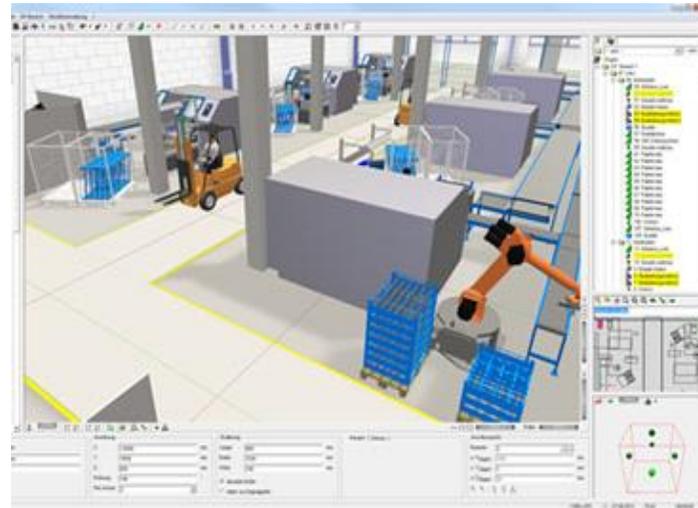
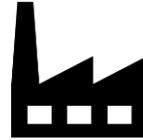
Gestern: Programmieren



```
133 // mpiiLogik-Methode  
134 private void RunGame()  
135 {  
136     // vollstandiger Maer  
137     BackImplementation(trae);  
138     // Maerbau  
139     foreach (Ellipse[] elarray in ellipses)  
140     {  
141         foreach (Ellipse el in elarray)  
142         {  
143             el.Tag = 0;  
144         }  
145     }  
146     foreach (Ellipse el in ellipses) {  
147         el.ContextMenu = smootar;  
148     }  
149     // Farberbestimmung  
150     List<int> rnumbers = new List<int>() { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 };  
151     Random rn = new Random();  
152     int tempstat;  
153     int tempnumber;  
154     for (int stat = 0; stat < 9; stat++)  
155     {  
156         tempstat = rn.Next(stat + 1);  
157         tempnumber = rnumbers[stat];  
158         rnumbers[stat] = rnumbers[tempstat];  
159         rnumbers[tempstat] = tempnumber;  
160     }  
161     // Farberbestimmung  
162     int i = 0;  
163     foreach (Ellipse el in correctellipses)  
164     {  
165         el.Fill = new SolidColorBrush(new ColorDataBase[rnumbers[i]]);  
166         el.Visibility = visibility.stades;  
167         i++;  
168     }  
169 }
```

<http://www.das-grosse-computer-abc.de/ABC/Quellcode>

Heute: Lehren



<https://www.tarakos.de/simulationssoftware.html>

Morgen: Lernen



<https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/projekt-robohow-roboter-lernen-kochen-a-1138488.html>

KI - Ein Paradigmenwechsel in der einfachen Installation und Bedienung von Robotern

Der Prozess hin zu autonomen Systemen

Das Leben ist kein Spiel

Statische Regeln und limitierte Zustände in Spielen



<http://www.moehneschach.de/>

Dynamische Regeln und unendlich viele Zustände in der Realität



https://de.wikipedia.org/wiki/V%C3%B6lkerschlacht_bei_Leipzig#/media/Datei:MoshkovVI_SrazhLeypcigomGRM.jpg

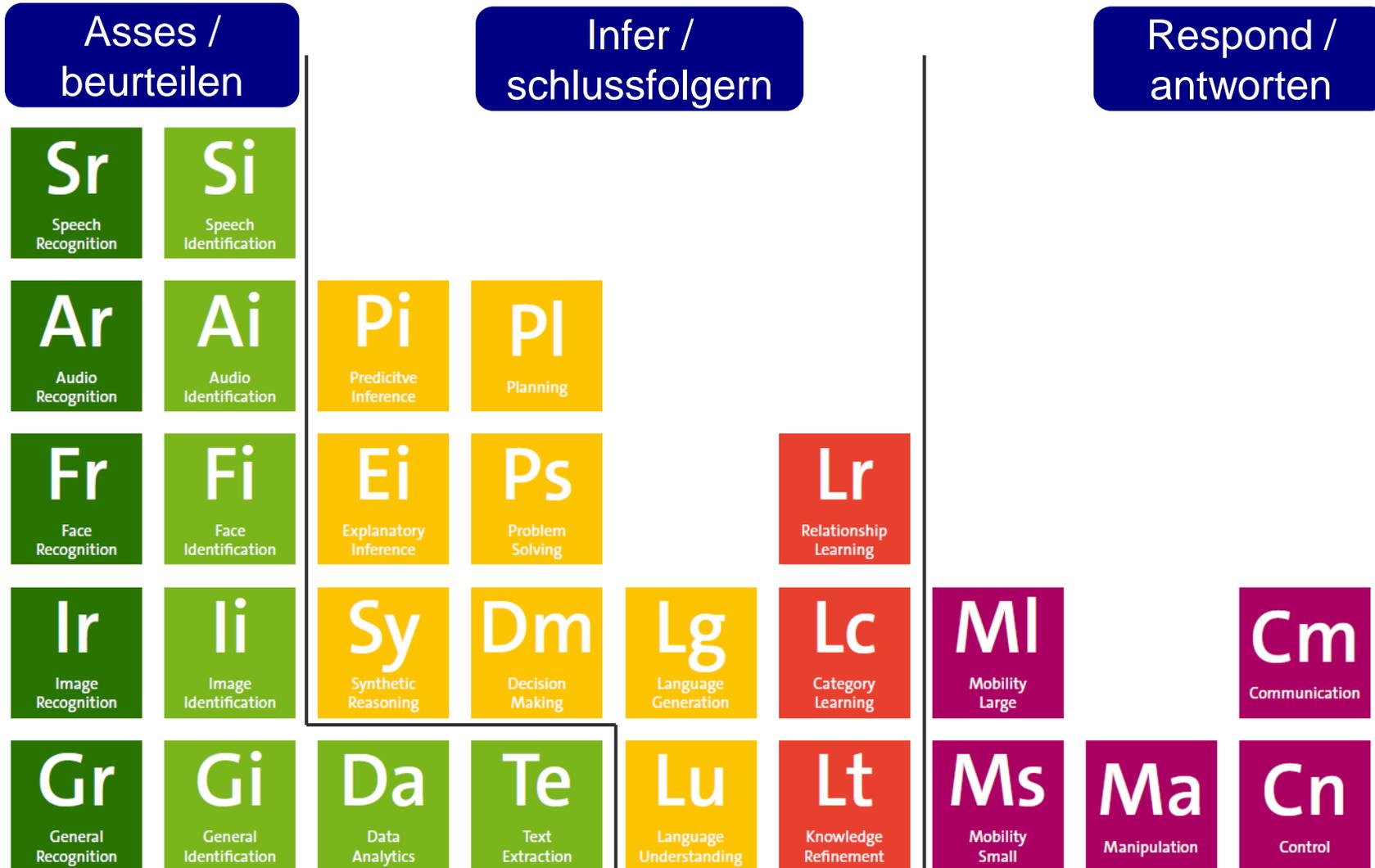
Der Übergang zwischen einem Spiel und der Realität erfordert industrielle KI

Periodensystem der KI

Periodensystem der KI

Drei Hauptgruppen an KI-Elementen

Siehe: Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz, www.bitkom.org



Quelle: Vgl. Hammond K., 2016.

Autonomes Fahren

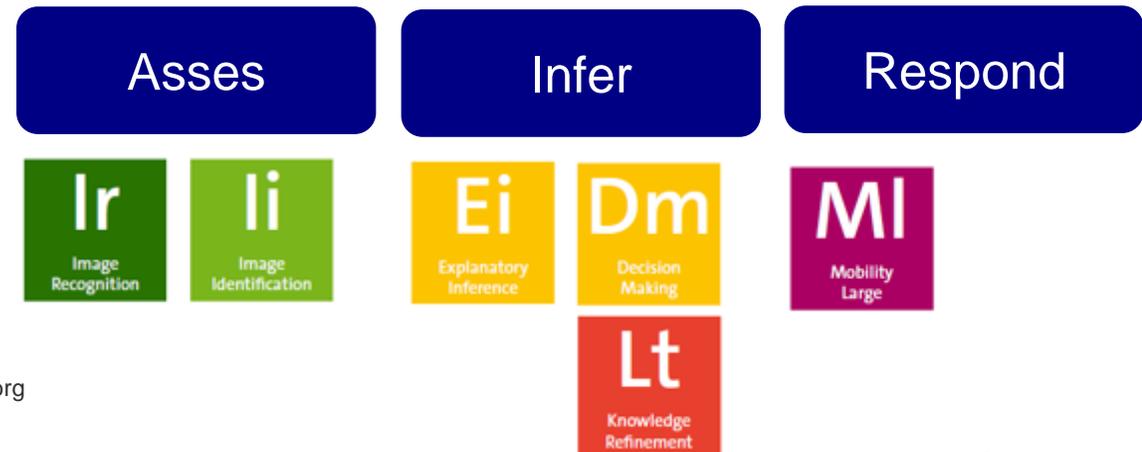
Anwendungsfälle

Autonomes Fahren



Bild 2. Titelbild des VDI-Statusreports „Automatisiertes Fahren“ (Quelle metamorworks/shutterstock.com)

- Assistenzsysteme sind bereits heute in Serienfahrzeugen verfügbar (z. B. Einparkassistent, Spurhaltesystem, Effizienzassistent, Stauassistent)
- Fahrzeugumfeld automatisch erfassen – zentraler Bestandteil ist die **Bild- und Situationserkennung**
- Funktionale Sicherheit (Safety) und Security (IT-Sicherheit) sind Zukunftsthemen



Quellen: Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz www.bitkom.org
Künstliche Intelligenz VDI-Statusreport Oktober 2018

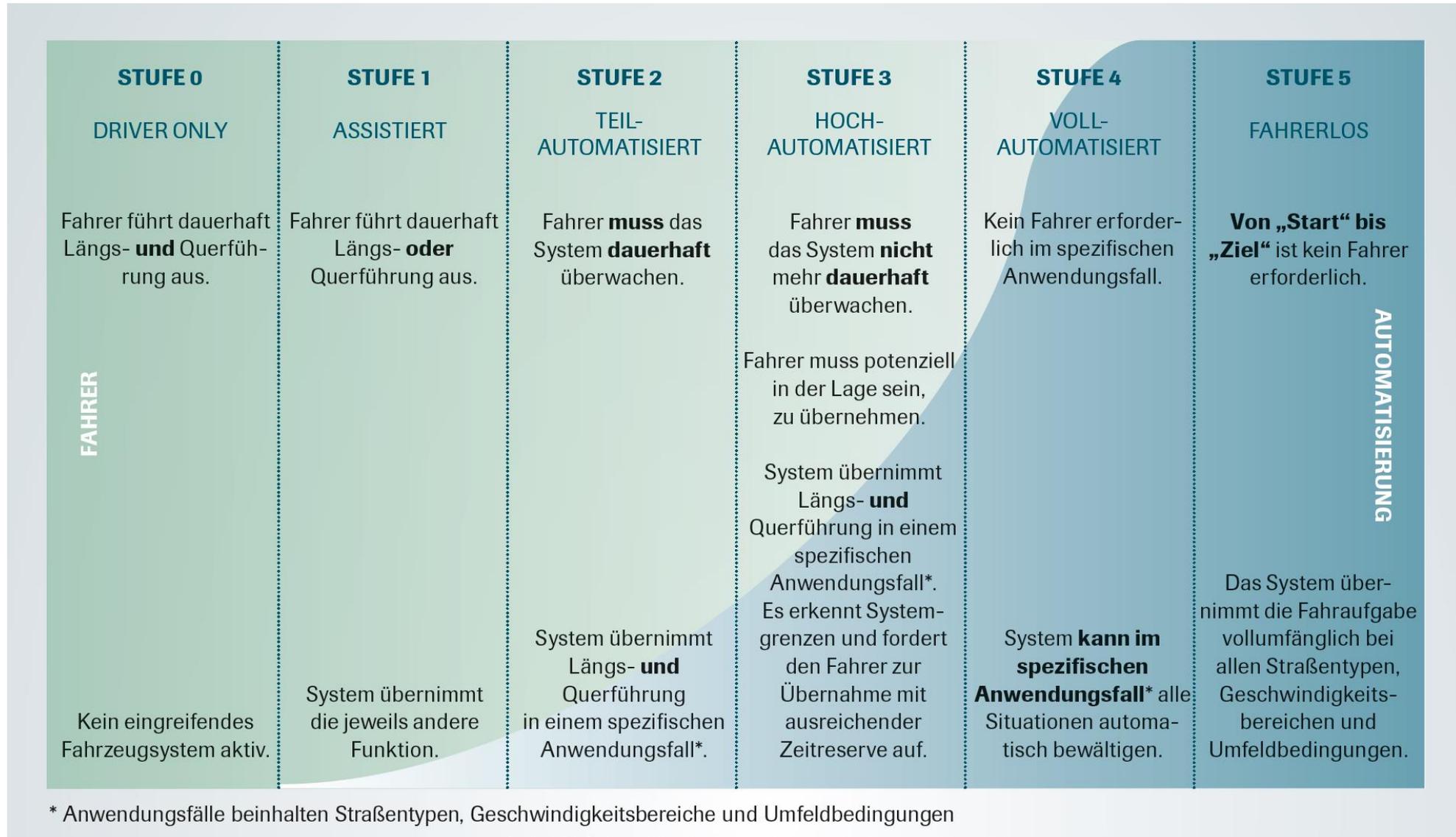
Image Recognition (Mercedes)



Nvidia Drive PX 2

ANGESEHEN

Automotive: Weg zum „autonomen Fahren“



Quelle: VDA-Stufenmodell zu den Automatisierungsgraden des automatisierten Fahrens

Medizinische Diagnostik

Anwendungsfälle

Medizinische Diagnostik



Quelle: https://medizin-und-technik.industrie.de/wp-content/uploads/KI/KI_Fotolia_177090077_metamorworks_5683FBA1-6F8C-4CAC-829C-D41F5AB1C9C8.jpg

- Unterstützung in der Diagnose
- Schwere Krankheiten wesentlich früher erkennen und eine Vielzahl von Menschen besser therapieren
- Forscher haben gezeigt dass mit KI-Methoden Tumore zuverlässig aufgespürt werden können
- Senkung von Kosten im Gesundheitswesen in Europa Schätzungen zufolge in den nächsten zehn Jahren bis zu 200 Mrd. €

Asses

Infer

Respond

li

Image
Identification

Sy

Synthetic
Reasoning

Ei

Explanatory
Inference

Ms

Mobility
Small

Quellen: Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz www.bitkom.org
Künstliche Intelligenz VDI-Statusreport Oktober 2018

Roboter Mensch Interaktion bei Operationen Firma Intuitive - Mobility Small



Service-Robotik u. kollaborative Robotik

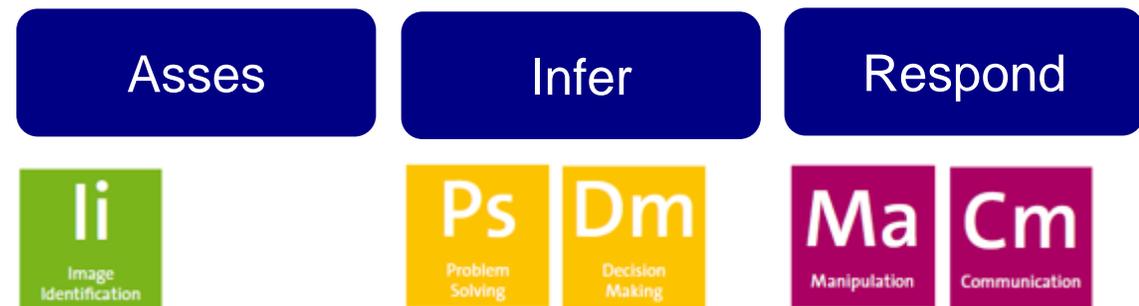
Anwendungsfälle

Service-Robotik und kollaborative Robotik



Bild 3. Justin ist Prototyp für einen zweihändigen humanoiden Roboter mit 51 Freiheitsgraden. Zudem versteht er natürliche Sprache. (Quelle: Thomas Ernsting)

- Roboter bilden menschliches Verhalten ab und verfügen bereits über die Fähigkeit komplexe Probleme zu lösen
- Dazu wird Bild- und Situationserkennung, Sprachverarbeitung und intelligente Sensorik und Aktorik eingesetzt
- Entscheidungen werden eigenständig getroffen und auf verschiedenen Wegen kommuniziert bzw. in Handlungen umgesetzt



Quellen: Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz www.bitkom.org
Künstliche Intelligenz VDI-Statusreport Oktober 2018

Dog-like robot from Boston Dynamics can open doors Video - Problem Solving



The
Guardian

Prädiktive Instandhaltung in der Produktion

Anwendungsfälle

Prädiktive Instandhaltung in der Produktion



Bild 4. Künstliche Intelligenz bei der prädiktiven Instandhaltung in der Automobilproduktion kann Effizienzgewinne bringen. (Quelle: Thomas Ernsting)

- Prädiktive Instandhaltung heißt vorbeugende Maßnahmen einleiten, bevor eine Maschine ungeplant ausfällt
- Künstliche Intelligenz lässt sich sehr gut einsetzen, um in der industriellen Produktion Abweichungen vom Normalbetrieb zu erkennen
- Muster in Betriebsdaten erkennen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Ausfall vorhersagen

Asses

Infer

Respond

Ai

Audio
Identification

Pi

Predictive
Inference

Lt

Knowledge
Refinement

Cn

Control

Quellen: Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz www.bitkom.org
Künstliche Intelligenz VDI-Statusreport Oktober 2018

Arbeitswelt, Gesellschaft und Ethik

WIRTSCHAFT AUTOMATISIERUNG

Diese Jobs sind besonders von Robotern bedroht

Veröffentlicht am 16.02.2018 | Lesezeit: 5 Minuten

Von **Daniel Eckert**
Finanzredakteur



Roboter Emma sorgt in einer Kieler Demenz-Wohngruppe für Unterhaltung
Quelle: picture alliance / Carsten Rehde

Jeder vierte Beschäftigte in Deutschland muss damit rechnen, dass seine Tätigkeit durch künstliche Intelligenz ersetzt wird. Eine Jobgruppe ist dafür besonders anfällig. Ihnen bleibt nur eine Hoffnung.

Seit Alexa, Siri und andere digitale Assistenten Deutschlands Wohn- und Schlafzimmer erobern, schwant vielen, welche enormen Fortschritte die künstliche Intelligenz (KI) macht. Doch die computergesteuerten Helferlein mit

Anzeige Werbung ausblenden

ENDLICH ERÖFFNET
Staatsoper Unter den Linden Berlin

ft Meinung Panorama Sport München Bayern Kultur Gesellschaft Wissen Digit

üddeutsche Zeitung Landkreis München > Liste der bedrohten Berufe - Der Roboter als Konkurrent

11. November 2016, 18:57 Uhr Liste der bedrohten Berufe

Der Roboter als Konkurrent



Dem Roboter Erica (links) hat der japanische Forscher Hiroshi Ishiguro eine Stimmerkennungstechnik eingebaut. (Foto: Lars Nicolaysen/dpa)

Pfleger, Lagerarbeiter, Fahrer Verkäufer und Hilfskräfte werde durch Maschinen ersetzt: Der "Job-Futuroomat" zeigt, welche B gefährdet sind.

WiWo > Erfolg > Beruf > Diese Jobs werden in Zukunft von Maschinen übernommen

VOM AUSSTERBEN BEDROHT

Diese Berufe wird es in 20 Jahren nicht mehr geben

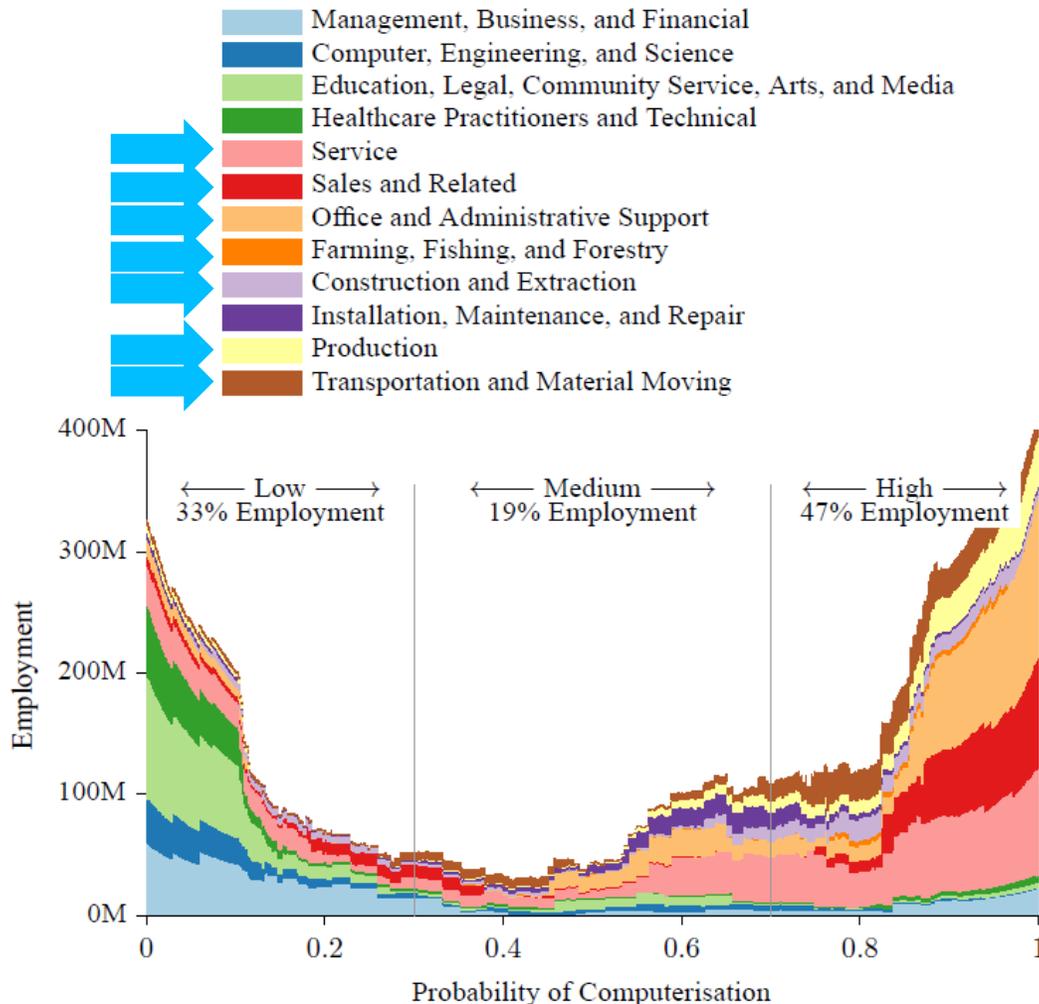
02. Juni 2015

Schiedsrichter, Packarbeiter oder Finanzanalysten: Nicht nur in diesen Berufen übernehmen Computerprogramme oder Roboter immer mehr Aufgaben. Diese zehn Berufe sind in den nächsten 20 Jahren am meisten gefährdet.



Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt

Kompetenzen, die in den nächsten Jahrzehnten automatisiert werden könnten

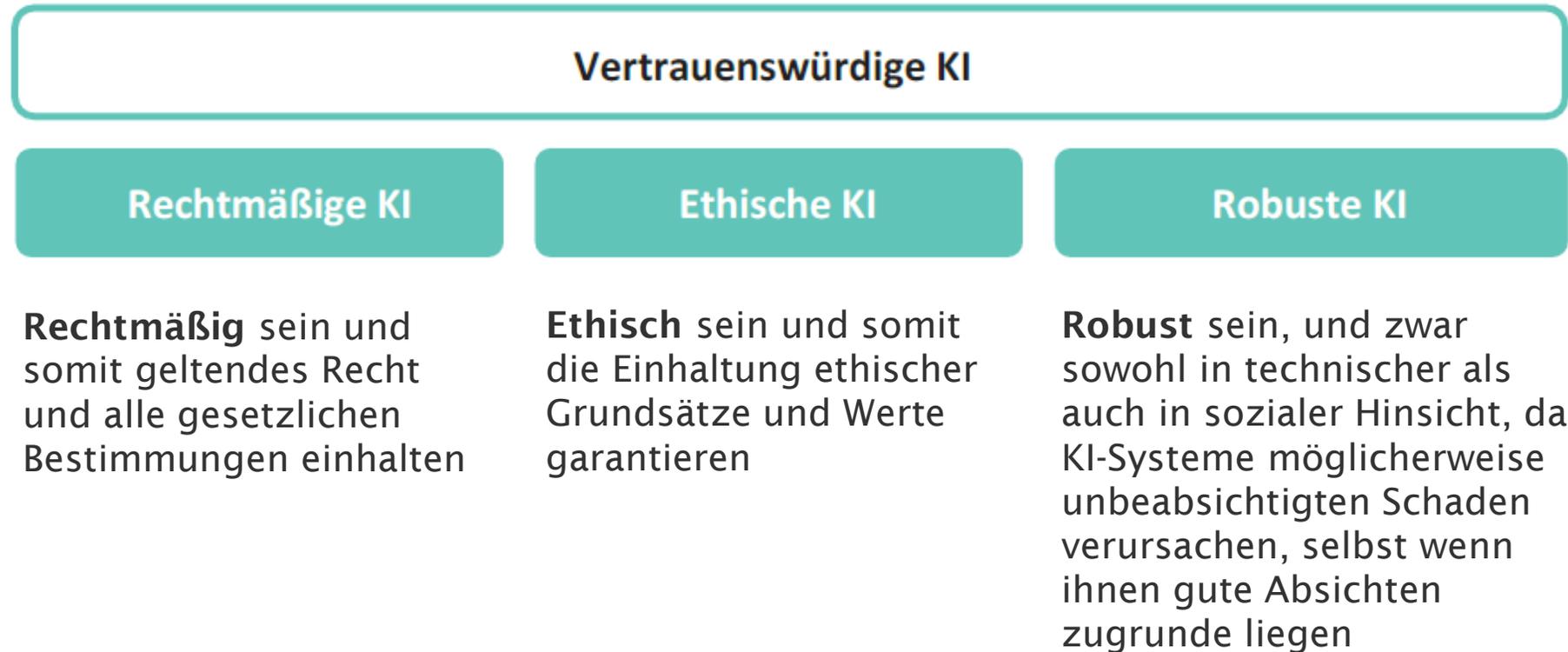


- Studie der **Universität Oxford** zu Auswirkungen autonomer Systeme auf den Arbeitsmarkt
- Bereits in 2013 wurde prognostiziert, dass in den **nächsten 25 Jahren rund 47 Prozent der heutigen Arbeitsprofile** verschwinden oder stark verändert werden
- Die drei dargestellten Kategorien geben an, wie gefährdet die Berufsgruppen sind
- Die gesamte Fläche unter allen Kurven entspricht der Gesamtbeschäftigtenzahl in den Vereinigten Staaten

Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI

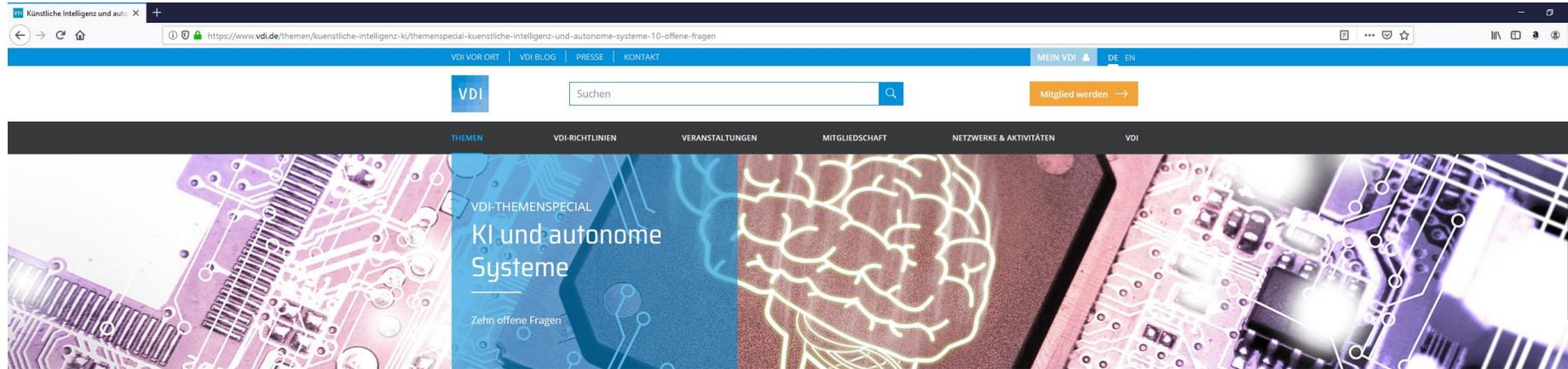
Fundamente, Anforderungen und Bewertungen einer vertrauenswürdigen KI

Übersicht



Quelle: Ethik-Leitlinien für eine Vertrauenswürdige KI, HEG-KI Europäische Kommission

https://www.vdi.de/themen/kuenstliche-intelligenz-ki/themenspecial-kuenstliche-intelligenz-und-autonome-systeme-10-offene-fragen



Themenspecial KI und autonome Systeme: 10 offene Fragen

Künstliche Intelligenz (KI) und autonome Systeme sind in vielen Bereichen der Industrie, der Logistik und des Verkehrs untrennbar miteinander verknüpft. Allein und in Kombination bergen sie große wirtschaftliche Potenziale, bringen aber auch Risiken mit sich. Die Arbeitsgruppe „Autonome Systeme“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (VDI/VDE-GMA) hat 10 Fragen zusammengetragen, die es zu beantworten gilt, um KI wirtschaftlich erfolgreich zu machen.

„Autonome Systeme können, richtig eingesetzt, schwierige Aufgaben übernehmen und Nutzen bringen. Aber der Einsatz autonomer Systeme wirft auch Fragen auf“, sagt Prof. Alexander Fay, Mitglied im Vorstand der VDI/VDE-GMA. „Diese Fragen sollten geklärt werden, bevor ein autonomes System gestartet wird“, ergänzt Prof. Birgit Vogel-Heuser, die gemeinsam mit Prof. Fay die Arbeitsgruppe „Autonome Systeme“ der VDI/VDE-GMA leitet.

Die folgenden 10 Fragen bündeln essenzielle Herausforderungen, die es bei autonomen Systemen zu bewältigen gilt:

- Frage 1: Wie können wir das autonome System beherrschen?
- Frage 2: Wie autonom soll das autonome System für uns sein?
- Frage 3: Wie machen wir das autonome System autonom?
- Frage 4: Wie nachvollziehbar muss das Verhalten eines autonomen Systems sein?
- Frage 5: Wie kann man autonome Systeme vergleichen?
- Frage 6: Wie zuverlässig ist das lernende autonome System?
- Frage 7: Wie effizient ist das autonome System?
- Frage 8: Wie sicher ist das autonome System?
- Frage 9: Wo sind die Grenzen des autonomen Systems?
- Frage 10: Welchen Werten folgt das autonome System?

[Alle Interviews](#)

In eigener Sache ...

Problemfeld: OEM kündigen Konzepte für das autonome Fahren an. Doch es besteht eine Lücke an Tools zur Absicherung.

Hochfliegende Pläne...

Elon Musk im Mai 2019: „Ende 2020 wird Tesla einen Robotaxi-Service mit Tausenden von Autos einführen.“

Mercedes-Benz / Bosch im Jan. 2019: „Wir bereiten uns darauf vor, ab 2021 eine große Zahl an Robotaxis bereitzustellen.“

„**Daimler und BMW** haben ihre Zusammenarbeit beim automatisierten Fahren besiegelt.“, Juli 2019



...trotz einkehrendem Realismus

Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens

STUFE 0	STUFE 1	STUFE 2	STUFE 3	STUFE 4	STUFE 5
DRIVER ONLY	ASSISTIERT	TEIL-AUTOMATISIERT	HOCH-AUTOMATISIERT	VOLL-AUTOMATISIERT	FAHRERLOS
Fahrer führt dauerhaft Längs- und Querverführung aus.	Fahrer führt dauerhaft Längs- oder Querverführung aus.	Fahrer muss das System dauerhaft überwachen.	Fahrer muss das System nicht mehr dauerhaft überwachen. Fahrer muss potenziell in der Lage sein, zu übernehmen. System übernimmt Längs- und Querverführung in einem spezifischen „Anwendungsfall“. Es erkennt Systemgrenzen und fordert den Fahrer zur Übernahme mit ausreichender Zeitreserve auf.	Kein Fahrer erforderlich im spezifischen Anwendungsfall.	Von „Start“ bis „Ziel“ ist kein Fahrer erforderlich.
Kein eingreifendes Fahrerassistenzsystem aktiv.	System übernimmt die jeweils andere Funktion.	System übernimmt Längs- und Querverführung in einem spezifischen Anwendungsfall*.	System übernimmt Längs- und Querverführung in einem spezifischen Anwendungsfall*.	System kann im spezifischen Anwendungsfall* alle Situationen automatisch bewältigen.	Das System übernimmt die Fahraufgabe vollumfänglich bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umfeldbedingungen.
FAHRER			FAHRERLOS		
Fahrer			Automatisierungsgrad der Funktion		

* Anwendungsfälle beinhalten Straßentypen, Geschwindigkeitsbereiche und Umfeldbedingungen

Grafik: VDA



**Rechtlich
ausgebremst
Hochautomatisiertes
Fahren auf Stand-by**

Robo-Test AI für Intelligentes Testen Autonomer Systeme

AI basierte Testverfahren mit Datenbanken und Testfällen sowie IT-Prozessanbindung.

- Testfälle werden mit AI gruppiert
- Deep Rule Learning für transparente Regeln
- Priorisierung der Testfälle

