

phwt
Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik

Von der visuellen Inspektion zur KI-
gestützten Dokumentation

Impulsvortrag im Rahmen der AG Qualitätsmanagement-
Beauftragte des Forschungsverbunds ZWT e.V.

Prof. Dr.-Ing. Alexander Karl

Diepholz, 11.12.2025

Gruppenfoto der Arbeitskreissitzung



Foto ZWT-Stand



Foto ZWT-Stand



Foto ZWT-Stand



Agenda und Ziel

- 1 Vorstellung Prof. Karl / Thematische Einordnung
- 2 Von der KI-Steinzeit in die GenKI-Gegenwart
- 3 Interaktiv: Einsatz GenKI im Qualitätsmanagement
- 4 Ausblick: Aktuelle Grenzen und Forschungsaktivitäten



Ziel: ***Neue Impulse*** für (bzw. gegen) den Einsatz von KI

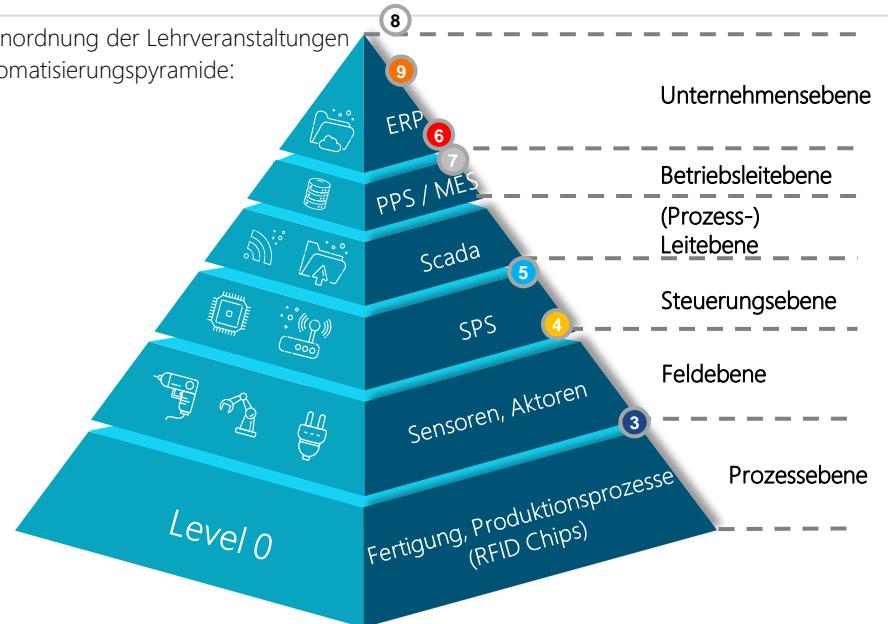
→ Quantitative Erfolgsmessung am Ende des Vortrags als Blitzlicht: Nehmen Sie einen neuen Impuls mit in Ihr Unternehmen?

Bachelorvorlesungen mit Fokus auf produzierende Industrieunternehmen



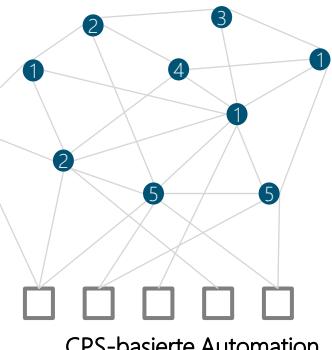
Exemplarische Einordnung der Lehrveranstaltungen
Anhand der Automatisierungspyramide:

1 2



Hinweis: Ab sofort neue Wahlmöglichkeiten für Studierende des Maschinenbaus und Wirtschaftsingenieurwesens:

- Produktionsautomatisierung
- Produktionsmanagement



ERP = Enterprise Resource Planning
MES = Manufacturing Execution System
SCADA = Supervisory Control and Data Acquisition
SPS = Speicherprogrammierbare Steuerung

Pflichtfach
Wahlpflichtfächer

Themenportfolio der Professur (Auszug)



Produktionsmanagement und Automation

- Entwicklung und Einführung moderner Produktionssysteme für kontinuierliche Verbesserungen.
- Kombination von Ganzheitlichen Produktionssystemen mit Automatisierungstechnologien zur Steigerung von Effizienz und Flexibilität.
- Kosten-Nutzen-Analyse: Wirtschaftliche Bewertung von Automatisierungsprojekten.



Intralogistikkonzepte

- Materialflussoptimierung: Entwicklung von Low-Cost-Automation-Lösungen und automatisierten Transportsystemen.
- FTS (Fahrerlose Transportsysteme): Beratung zur Auswahl, Einführung und Optimierung von FTS-Lösungen.
- Lagerautomatisierung: Konzeption und Implementierung automatisierter Lager- und Kommissioniersysteme.



Ergonomie und Zeitstudien

- Arbeitsplatzgestaltung: Beratung zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen, mit Fokus auf Mensch-Maschine-Interaktion.
- Zeitstudien: Durchführung und Schulung in MTM- und REFA-Methoden zur Prozessoptimierung und Effizienzsteigerung.
- MRK-Lösungen: Integration kollaborativer Roboter (Cobots) zur Unterstützung ergonomischer Prozesse.



Zertifizierung



Digitalisierung und Maschinelles Lernen

- Datenintegration: Beratung bei der Einführung digitaler Systeme zur Produktionsdatenerfassung und -analyse.
- Maschinelles Lernen: Entwicklung datenbasierter Modelle zur Optimierung von Prozessen wie Predictive Maintenance, Qualitätssicherung und Kapazitätsplanung.
- Digitalisierung der Produktion: Implementierung von IoT-Technologien, KI-Systemen und digitalen Zwillingen.



Supply Chain Automation

- Automatisierte Wertschöpfungsketten: Entwicklung vernetzter und digitalisierter Lieferkettenlösungen.
- Risikomanagement: Identifikation und Management von Risiken in automatisierten Produktionsprozessen.
- Supply-Chain-Automatisierung: Implementierung von Technologien für eine effiziente Steuerung der Lieferkette.



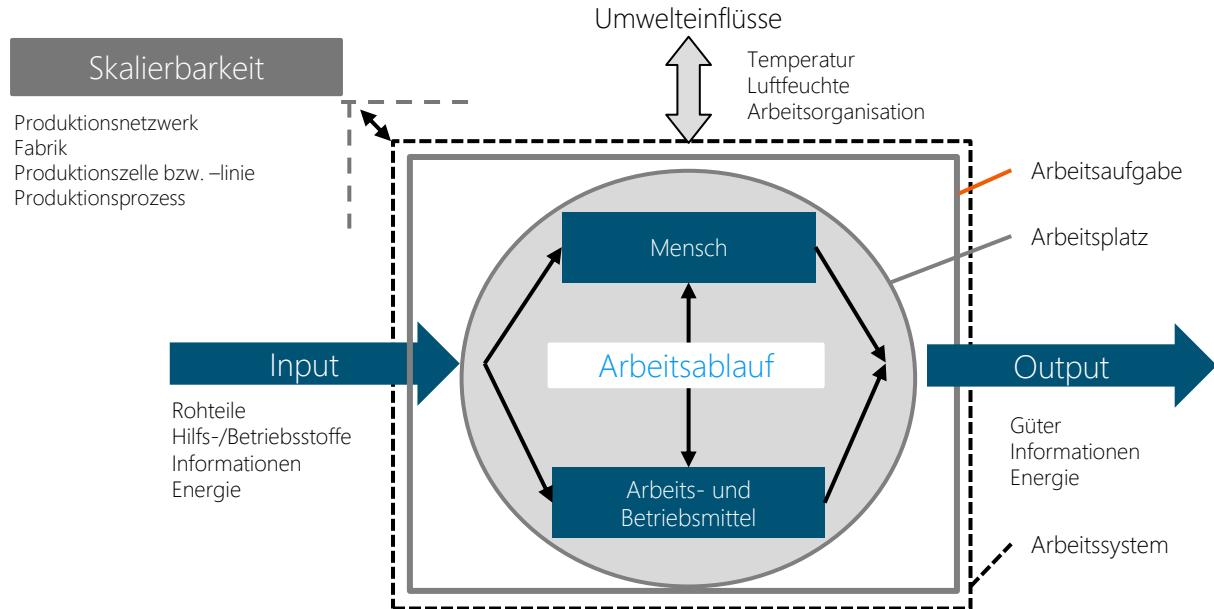
Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz

- Nachhaltige Produktion: Optimierung von Energie- und Materialverbrauch in Produktionsprozessen.
- Automatisierung im Recycling: Beratung zur Automatisierung von Recycling- und Wiederverwertungsprozessen.
- Strategische Nachhaltigkeit: Integration ökologischer und sozialer Zielsetzungen in Produktionsstrategien.

Modell des Arbeitssystems

Arbeitssystem

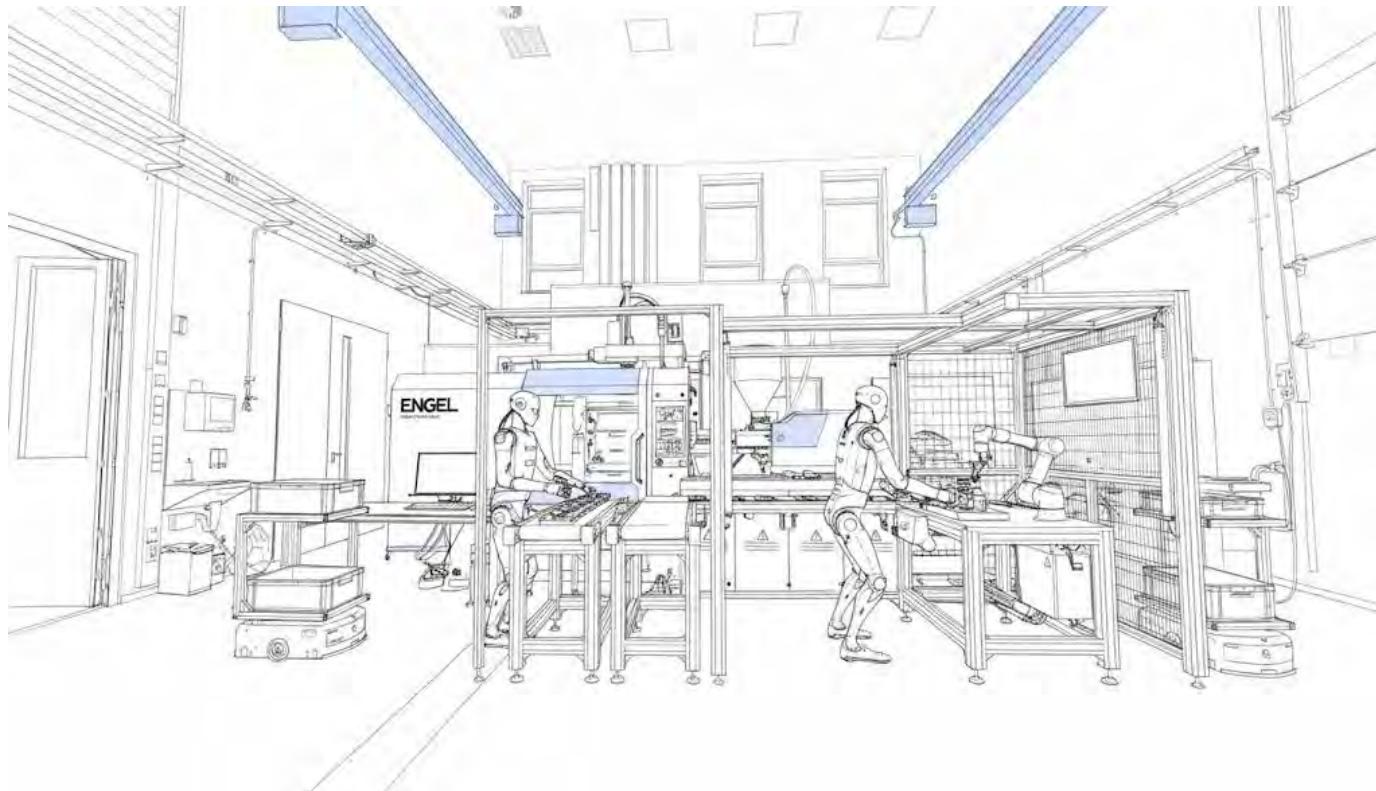
„System, welches das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer **Arbeitender** mit den **Arbeitsmitteln** umfasst, um die **Funktion des Systems**, innerhalb des **Arbeitsraumes** und der **Arbeitsumgebung** unter den durch die **Arbeitsaufgaben** vorgegebenen Bedingungen, zu erfüllen.“ (DIN EN ISO 8385)



Themenportfolio (Bildhafte Darstellung)











Cyber-physische Systeme (CPS)

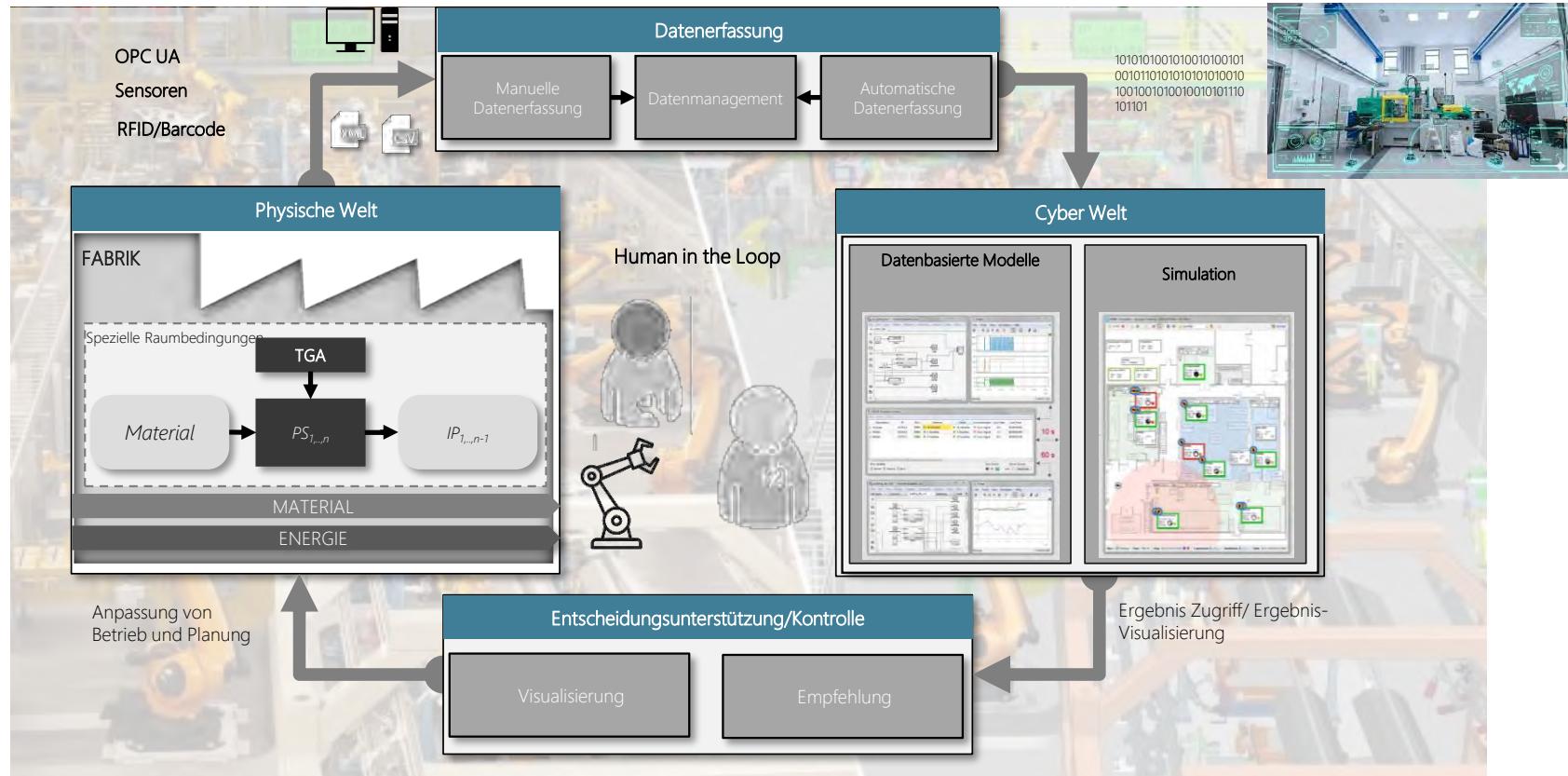
Ein CPS ist ein System, das reale (physische) Objekte und Prozesse verknüpft mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze. Optional nutzt ein CPS lokal oder entfernt verfügbare Dienste, verfügt über Mensch-Maschine-Schnittstellen und bietet die Möglichkeit zur dynamischen Anpassung des Systems zur Laufzeit



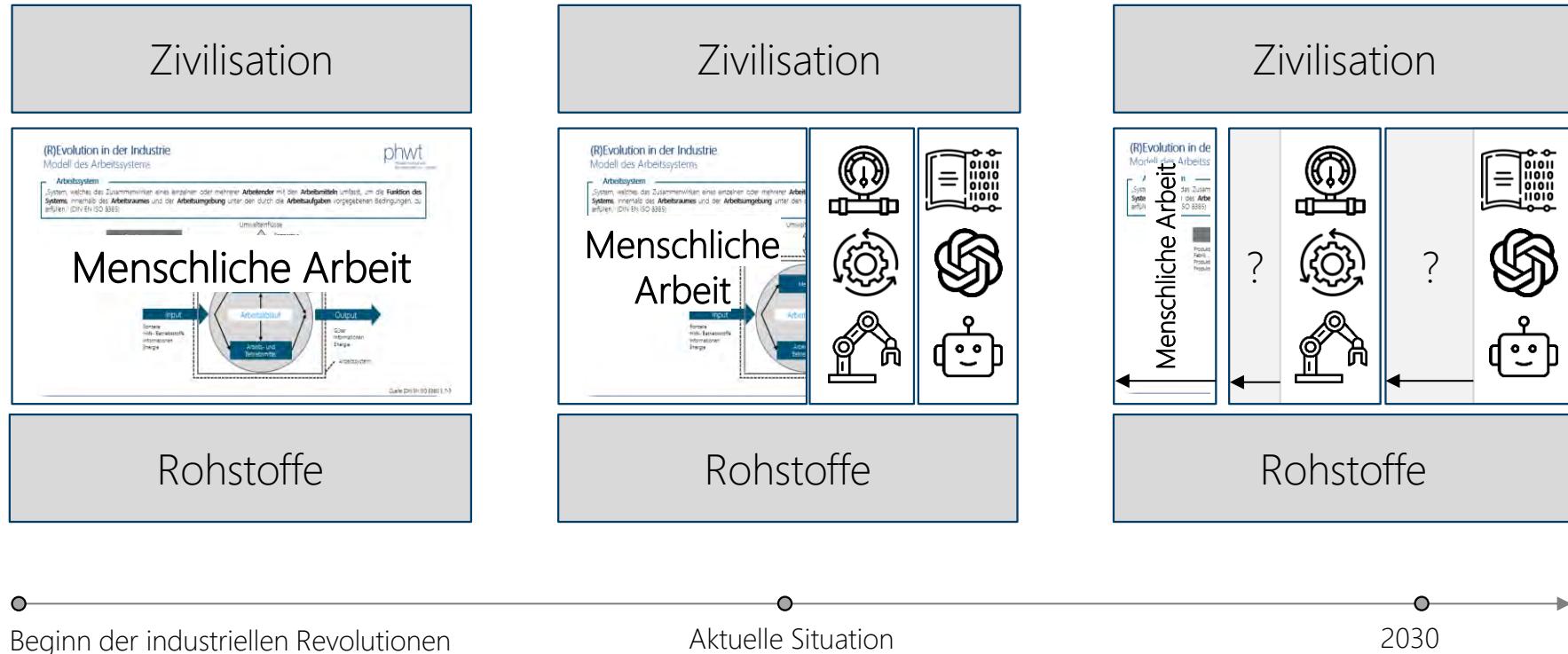


Cyber-physische Systeme

Eine Konkretisierung



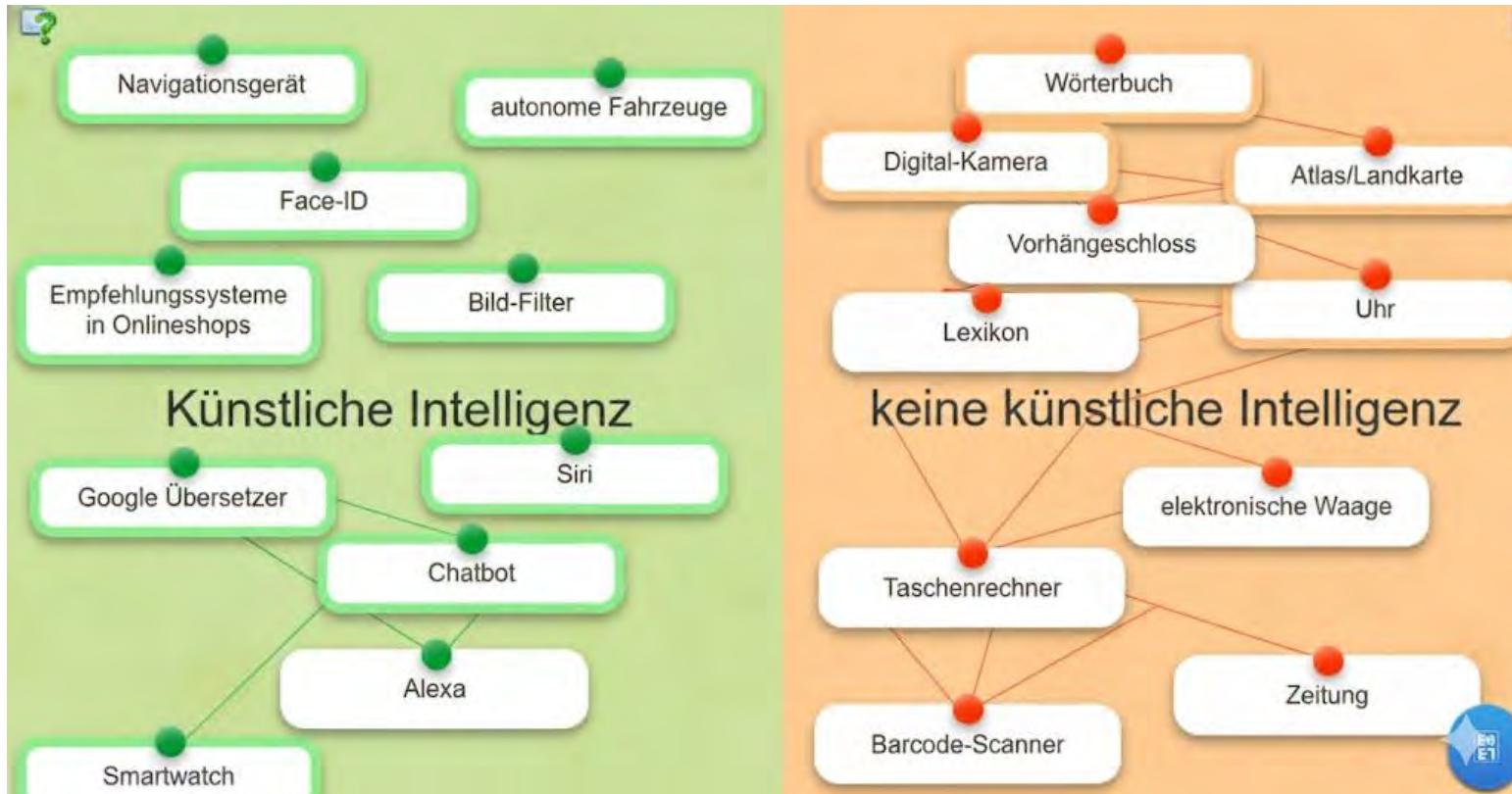
Menschliche Arbeit im Wandel



Agenda und Ziel

- 1 Vorstellung Prof. Karl / Thematische Einordnung
- 2 Von der KI-Steinzeit in die GenKI-Gegenwart
- 3 Interaktiv: Einsatz GenKI im Qualitätsmanagement
- 4 Ausblick: Aktuelle Grenzen und Forschungsaktivitäten







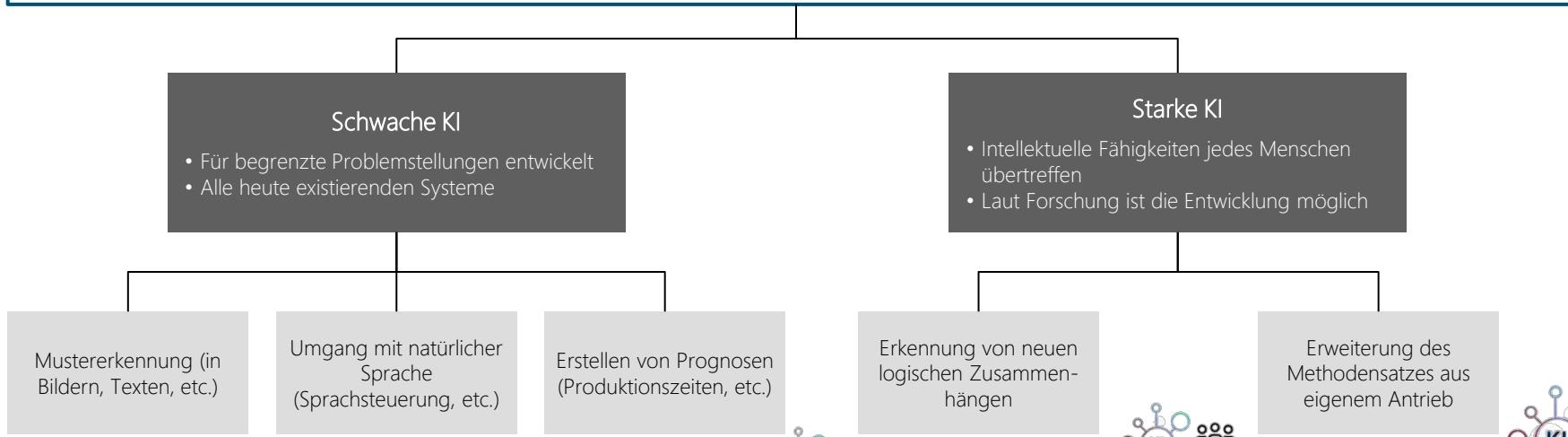
Definition der Intelligenz

Intelligenz ist die Fähigkeit eines Individuums, Informationen zu verarbeiten, Probleme zu erkennen und zu lösen, sich an neue Situationen anzupassen sowie aus Erfahrungen zu lernen. Sie umfasst das Verstehen komplexer Zusammenhänge, das Planen und das zielgerichtete Handeln in unterschiedlichen Kontexten.

Künstliche Intelligenz

Unter Künstlicher Intelligenz (KI) versteht man allgemein ein Teilgebiet der Informatik, das darauf abzielt, bestimmte intelligente Entscheidungsmuster des Menschen durch Algorithmen zu imitieren.

Quelle: [Nick 20] S. 8-9





1. Wahrnehmen

- ERP-Datenbanken
- Audio (Sprache)
- Video (Foto, Film)
- Log-Dateien
- Sensordaten
- ...

2. Verstehen

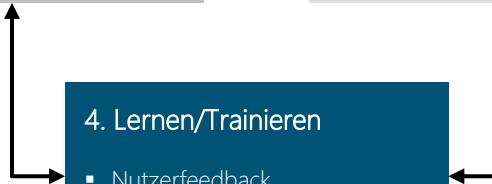
- Deep Learning
- Machine Learning
- Statistik/Analyse
- Regelsätze
- Entscheidungsbäume
- ...

3. Handeln

- Anwendung steuern
- Prozesse auslösen
- Information darstellen
- Sprache wiedergeben
- Grafiken zeichnen
- ...

4. Lernen/Trainieren

- Nutzerfeedback
- Überwachtes Lernen
- ...



Da jede Komponente sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann, ergibt sich ein breites Spektrum möglicher Anwendungsfälle. Das macht KI zum Allzweckwerkzeug.

Achtung: **Verwechslungsgefahr!**

Intelligenz



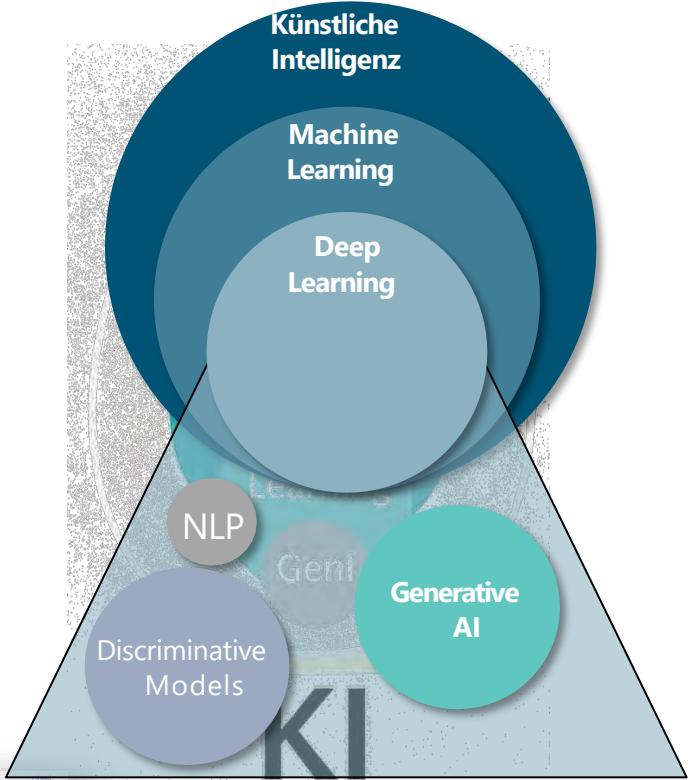
Intelligence

vs.



Einordnung der Künstlichen Intelligenz

Betrachtung als Überraschungsei



Künstliche Intelligenz

Das Forschungsgebiet befasst sich mit der Entwicklung intelligenter Maschinen, die wie Menschen agieren und reagieren können.

Machine Learning

Eine Teilmenge der KI, die sich auf die Entwicklung statistischer Techniken konzentriert, damit Computer aus Daten lernen und Vorhersagen oder Entscheidungen treffen können, ohne explizit programmiert zu sein.

Deep Learning

Eine Teilmenge des Machine Learning, die neuronale Netze mit drei oder mehr Schichten verwendet, um komplexe Muster in großen Datenmengen zu erkennen.

Generative KI

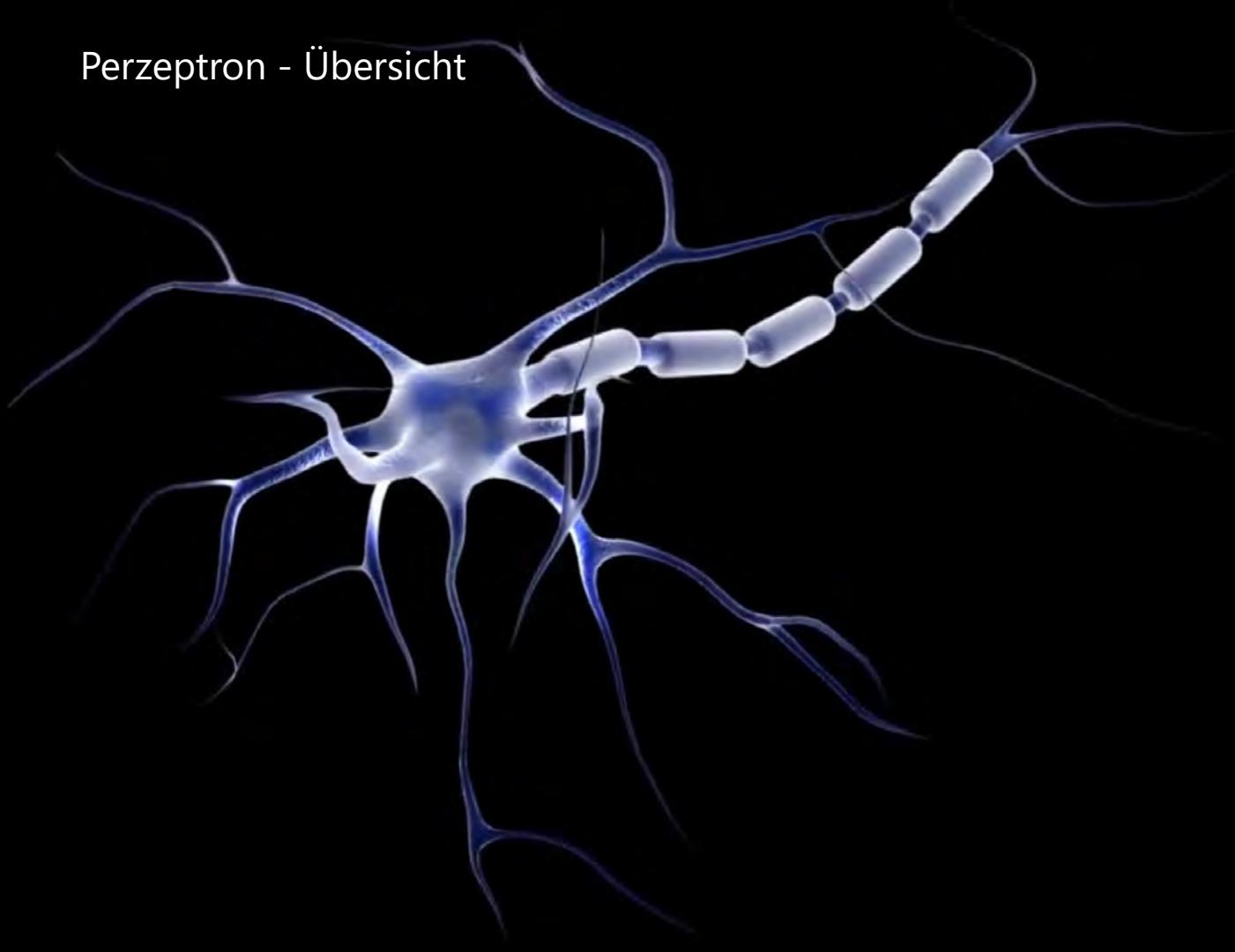
Eine Art von KI, die in der Lage ist, neue Inhalte wie Text, Bilder, Audio oder Musik, basierend auf den Mustern in den Trainingsdaten zu erstellen.

Large Language Models

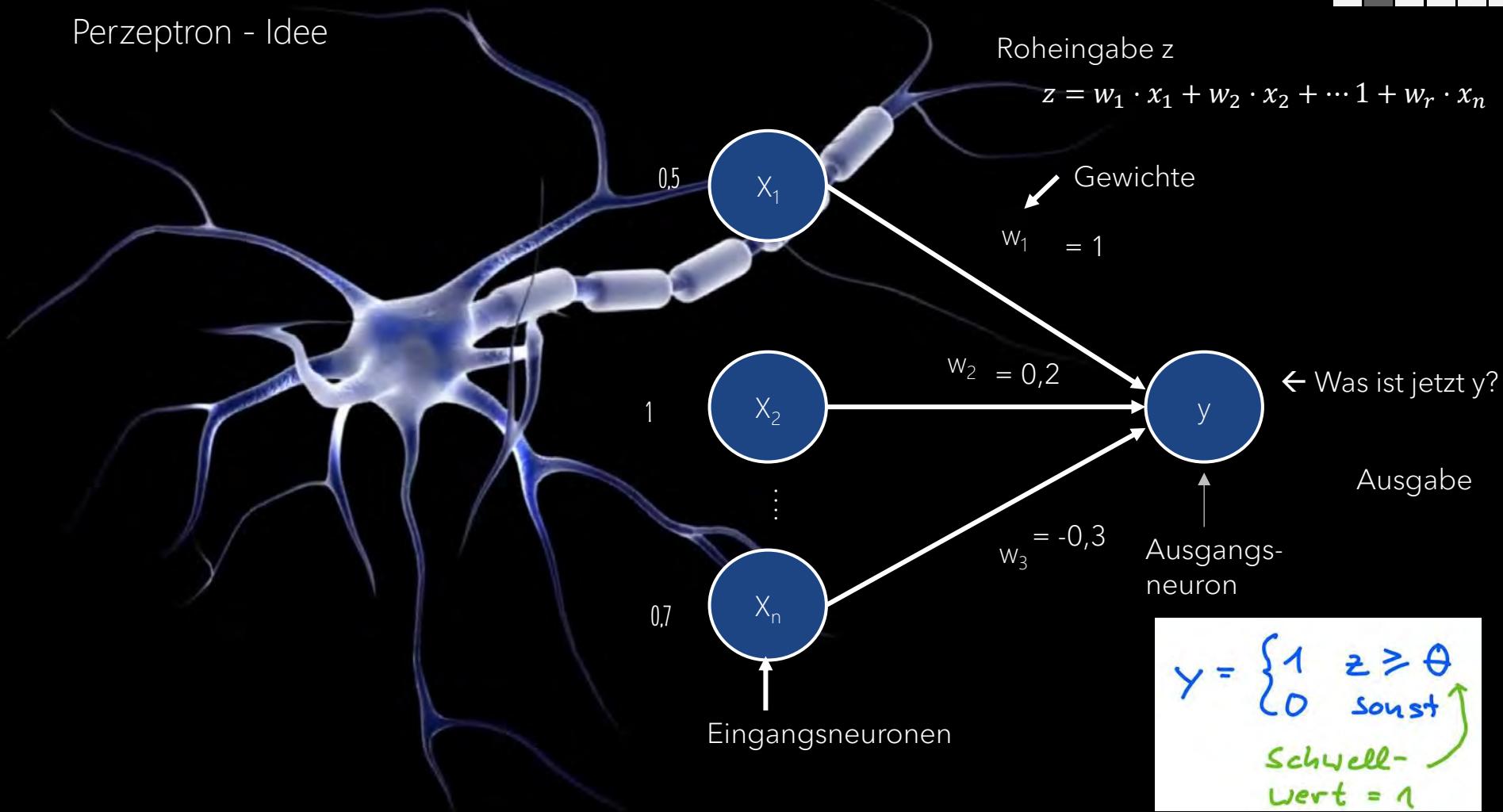
Große Sprachmodelle sind fortschrittliche KI-Modelle, die darauf trainiert sind, menschenähnlichen Text zu generieren oder zu verstehen.



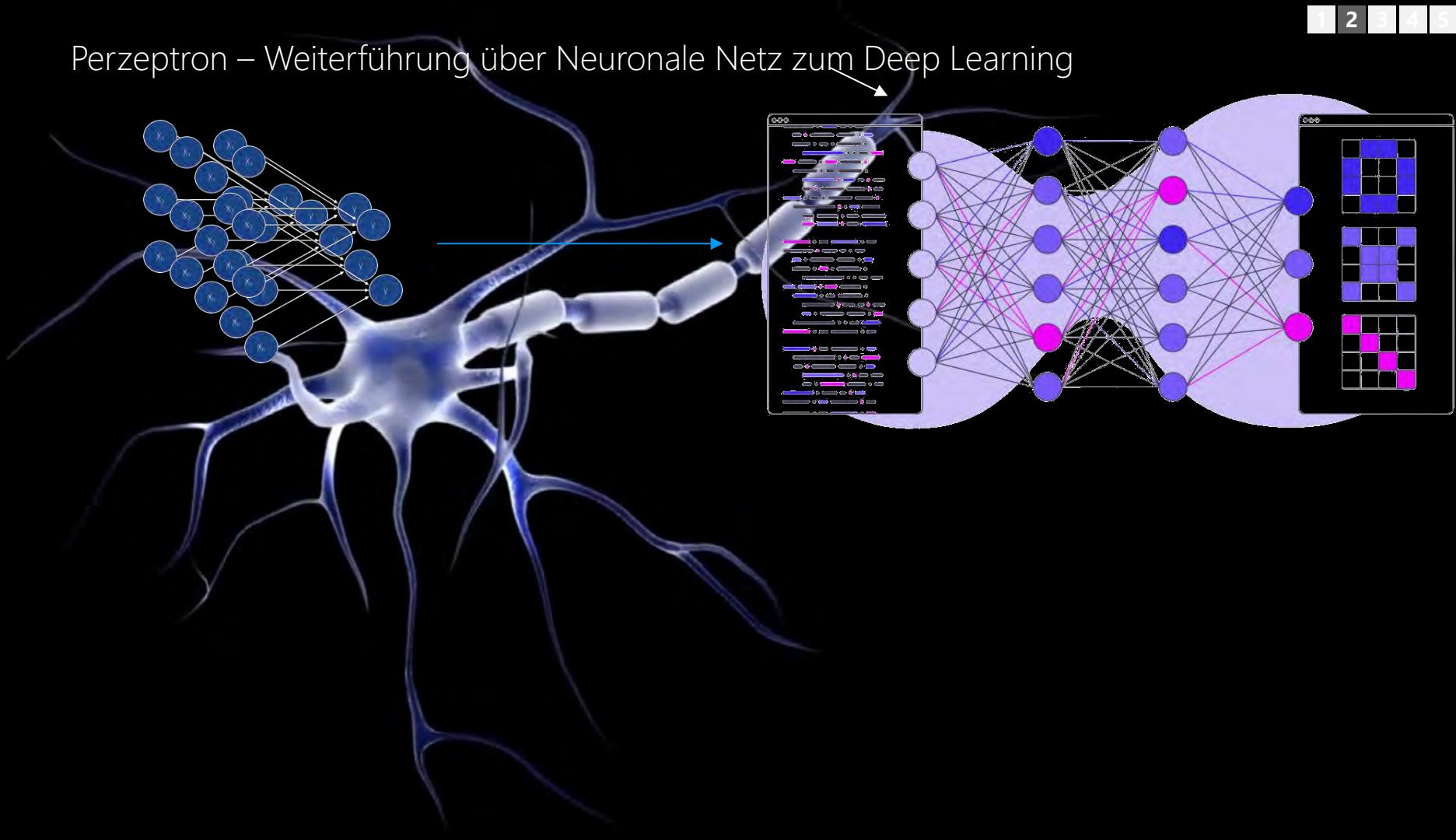
Perzeptron - Übersicht



Perzeptron - Idee



Perzepron – Weiterführung über Neuronale Netz zum Deep Learning



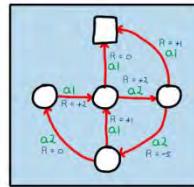
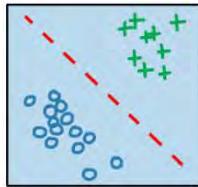
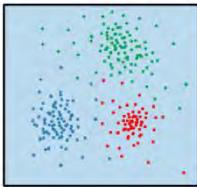
phwt
Hochschule für
Wirtschaft und Technik

AI WINTER



machine learning

unsupervised learning supervised learning reinforcement learning



Methoden des maschinellen Lernens



Supervised Learning

Der Roboter lernt aus Daten, die von Menschen klassifiziert wurden.



Unsupervised Learning

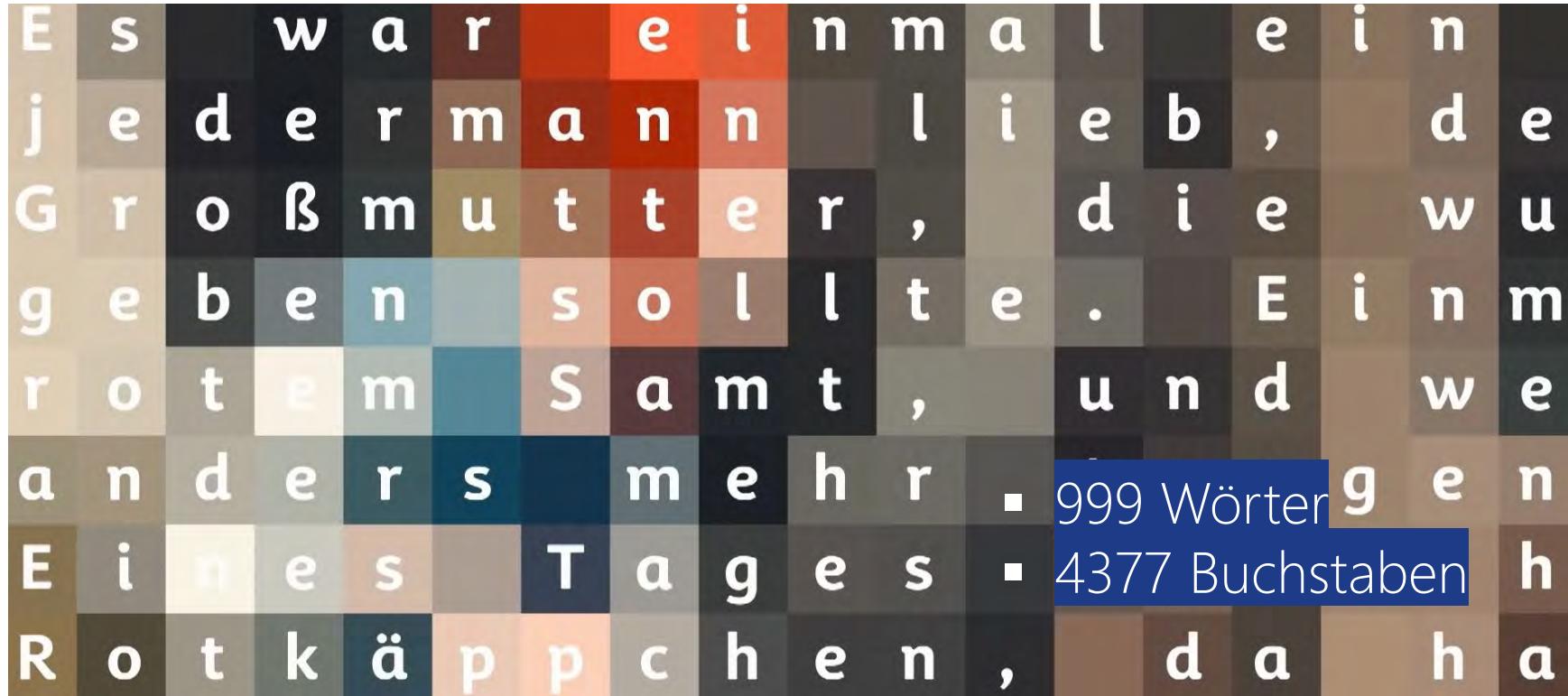
Der Roboter identifiziert Muster und Strukturen in Daten ohne menschliches Eingreifen.



Reinforcement Learning

Der Roboter lernt durch Versuch und Irrtum, indem er Belohnungen für korrektes Verhalten erhält.

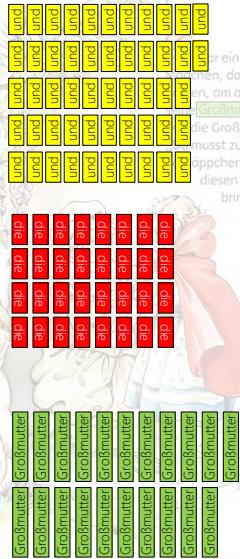




52

32

21



„...er einmal ein kleines
Kinder, das alle sehr lieb
hatten, um allermeisten aber
großmutter. Eines Tages
wurde die Großmutter krank.
„Du mußt zu ihr gehen“, sagte
die Großmutter. „Und ihr
diesen Korb mit Essen
bringen.“

631

401

301

Als machte sich Rotkäppchen
auf den Weg. In dem Korb
waren Kuchen und Wein für
die Großmutter.

„Ach, wie bin ich froh über
meinen roten Umhang mit der
roten Kappe“, dachte sie, als
sie auf dem Weg dahinsprang.
Sie hatte den Umhang mit der
roten Kappe von der Großmutter
bekommen.

Weil sie ihn immer trug, wurde
sie von den Leuten noch Rot-
käppchen genannt.

e

n

i

- 8 der Wolf
- 7 die Großmutter
- 6 dass ich
- 5 der Großmutter
- 5 Großmutter Was
- 4 hast du
- 4 ich dich
- 4 den Wald
- 4 dich besser
- 4 du für
- 4 in den
- 4 Kuchen und
- 4 Rotkäppchen aber
- 4 was hast
- 4 dem Wolf
- 4 die Alte
- 4 Ei Großmutter

3	für große	2	dem Haus
3	Großmutter und	2	Der Jäger
3	und wenn	2	der wird
3	und wie	2	die Klinke
3	vom Wege	2	die Stube
3	Wege ab	2	die Tür
3	wenn du	2	die Vorhänge
3	wie die	2	Du musst
3	wie er	2	ein paar
3	Wolf den	2	ein und
2	ab in	2	er ein
2	als es	2	fiel ihm
2	an dem	2	fing an
2	auf die	2	für ein
2	auf und	2	gar nicht
2	dass es	2	guten Morgen
2	Bett und		

52



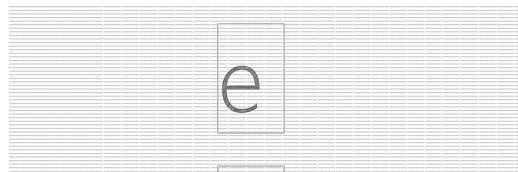
32



21



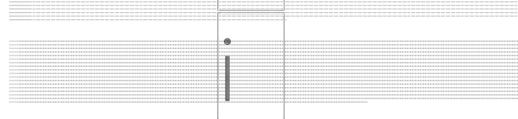
631



401



301



8 der Wolf
7 die Großmutter
6 dass ich
5 der Großmutter
5 Großmutter Was
4 hast du
4 ich dich
4 den Wald
4 dich besser
4 du für
4 in den
4 suchen und
4 Rötkäppchen aber
4 was habt
4 dem Wolf
4 die Alte
4 Ei Großmutter

3 ein groß
3 Großmutter was
3 und wenn
3 und wie
3 vom Wege
3 Wege ab
3 wenn du
3 wie die
3 wie er
3 Wolf den
2 ab in
2 als es
2 an dem
2 auf die
2 auf und
2 von
2 Bett und



2 dem Haus
2 Der Jäger
2 der wird
2 die Klinke
2 die Stube
2 die Tiere
2 die Vorhänge
2 Du musst
2 ein paar
2 ein und
2 er ein
2 fiel ihm
2 fing an
2 für ein
2 gar nicht
2 guten Morgen



Was liegt heute an?

+ Es war



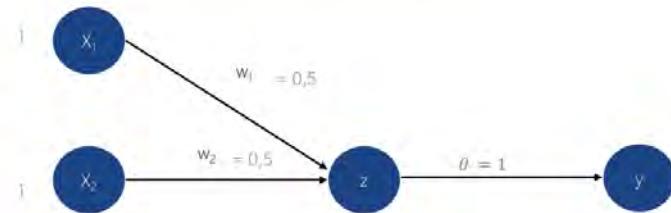
Es war einmal eine zeit voller abenteuer

Es war eine herausforderung, die ich mit freude angenommen habe

Es war eine zeit, in der die dinge anders waren

Tafelbild

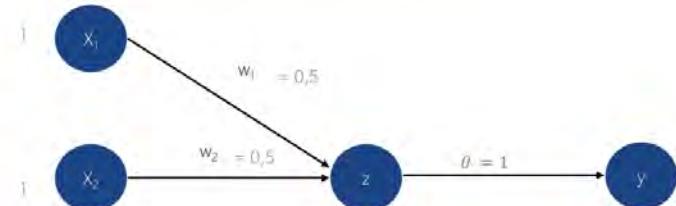
Perzeptron – Übung 1 – Einfaches Netz mit zwei Eingabeneuronen



$$z = 0,5 + 0,5 = 1$$

$$y = 1$$

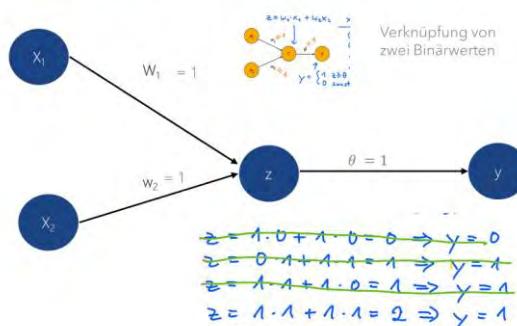
Perzeptron – Übung 1 – Einfaches Netz mit zwei Eingabeneuronen



$$z = 0,5 + 0,5 = 1$$

$$y = 1$$

Perzeptron – Übung 2 – Logisches ODER / logisches UND



		x_1 ODER x_2	x_1 UND x_2	y
x_1	x_2	Y	Y	Y
0	0	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	1	0	0
1	1	1	1	1

		ODER
x_1	x_2	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

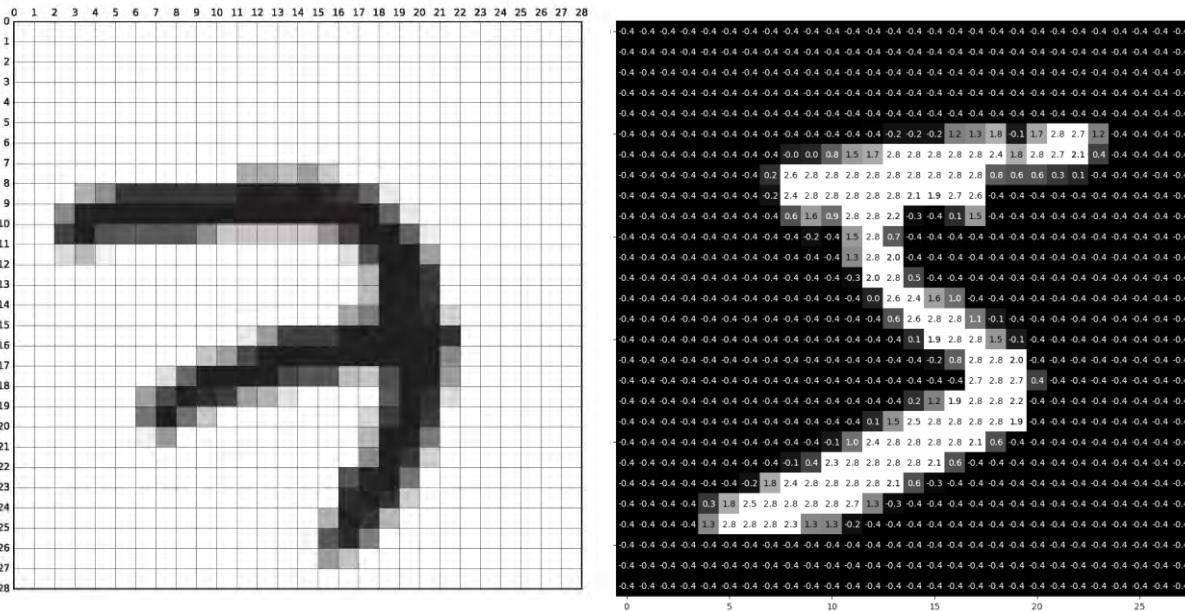
		UND
x_1	x_2	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Wie viele Knickarmroboter sehen Sie?



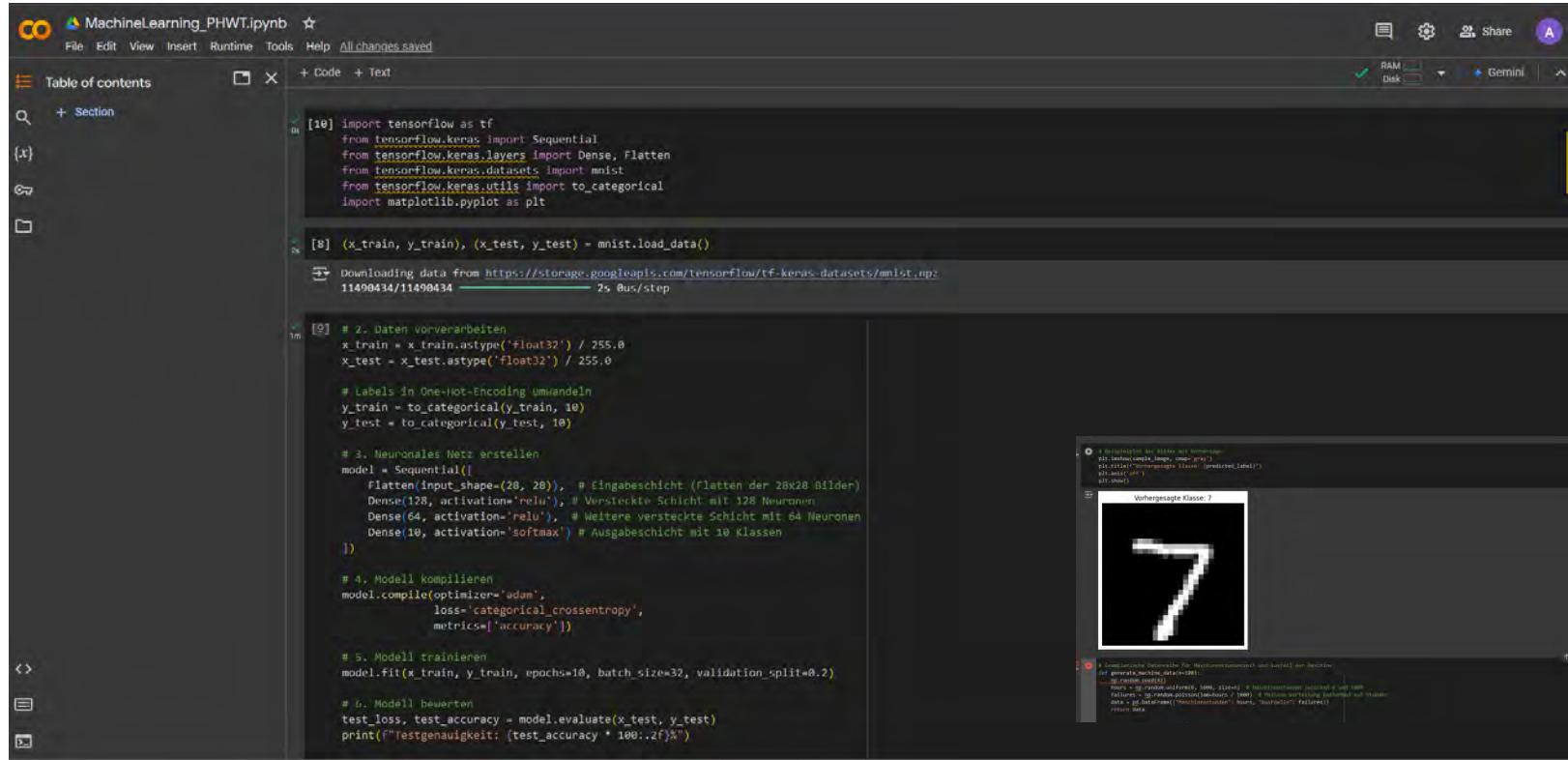
Beispiel: Handschrift

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
3 3 3 3 3 3 3 3 3 3
4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
6 6 6 6 6 6 6 6 6 6
7 7 7 7 7 7 7 7 7 7
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9



<https://www.kaggle.com/datasets/hojjatk/mnist-dataset>

Goolge Colab



The screenshot shows a Google Colab interface with a Jupyter notebook titled 'MachineLearning_PHWT.ipynb'. The code in the notebook is as follows:

```
[10]: import tensorflow as tf
        from tensorflow.keras import Sequential
        from tensorflow.keras.layers import Dense, Flatten
        from tensorflow.keras.datasets import mnist
        from tensorflow.keras.utils import to_categorical
        import matplotlib.pyplot as plt

[8]: (x_train, y_train), (x_test, y_test) = mnist.load_data()

Downloading data from https://storage.googleapis.com/tensorflow/tf-keras-datasets/mnist.npz
11490434/11490434 2s 8us/step

[9]: # 2. Daten vorverarbeiten
        x_train = x_train.astype('float32') / 255.0
        x_test = x_test.astype('float32') / 255.0

        # Labels in One-Hot-Encoding umwandeln
        y_train = to_categorical(y_train, 10)
        y_test = to_categorical(y_test, 10)

# 3. Neuronales Netz erstellen
model = Sequential([
    Flatten(input_shape=(28, 28)), # Eingabeschicht (flatten der 28x28 Bilder)
    Dense(128, activation='relu'), # Versteckte Schicht mit 128 Neuronen
    Dense(64, activation='relu'), # Weitere versteckte Schicht mit 64 Neuronen
    Dense(10, activation='softmax') # Ausgabeschicht mit 10 Klassen
])

# 4. Modell kompilieren
model.compile(optimizer='adam',
              loss='categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

# 5. Modell trainieren
model.fit(x_train, y_train, epochs=10, batch_size=32, validation_split=0.2)

# 6. Modell bewerten
test_loss, test_accuracy = model.evaluate(x_test, y_test)
print(f"Testgenauigkeit: {test_accuracy * 100:.2f}%")
```

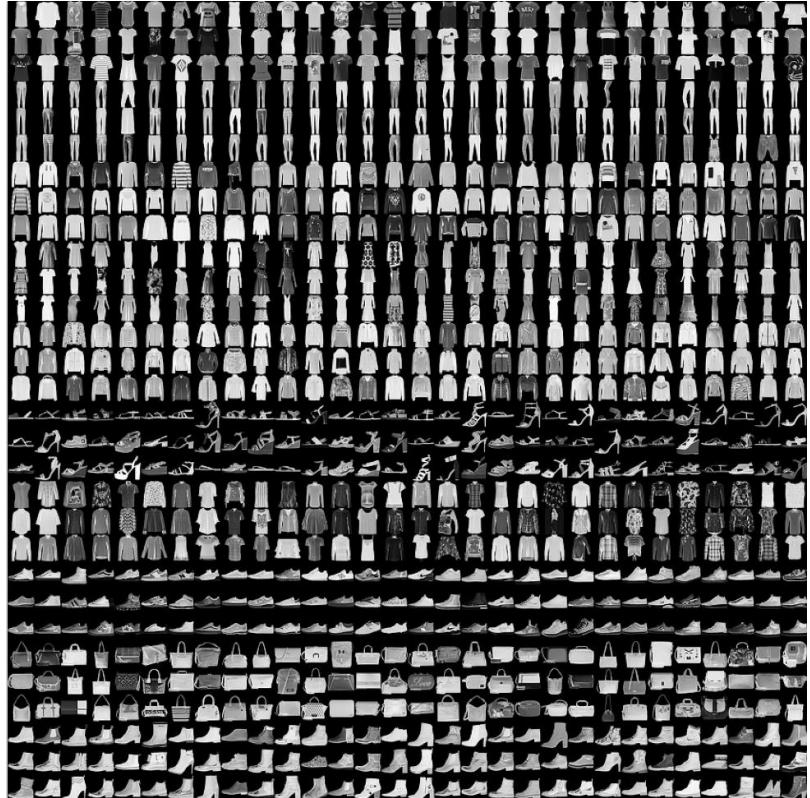
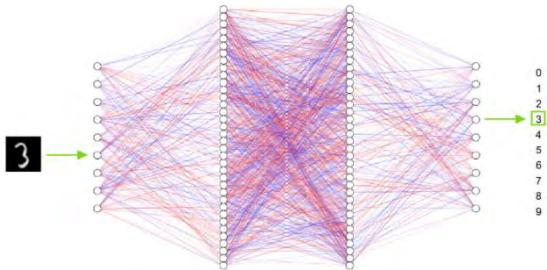
On the right side of the interface, there is a visualization of a handwritten digit '7' in a 28x28 pixel grid. Below the digit, the text 'Vorhergesagte Klasse: 7' is displayed. At the bottom of the interface, there is a status bar with the URL 'https://colab.research.google.com/'.

<https://colab.research.google.com/>

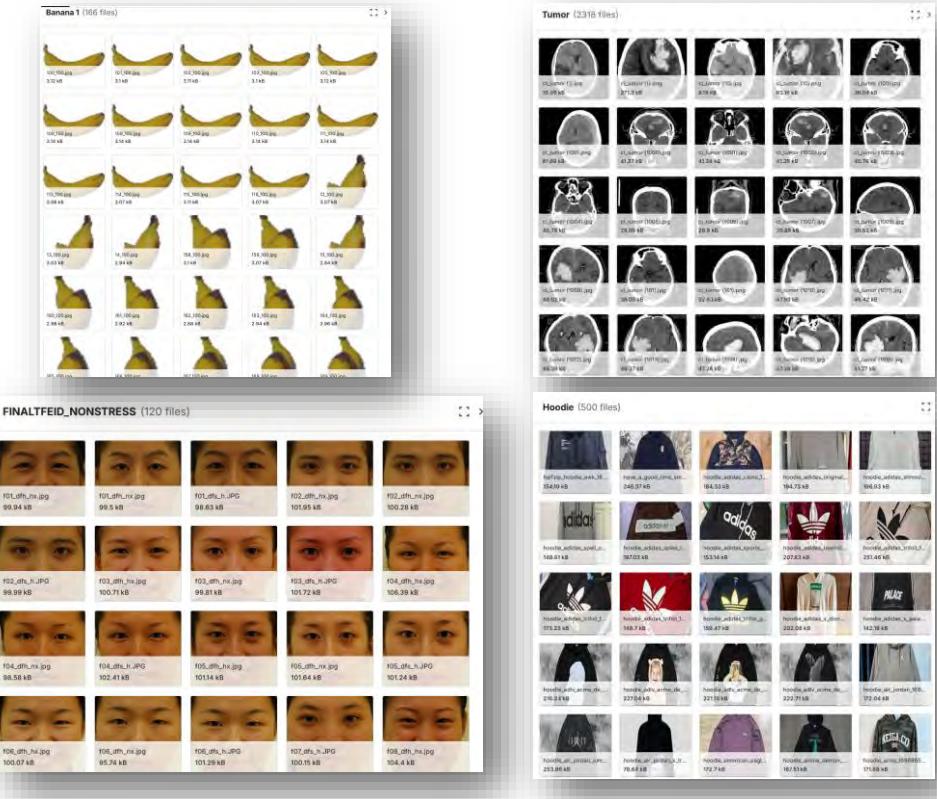
(Fashion) MNIST

- 70.000 Bilder
- 10 Kategorien
- Bilder sind 28 x 28 Pixel
- Können ein Neuronales Netz trainieren

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	6	3	2	4	8	1	5	6	6	7	5	2	4	6	1	3	4	7	7	9	6	0	3	1	9	8	3	2	
0	7	8	0	1	2	9	4	6	8	3	2	4	7	1	1	6	7	8	0	4	9	5	4	6	3	4	3	1	
6	6	5	6	1	2	7	9	4	4	0	3	0	6	1	7	3	1	9	1	1	7	3	9	2	0	9	5	5	
4	3	1	4	9	2	7	5	2	0	2	7	7	5	9	6	3	9	0	2	2	6	3	1	0	1	5	6	5	
7	9	8	3	9	8	1	9	6	1	9	2	2	4	8	6	2	1	1	3	3	2	4	6	0	3	5	7	9	
6	3	0	2	5	4	8	4	3	9	2	0	1	8	1	9	6	2	7	2	4	4	2	4	1	7	0	2	8	4
9	4	0	5	3	5	8	1	2	8	6	0	3	9	2	8	6	1	3	5	5	0	0	0	8	2	6	9	2	
5	7	4	1	6	7	5	9	8	4	6	1	0	9	3	2	9	4	4	0	6	9	6	9	4	7	7	8	0	1
3	7	9	7	8	3	0	5	5	2	0	8	2	5	1	9	2	1	2	6	5	4	1	9	4	7	9	2	3	
4	1	9	2	1	8	1	9	4	2	3	4	7	7	5	1	6	0	6	2	8	0	5	2	4	7	9	2	3	
6	4	6	1	6	9	3	7	5	7	6	5	8	8	9	7	5	4	7	8	9	1	4	5	9	6	1	3	9	
5	9	2	6	0	8	4	5	7	8	7	2	4	0	4	5	1	8	9	3	2	2	4	3	2	7	4	2		
0	0	3	9	4	8	1	4	9	1	7	8	0	1	2	0	3	7	9	1	5	3	3	2	8	9	1	5	0	
1	6	3	1	4	6	7	1	9	1	2	2	8	3	1	2	3	5	7	4	3	4	4	1	2	6	0	1		



Auszug öffentlicher Datasets zum Training Neuronaler Netze (Beispiel: Kaggle.com)



The image shows a screenshot of the Kaggle datasets page. It features a search bar at the top with the placeholder 'Search 3,868 datasets' and a 'Filters' button. Below the search bar, a 'Computer Vision' filter is selected. The main area displays a list of datasets with various thumbnails, names, and details. The first dataset listed is 'Facial Feature Extraction Dataset' by Chenan Kang, with 28 files and a size of 26 MB. Other datasets shown include 'Stress Non stress Images', 'Cars Object Tracking - 10,000+ video frames', '1000 Pokemon Dataset', 'AI vs. Human-Generated Images', 'Brain tumor multimodal image (CT & MRI)', 'NVIDIA-STOCK-DATA', and 'Captcha Dataset'.

<https://www.kaggle.com/datasets/hojjatk/mnist-dataset>

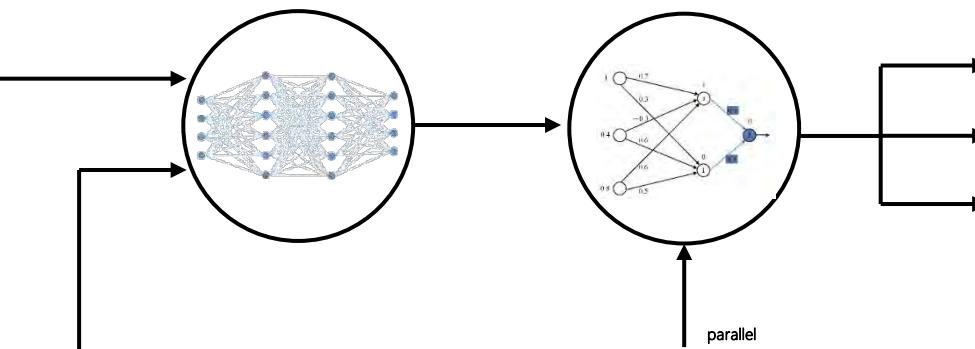
Supervised learning (Überwachtes Lernen)

Labeled Data



Model Training

Prediction

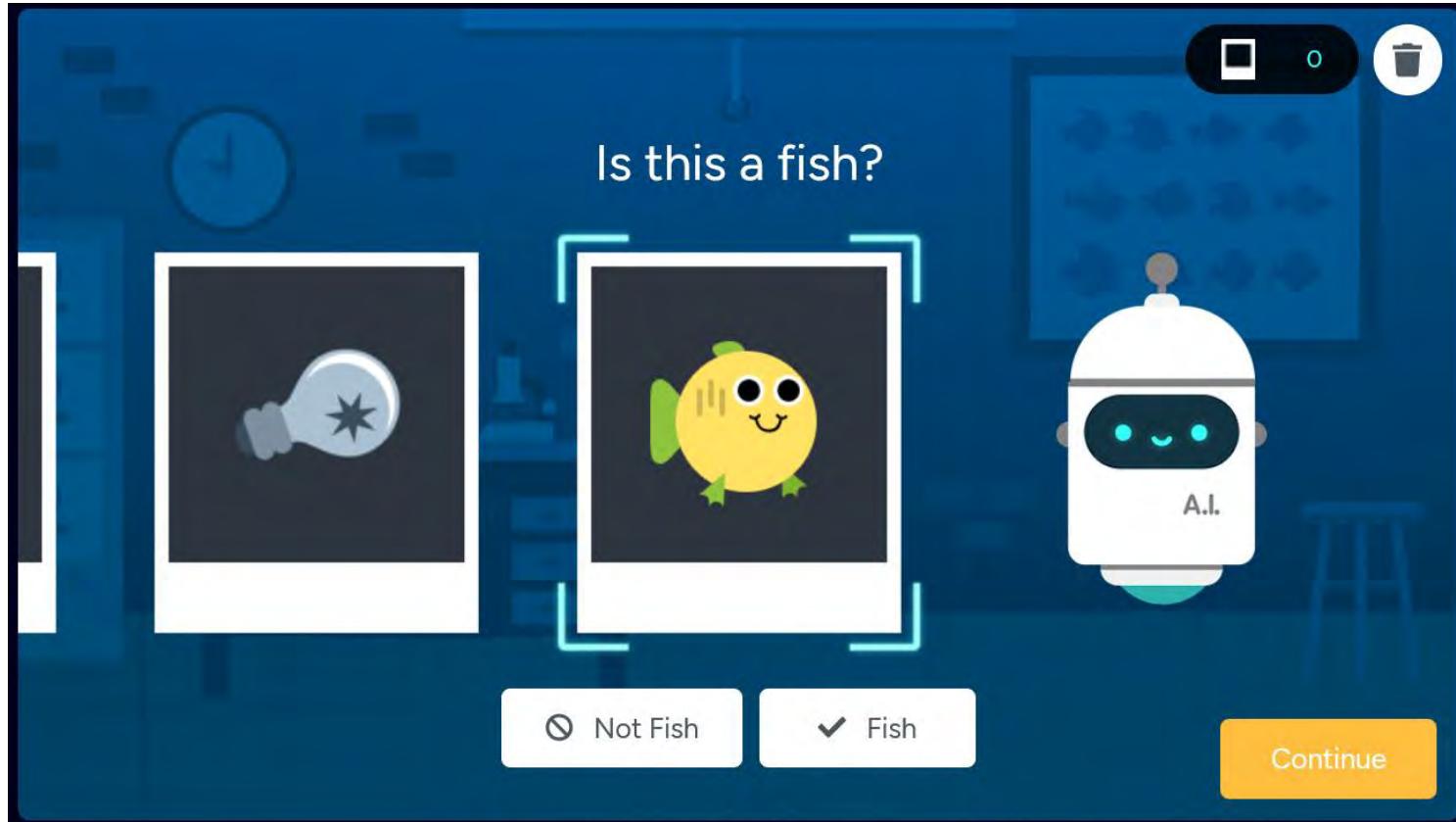


Labels



Test Data





Unsupervised Learning und die Abgrenzung zum Supervised Learning

Aufgabe: Ordne Roboter



Teil einer möglichen Lösung



Teil einer möglichen Lösung



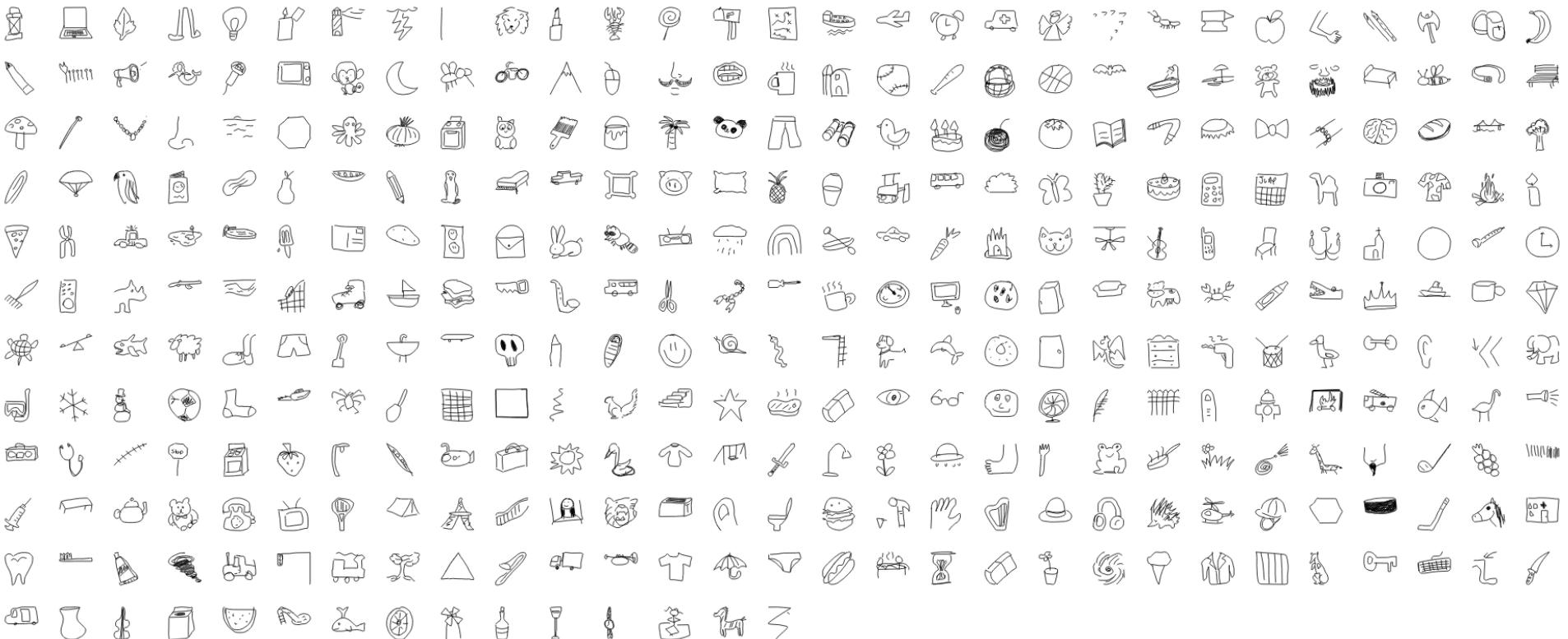
	Unsupervised Learning	Supervised Learning
Definition	Ein Bereich des Maschinellen Lernens, der ohne menschliche Überwachung erfolgt. Die Maschine untersucht eigenständig den Datensatz nach Mustern.	Ein Bereich des Maschinellen Lernens, der unter menschlicher Supervision läuft. Bedeutet: Menschen klassifizieren Input-Daten mit Antworten/Klassifizierungen, die der Maschine das gewünschte Output vorgeben.
Input Datenset	Unlabeld (unkategorisiert)	Labeled (kategorisiert)
Verwendung der Daten	Model nutzt Daten lediglich als Input-Variablen (X) und keine zugehörigen Output-Daten.	Model nutzt Eingangsvariablen (X) und Ausgangsvariablen (Y). Und einen Algorithmus, um die Funktion der Eingangs- zu Ausgangsvariablen zu lernen.
Wann einsetzbar?	„ <i>You don't know what you're looking for in data</i> “	„ <i>You know what you're looking for in data</i> “
Anwendbar für	Clustering Problems / Association Problems	Classification Problems / Regressions Problems
Genauigkeit der Einordnung	Eher geringer	Eher genauer
Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none">▪ Cross Selling (Empfehlungen)▪ Identifikation von Anomalien▪ Maschinensegmentierung▪ Datenreparatur für Supervised Learning	<ul style="list-style-type: none">▪ Spam Filter▪ Nachfrageentwicklung▪ Preisfestlegung▪ Bilderkennung

[Alte 24], [Karl 24]

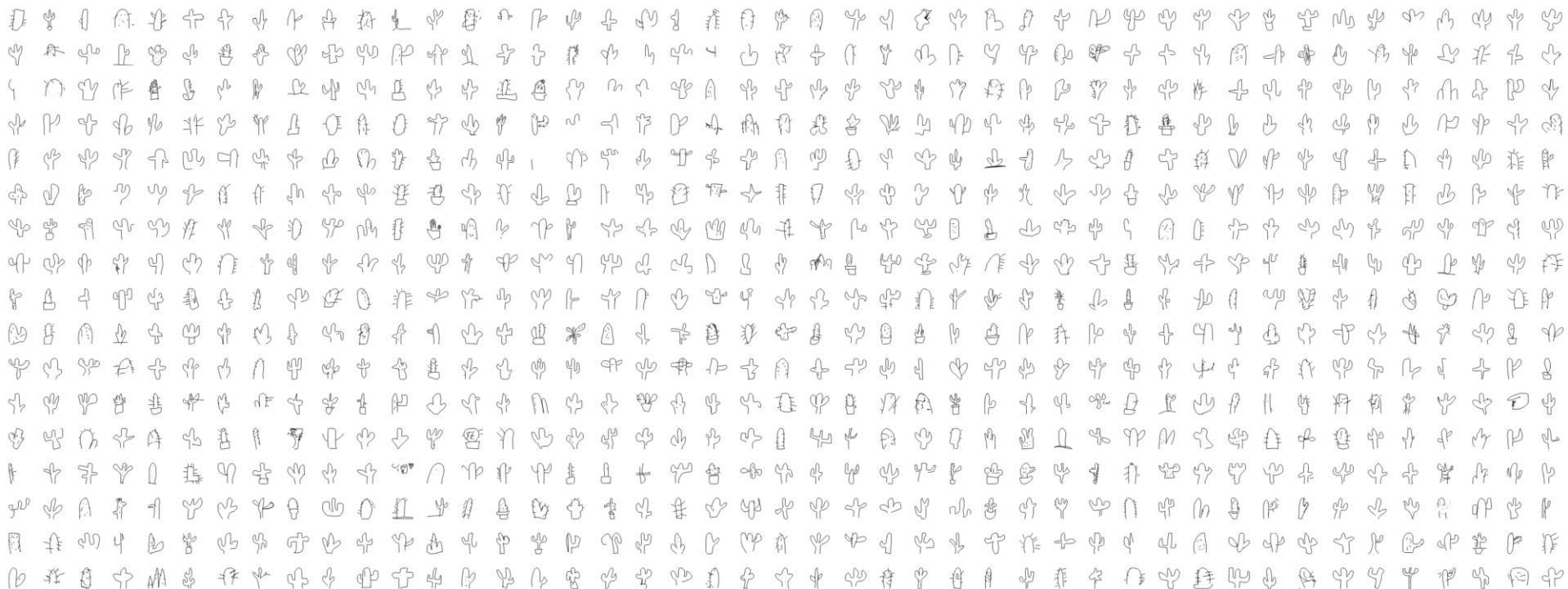
Herausforderung der Klassifizierung



Mustererkennung



Mustererkennung



<https://quickdraw.withgoogle.com/>

sortabrick

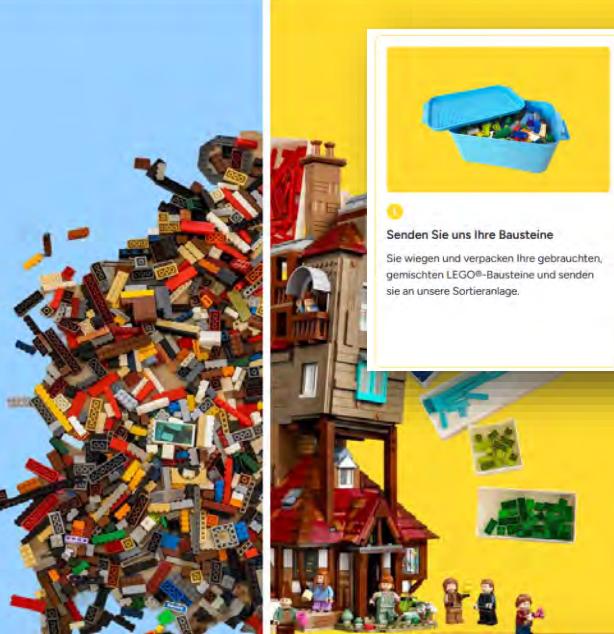
Wie es funktioniert Dienstleistungen Preise FAQ Über uns Karriere **Jetzt vorbestellen**

Verwandeln Sie Ihre gemischten Bausteine in spielbereite Sets!

Mit Hilfe von KI können wir Sets aus Ihrem Haufen von Bausteinen wiederherstellen. Senden Sie uns Ihre Steine und erhalten Sie Ihre geliebten Sets zurück – spielbereit!

Jetzt vorbestellen

Begrenzte Plätze jeden Monat verfügbar. Sichern Sie sich Ihnen heute.



1 Senden Sie uns Ihre Bausteine
Sie wiegen und verpacken Ihre gebrauchten, gemischten LEGO®-Bausteine und senden sie an unsere Sortieranlage.

2 Entdecken Sie, welche Sets restauriert werden können
Sie erhalten eine Liste der Sets, die aus Ihren Bausteinen gebaut werden können. Dann entscheiden Sie, ob Sie die Restaurierung durchführen und fehlende Teile kaufen möchten.

3 Erhalten Sie Ihre spielbereiten Sets
Sie erhalten komplette Sets, jedes wie neu verpackt. Genießen Sie das Spielen damit, geben Sie sie weiter oder verkaufen Sie sie mit Gewinn.

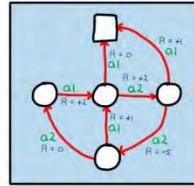
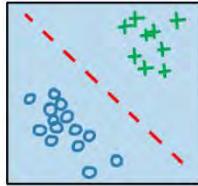
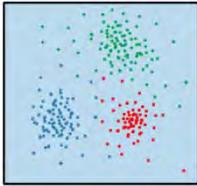


DAREDEVIL STUNT PLANE, 31076

PLATE: GREEN, 4X8
BRICK: RED, 1X10
PLATE: WHITE, 1X4

machine learning

unsupervised learning supervised learning reinforcement learning



Methoden des maschinellen Lernens



Supervised Learning

Der Roboter lernt aus Daten, die von Menschen klassifiziert wurden.



Unsupervised Learning

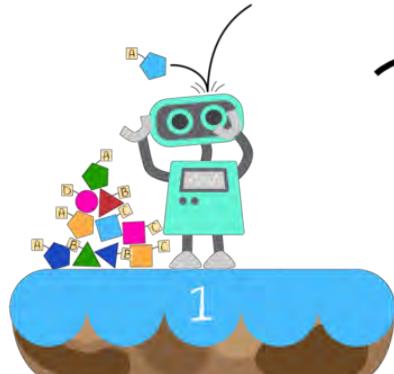
Der Roboter identifiziert Muster und Strukturen in Daten ohne menschliches Eingreifen.



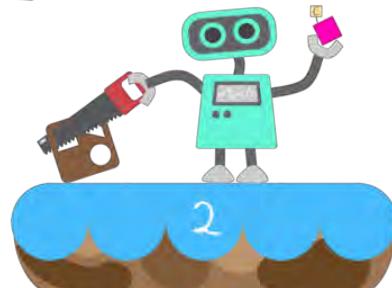
Reinforcement Learning

Der Roboter lernt durch Versuch und Irrtum, indem er Belohnungen für korrektes Verhalten erhält.

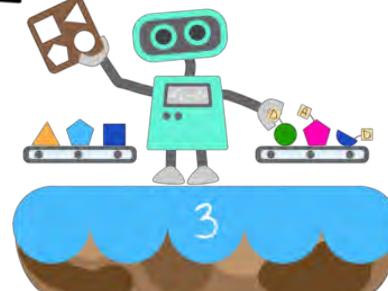
Beschriftete Eingaben erhalten



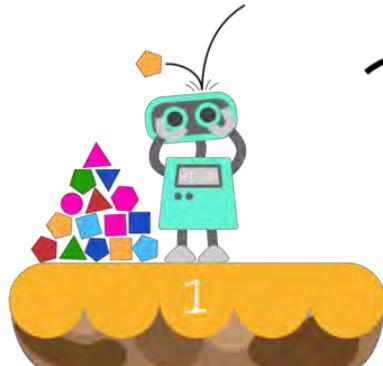
Regeln finden, die
bekannte Eingaben
richtig beschriften



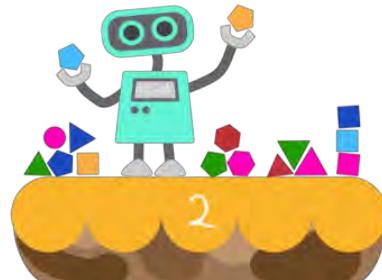
Neue Eingaben
entsprechend der gefundenen
Regeln beschriften



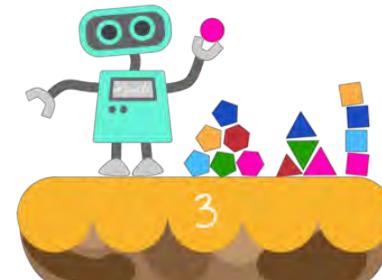
Unbeschriftete Eingaben erhalten



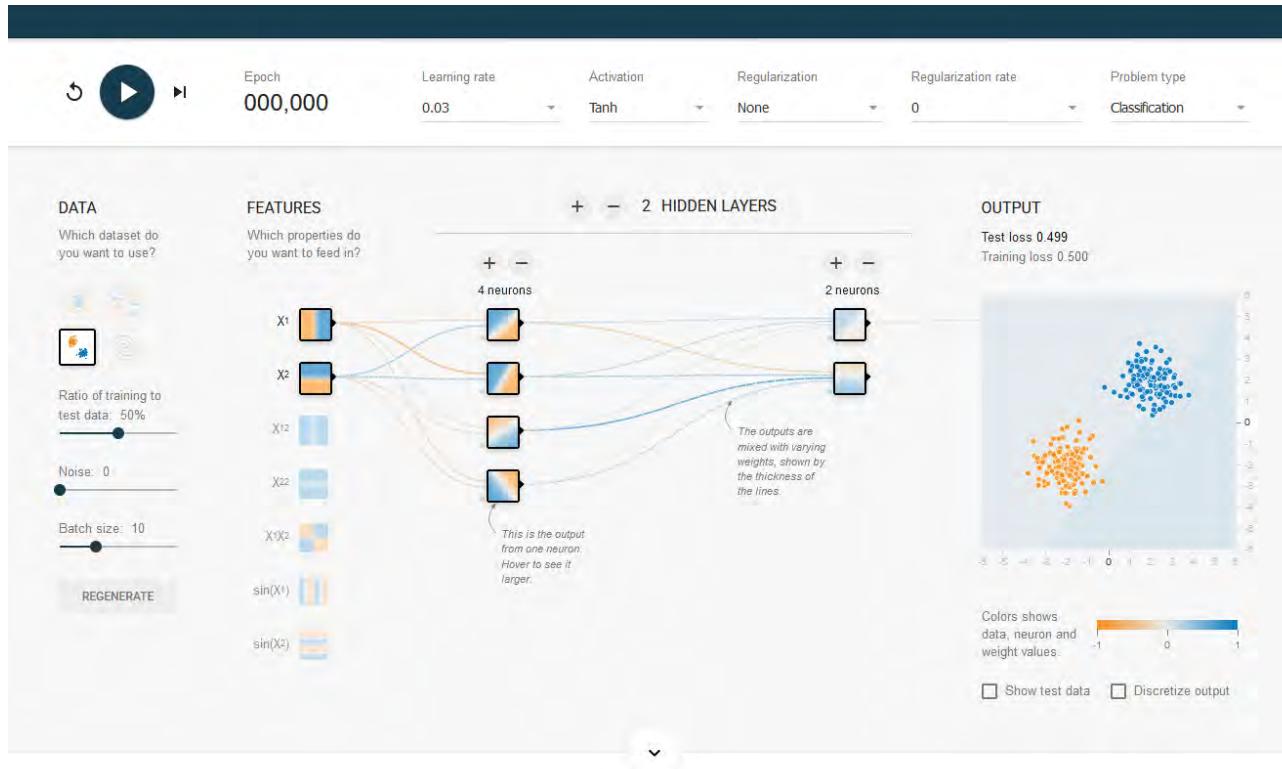
Ähnlichkeiten in den Eingaben erkennen und Muster finden



In der Eingabe Gruppen und Ausreißer identifizieren

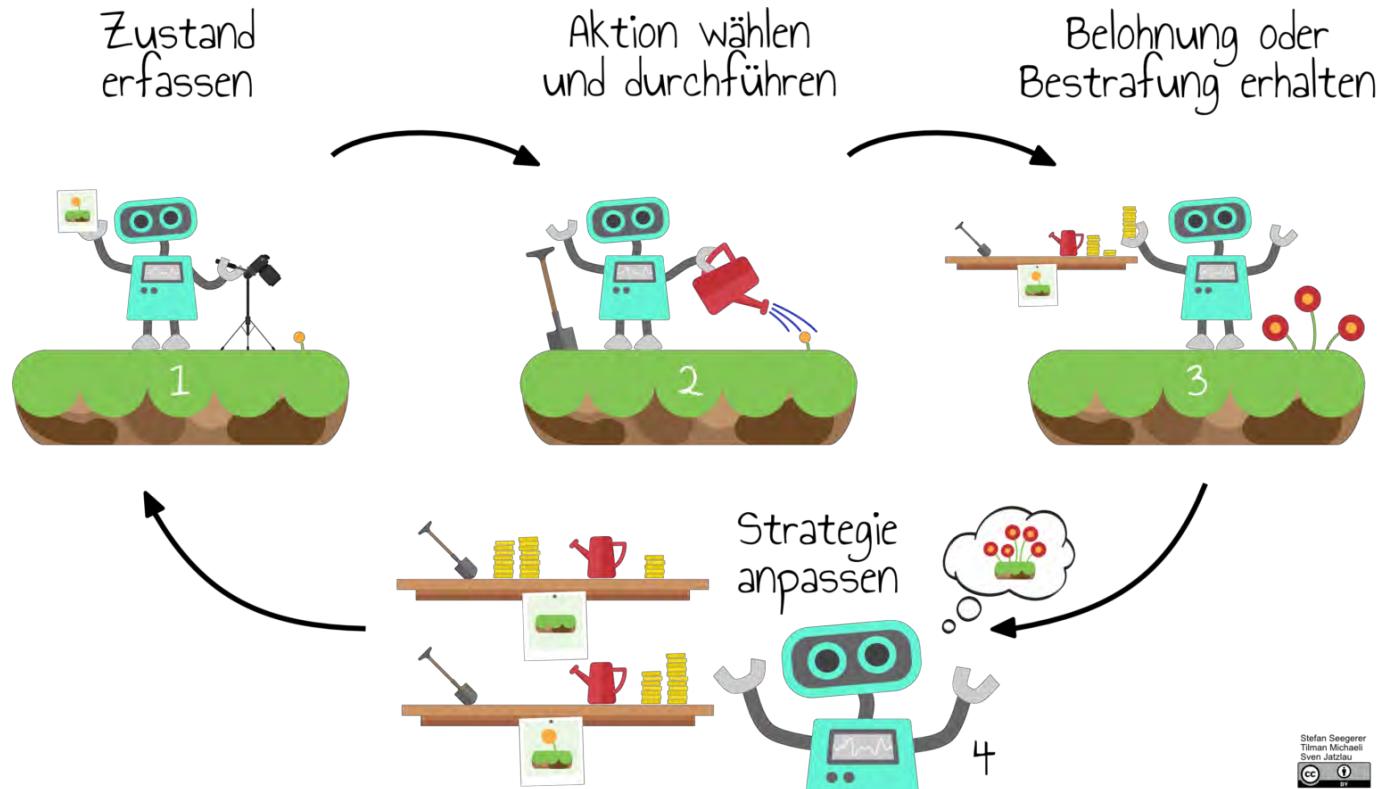


Tensorflow Playground

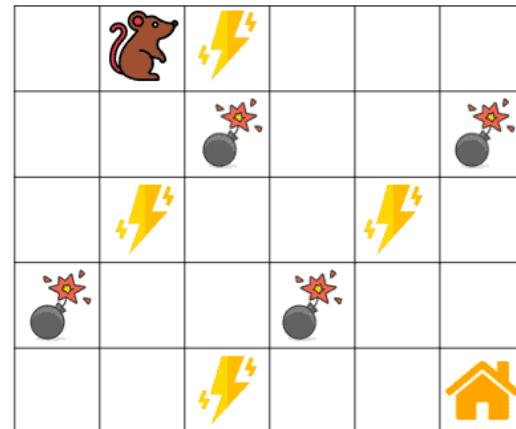
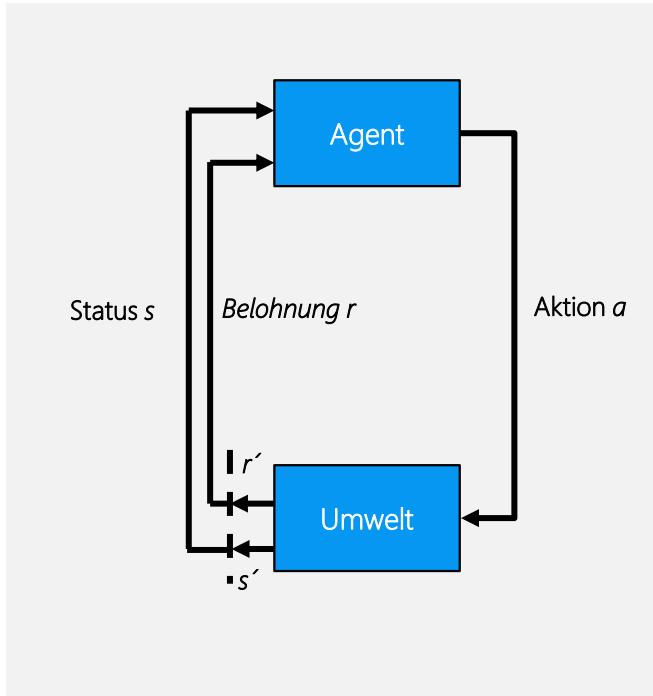


<https://playground.tensorflow.org/>

Reinforcement Learning



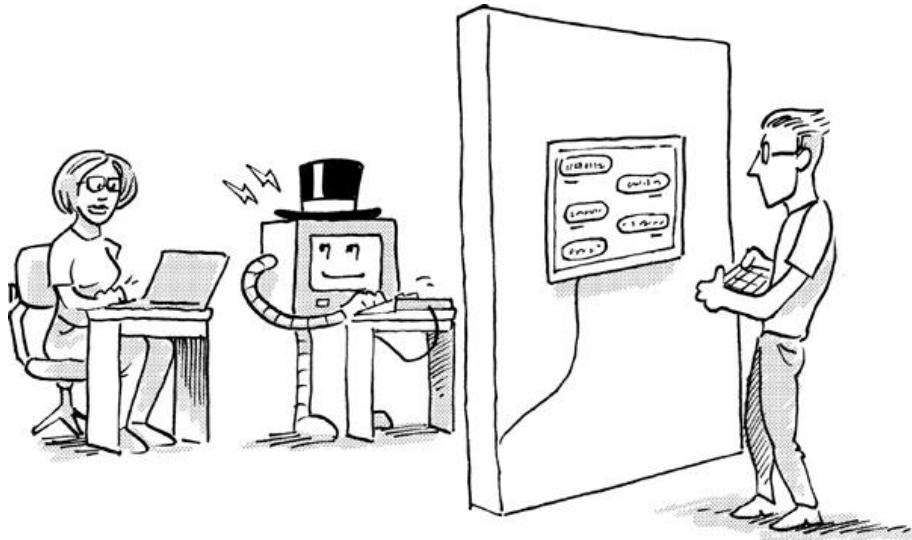
(Deep-)Q-Learning



	ACTIONS			
	↑	↓	→	←
Start	0	0	0	0
Blank	0	-1	1	-1
Power	0	0	0	0
Mines	0	0	0	0
Home	0	0	0	0

The „Imitation Game“

Turing Test



The „Imitatin Game“

Turing Test

Eugene Goostmann
Chatboot 2014



The „Imitatin Game“ Weiterführende Varianten

Im Laufe der Jahre wurden verschiedene Varianten des Turing-Tests mit unterschiedlichen Zielsetzungen und potenziellen Ergebnissen entwickelt.

1. Der Lovelace-Test

Dieser Test, der auf einer Theorie von Ada Lovelace basiert, untersucht, ob KI originelle Ideen generieren kann, die über ihr Training hinausgehen.

3. Umgekehrter Turing-Test

Dieser Test versucht, eine KI, die als Richter oder Vernehmer fungiert, dazu zu bringen, einen Menschen für eine KI zu halten. Um diesen Test durchzuführen, benötigt man ein weiteres KI-System als Gesprächspartner neben einem Menschen, der die Fragen des KI-Richters beantwortet. Damit der Mensch den Test bestreitet, muss der KI-Richter den menschlichen Gesprächspartner identifizieren.

1. Der Marcus-Test

Der von Gary Marcus, einem Kognitionswissenschaftler und KI-Forscher, entwickelte Marcus-Test bewertet die Fähigkeit eines KI-Systems, die Bedeutung von Videoinhalten zu verstehen, einschließlich Handlung, Humor, Sarkasmus und mehr. Um zu bestehen, muss ein KI-System den Videorhythmus so beschreiben können, wie es ein Mensch tun würde.

4. Der visuelle Turing-Test

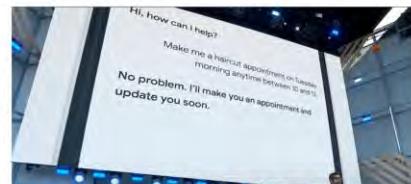
Dieser Test wurde von den Informatikern Michael Barclay und Antony Galton entwickelt und dient dazu, festzustellen, ob eine Maschine die visuellen Fähigkeiten eines Menschen nachahmen kann, wie beispielsweise die Erkennung von Details in einem Bild.

phwt
Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik

- Wettbewerb 2014 von der **University of Reading** anlässlich des 60. Todestages von Alan Turing.
- Chatbot **Eugene Goostman** simuliert einen 13-jährigen Jungen.
- Täuscht **33 % der Juroren** und gilt für einige als bestanden im **Turing-Test**.
- Kritikpunkte:
- Zu wenige Richter beteiligt.

phwt
Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik

Google Duplex
Chatboot 2014



- **2018:** Google Duplex vereinbart erfolgreich einen **Friseurtermin** telefonisch.
- Vor Publikum von **7.000 Menschen** demonstriert.
- **Empfangsdame** merkt nicht, dass sie mit einer KI spricht.
- Wird von einigen als **modernes Bestehen des Turing-Tests** angesehen.
- **Abweichung** vom ursprünglichen Turing-Test-Format, wie Alan Turing es entworfen

phwt
Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik

Turing-Test im Wettbewerb
Loebner-Preis



TEST

- **Loebner-Preis:** Seit 1990 von Hugh Gene Loebner ausgelobter Wettbewerb.
- Ziel: Auszeichnung für das erste Programm, das einen **starken Turing-Test über 25 Minuten** bestellt.
- **1995:** Marvin Minsky schlug vor, 100 US-Dollar zu zahlen, wenn der Preis aufgegeben wird.
- **Letzte Durchführung:** 2019.
- Zukunft des Wettbewerbs: **Unklar**, ob er fortgeführt wird.

Prof. Dr.-Ing. Alexander Karl | Amtsvorlesung in Diashow

11. November 2025

96

Prof. Dr.-Ing. Alexander Karl | Amtsvorlesung in Diashow

11. November 2025

Auszug aus „signull vs. noise“

20. April 2025

we passed the turing test & nobody noticed

the world is now split between the 80% that have no clue what's happening & the 20% who are terrified about what's next.



SIGNULL

APR 20, 2025 · PAID



40



4



3

Share

once upon a time, the turing test was sacred.

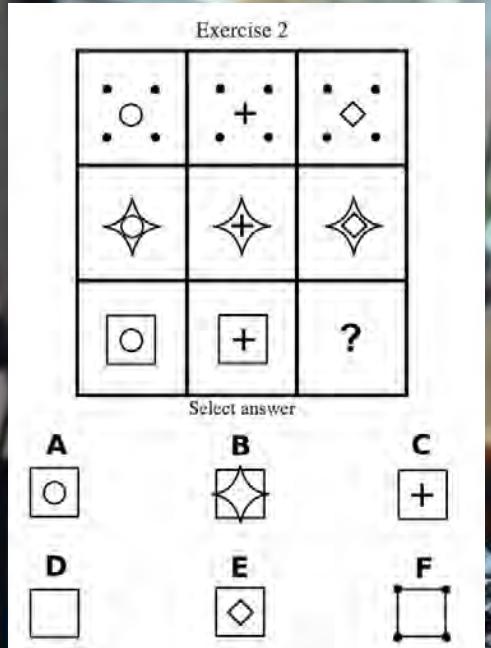
it sat at the center of computer science lore, this idea that one day, a machine might fool a human into thinking it too was human. the moment we got there, we thought, the world would change. philosophy would stir. headlines would scream. society would split open.

we got there.

Der IQ-Test

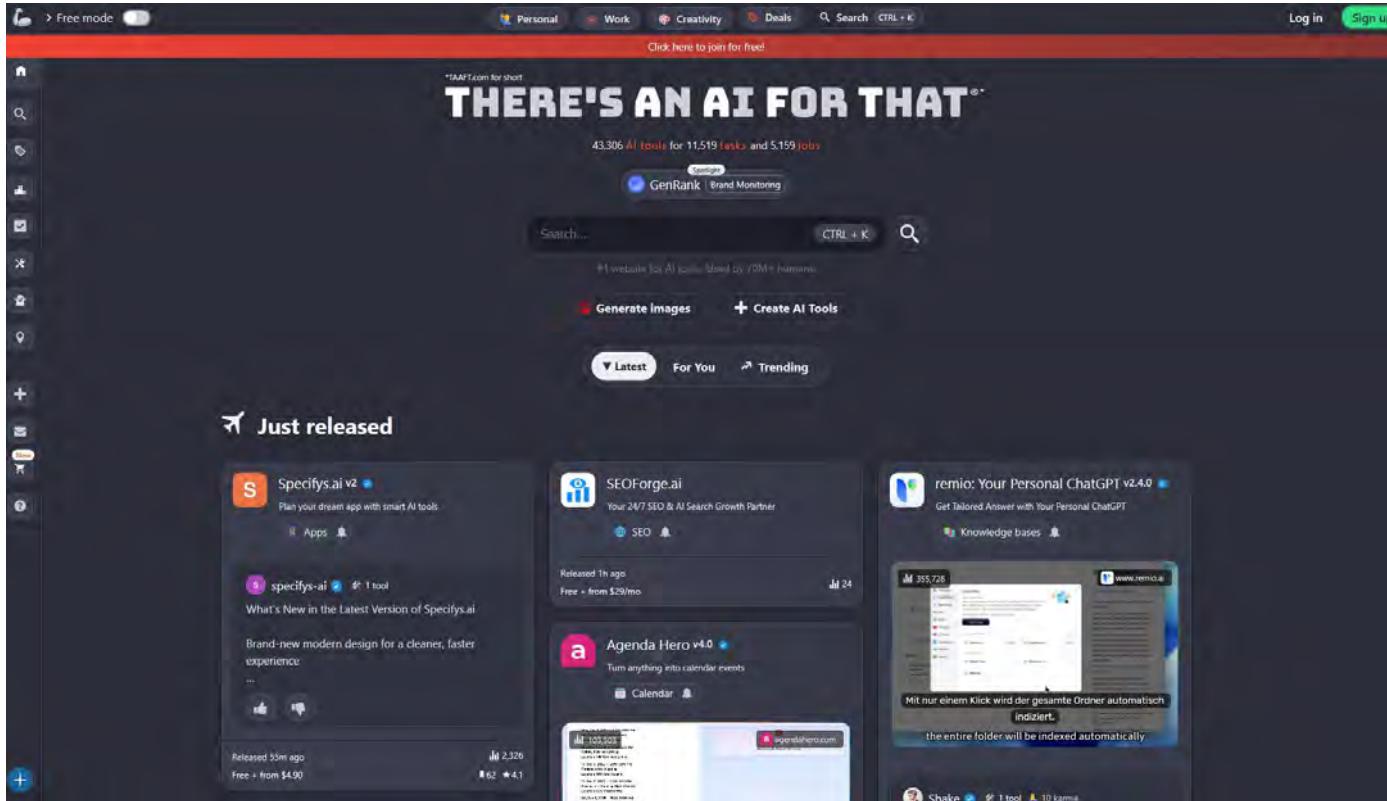


Der IQ-Test



Keine repräsentativen Ergebnisse!

KI Modell	IQ-Wert	Korrekte Antworten (aus 35 Fragen pro Test)	Wahrscheinlichkeit, besser als Zufallsraten
Claude-3	101	18.5	99.999999 %+
ChatGPT-4	85	13	99.9986 %
Claude-2	82	12	99.9911 %
Bing Copilot	79	11	99.9314 %
Gemini (normal)	77.5	10.5	99.8212 %
Gemini Advanced	76	10	99.5894 %
Grok	68.5	7.5	87.9402 %
Llama-2 (Meta)	67	7	80.3278 %
Claude-1	64	6	56.3155 %
ChatGPT-3.5	64	6	56.3155 %
Grok Fun	64	6	56.3155 %
Random Guesser	63.5	5.8333	50 %



HOME > GRÜNDERSZENE > BUSINESS > DEUTSCHE STARTUPS DOMINIEREN EUROPAS KI-SZENE – LAUT DIESER LISTE

KI-STARTUPS

Wer hätte das gedacht? Deutsche Startups dominieren Europas KI-Szene – laut dieser neuen Liste

Helene Nora Wolff
03. Okt 2025

[f](#) [x](#) [in](#) [s](#) [e](#) [o](#)

Von Berlin bis Metzingen: Sechs deutsche KI-Startups gehören zu den am schnellsten wachsenden Europas – das jüngste wurde erst 2023 gegründet.



Gründer David Reger und sein Team entwickeln einen humanoiden Roboter. Sein Startup Neura Robotics aus Metzingen steht auch auf der Liste. ©Neura Robotics

Wer hätte das gedacht? Während halb Europa über KI redet, bauen deutsche Startups

Wirtschaft & Politik > Das sind die wertvollsten KI-Start-ups Deutschlands

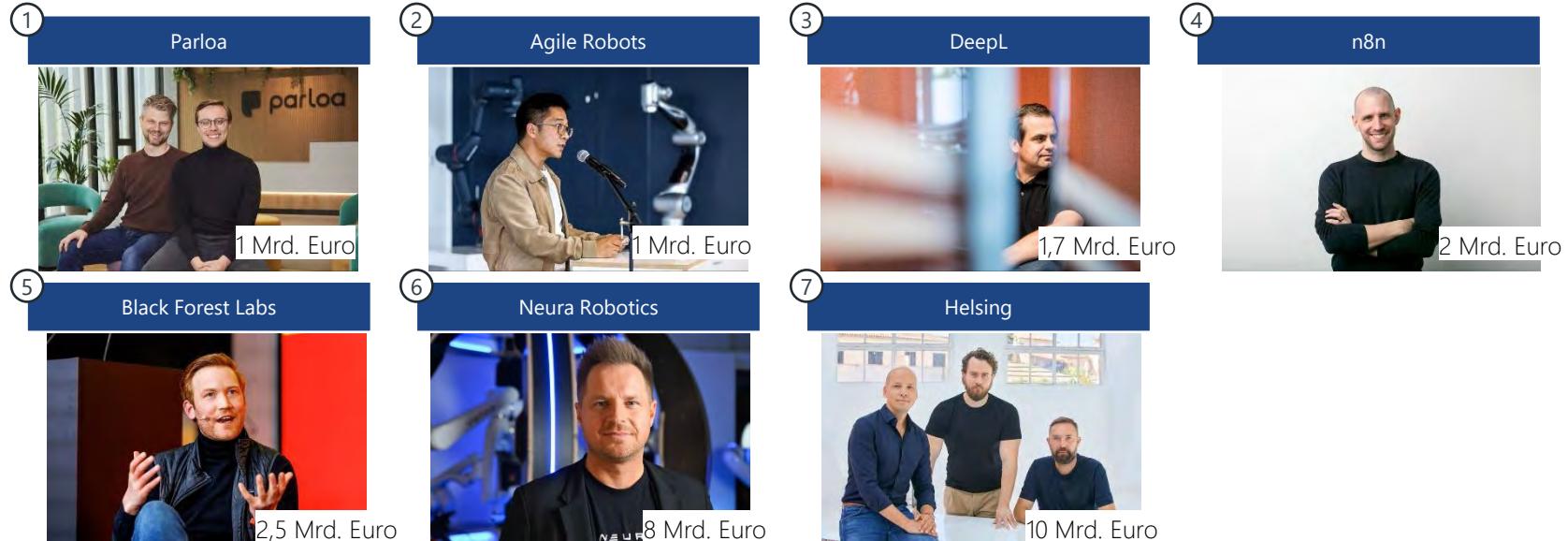
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Die wertvollsten KI-Start-ups Deutschlands

von Daniel Hüfner 03. Dezember 2025 • 17:00 Uhr • 1 Min.



Das KI-Start-up DeepL von Jarek Kutyłowski gehört zu den deutschen Hoffnungen
© Valentin Bianchi / Picture Alliance



Agenda und Ziel

- 1 Vorstellung Prof. Karl / Thematische Einordnung
- 2 Von der KI-Steinzeit in die GenKI-Gegenwart
- 3 Interaktiv: Einsatz GenKI im Qualitätsmanagement
- 4 Ausblick: Aktuelle Grenzen und Forschungsaktivitäten



Einteilung der KI



GENERATIVE KI (KI-Steinzeit)

Charakteristik:

- KI erzeugt Inhalte (Text, Bild, Code) basierend auf Trainingsdaten.
- Keine echte Autonomie, reagiert nur auf Eingaben.

Beispiel im Qualitätsmanagement:

- Erstellung von **Berichten** oder **Audit-Checklisten** aus vorhandenen Daten.
- Generierung von **Standardarbeitsanweisungen** basierend auf Normen (z. B. ISO 9001).



KI-AGENTEN (KI-Mittelalter)

Charakteristik:

- KI kann einfache Aufgaben ausführen und Prozesse automatisieren.
- Arbeitet regelbasiert oder mit vordefinierten Workflows.

Beispiel im Qualitätsmanagement:

- Automatisierte **Prüfplanung**: KI-Agent plant Prüfintervalle basierend auf Produktionsdaten.
- **Fehlerklassifikation**: Agent sortiert Reklamationen nach Kategorien.



KOGNITIVE KI (KI-Gegenwart)

Charakteristik:

- KI versteht Kontext, lernt aus Daten und trifft Entscheidungen.
- Nutzt Machine Learning und komplexe Analysen.

Beispiel im Qualitätsmanagement:

- **Predictive Quality**: KI erkennt Muster in Produktionsdaten und prognostiziert Qualitätsprobleme.
- **Root Cause Analysis**: KI identifiziert Ursachen für Fehler und schlägt Maßnahmen vor.



AUTONOME KI-AGENTEN

Charakteristik:

- KI handelt selbstständig, koordiniert mehrere Systeme und optimiert Prozesse ohne menschliche Eingriffe.
- Multi-Agent-Systeme mit Entscheidungsfreiheit.

Beispiel im Qualitätsmanagement:

- Vollautomatisierte **Qualitätssicherung**: KI passt Produktionsparameter in Echtzeit an, um Fehler zu vermeiden.
- **Selbstlernende Audits**: KI führt Audits durch, bewertet Risiken und initiiert Korrekturmaßnahmen.

AUTONOME KI-AGENTEN



KI-Anwendungen nach verschiedenen Wertschöpfungsbereichen

	Intelligente Assistenzsysteme	<p><u>Logistik</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Lagerhaltung, Sortierung, Lieferung durch autonome Fahrzeuge/Roboter- KI-basierte Bedarfs- und Routineplanung <p><u>Produktion</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Anomalieerkennung- Vorausschauende Wartung- KI-gestützte Roboterassistenten für Beschäftigte- Weiterentwicklung smarter Produkte für neue Geschäftsmodelle <p><u>Lieferkette</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Optimierung der Lieferkette- Intelligente Absatzvorhersageprognosen- Bedarfsprognosen zur Vorhersage von Umsätzen <p><u>Beschaffung/Einkauf und Bestellung</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Automatisierte Lagerhaltung durch autonome Fahrzeuge- KI-basierte Abwicklung: Übernahme von Bestellvorgang bis Lieferung <p><u>Unternehmensinfrastruktur und Personalwesen</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Übernahme von Routineaufgaben- Teilautomatisiertes Bewerbermanagement <p><u>Service und Kundenmanagement</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Automatisierte Kunden-Review-Analysen- Unterstützung bei Kundeninteraktion (z. B. Chatbots) <p><u>Forschung und Entwicklung</u></p> <ul style="list-style-type: none">- KI-gestützte Simulation von Produktverhalten- Analysen für Produktentwicklung <p><u>Marketing und Vertrieb</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Automatisierte Datenerfassung und -auswertung- KI-Unterstützung für Kundeninteraktion- Dynamische Preisoptimierung: Optimierung Produktpotfolio- Zielgenaue Werbung/Promotion <p><u>Qualitätskontrolle und -sicherung</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Sichtprüfung von Bauteilen auf Fehlerhaftigkeit- Predictive Quality: optische und akustische Qualitätssicherung
	Sensorik	
	Robotik	
	Sprach-/Textverarbeitung	
	Bild-/Tonerkennung	
	Dokumentenanalyse	
	Zeitreihen-/Clusteranalysen	
	Autonome Systeme	

Aktuelles GenKI-Portfolio Karl

Punkt	Copilot Pro	Gemini Pro / Advanced	Perplexity Pro
Typische Nutzung	Produktivitäts-Booster in MS-Office/Windows	Allround-Chatbot + Google-Ökosystem	Recherche-, Q&A- und Analyse-Engine mit Webfokus
Preis (ca.)	20 USD/Monat tomsguide+1	~22 €/Monat in DE cometapi+2	20 USD/Monat perplexity
Modelle	GPT-4/4-Turbo-Familie tomsguide+1	Gemini 2.5/3 Pro, Flash, ggf. Ultra-Upgrade gamsgo+2	„Best“-Mix, GPT-5.1, Claude Sonnet 4.5, Gemini 3 Pro u.a. perplexity+1
Deep Research	Kein eigenständiger Research-Modus, eher Dokument-/Mail-kontextbezogen techrepublic	„Deep Research“ in Google AI Pro / Advanced slashdot+1	Unbegrenztes Deep Research für Pro-User perplexity+1
Integration in Office/Tools	Tiefe Integration in Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Windows tomsguide+2	Starke Integration in Gmail, Docs, Drive, Android, Chrome google+2	Browserbasiert, Links/Uploads, keine native Office-Suite-Integration
Websuche & Zitation	Websuche über Bing/Copilot, aber Fokus auf Produktivität statt reiner Research techrepublic	Kann recherchieren, aber weniger auf Zitation optimiert	Starke Websuche, viele Quellen, hohe Zitat-tiefe perplexity+1
Dateiupload & Analyse	Kontext aus OneDrive/M365-Dateien, aber weniger generische „Data Lab“-Funktionen techrepublic	Große Dateien, Code-Ausführung in UI (Advanced) androidpolice+1	Praktisch unbegrenzte Datei-Uploads und Analyse (PDF, CSV, Bilder, Audio, Video) perplexity+1
Video-/Bildgeneration	Image Creator (Designer) mit höheren Limits in Pro tomsguide+1	Veo 3, Bildfunktionen in Google AI Plänen gemin+1	Bild- und teils Videogenerierung inkl. Pro-Boosts perplexity+1
Team-/Enterprise-Fokus	Starke Enterprise-Einbindung via Microsoft 365 Copilot Business/Enterprise techrepublic+1	Primär Consumer/Google-Workspace, Enterprise über separate Google-Pläne	Separate Enterprise-Pläne mit Knowledge Search, Seat-Management etc. perplexity+2

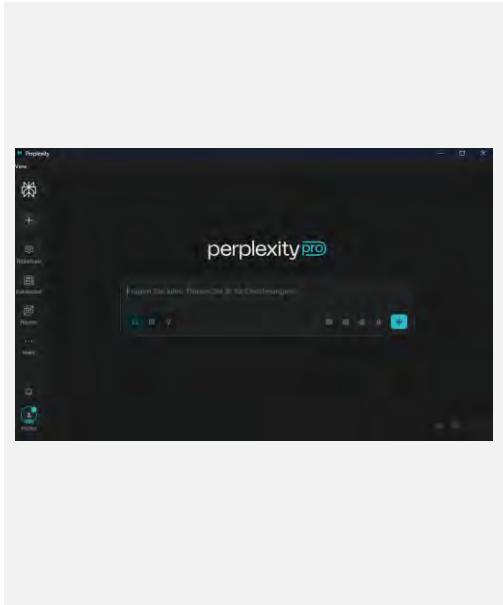
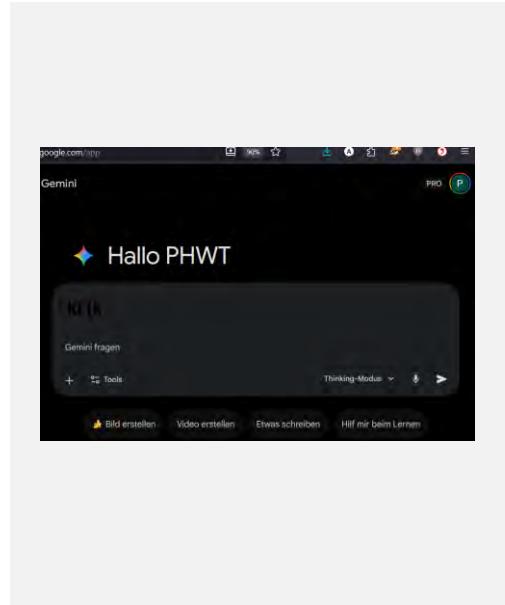
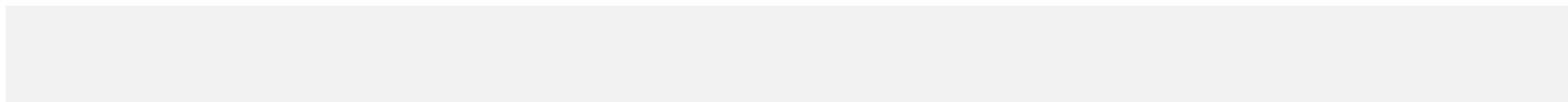
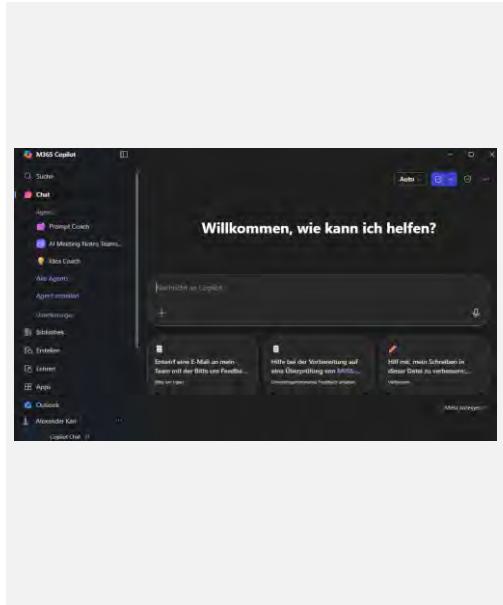
Der „compliance-treue Produktivitäts-Integrator“ – eingebettet in Microsoft 365 für effiziente Dokumenten- und Office-Aufgabenbearbeitung und in der

Der „Google-Ökosystem-Performer“ – integriert nahtlos in Gmail, Docs und Drive für ganzheitliche Workflow-Unterstützung.

Der Recherche-Spezialist – optimiert für präzise Web-Recherchen mit **Quellen-Zitaten** und Multi-Modell-Analyse.

→ Unter bestimmten Voraussetzungen aktuell kostenlos!

Karl's aktueller Workflow



The screenshot shows the innoGPT homepage with a blue header and a white main content area. The header includes a logo, navigation links (Plattform, Ressourcen, Unternehmen, Preise, Demo buchen, Login, Jetzt starten), and a search bar. The main content is organized into four sections: CORE, TOOLS, SOLUTIONS, and SICHERHEIT & DATENSCHUTZ.

- CORE**
 - Sprachmodelle**
Erstelle herausragende Inhalte mühelos
 - Bild-Generierung**
Visualisiere deine kühnsten Ideen in Sekunden
 - Sprachintegration**
Steuere InnoGPT mit deiner Stimme
 - Dateien**
Verwandle Dokumente in pures Wissen
 - Prompt Bibliothek**
Speichere und verwalte deine Prompts
 - Projekte**
Schaffe deine zentrale und intelligente Wissensbasis
- TOOLS**
 - Code Interpreter**
Nutz die Code-Umgebung für exakte Resultate
 - Canvas**
Entwickle umfassende Konzepte und Texte
 - Websuche**
Integriere aktuelle Web-Daten in deine KI
 - Akademische Suche**
Greife auf verifizierte Forschungsdaten zu
 - Deep Research**
Generiere tiefgehende Reports und Analysen
 - MCP-Server**
Verbinde die Tools, die liebst und täglich brauchst
- SOLUTIONS**
 - Assistenten**
Baue dir Assistenten für jeden Use Case
 - Store**
Fertige KI-Lösungen für dein Business
 - Meeting-Protokoll**
Fokussiere dich aufs Gespräch, nicht aufs Schreiben
 - Integrationen (3.000+)**
Verbinde deine Lieblingstools
 - API (beta)**
Eine Schnittstelle für alle Modelle, Tools & Assistenten
 - Agents (soon)**
Automatisiere komplexe Aufgaben und Workflows
- SICHERHEIT & DATENSCHUTZ**
 - Wir tun alles für den Schutz deiner Daten!**
Deine Daten, sicher gehostet in Deutschland.
[Mehr erfahren](#)
 - [Alle Sicherheitsmaßnahmen >](#)

Nichtkonformität - Burwinkel

Isabell Kröger arbeitet im Qualitätswesen bei einem Unternehmen wie Burwinkel. Bisher sah sie nur eine lange Liste von Reklamationen und Prüfabweichungen. Ein GenAI-gestütztes Clustering gruppiert ähnliche Nichtkonformitäten über Werkzeuge, Materialien, Linien oder Lieferanten hinweg, auch wenn die Beschreibungen in Freitext stark variieren. So erkennt Isabell, dass mehrere scheinbar unabhängige Reklamationen auf dieselbe Kombination aus Materialcharge und Werkzeugzustand zurückgehen – ein Ansatzpunkt für nachhaltige Fehlervermeidung statt Firefighting.



Microsoft Excel
Pro-Enabled Works



Agentenbeispiel

n8n

Personal Intelligent UR3 Collaborative Robot Programming Agent + Add tag Inactive Share Saved ...

Editor Executions Evaluations

UR3 Robot Chat Interface

UR3 Programming...

Chat Model* Memory Tool

OpenAI GPT-4 Conversation Memory URScript CodeTask Validation Tool Movement Simulation Tool Position Calculator

Tool

Tool

Tool

Tool

Tool

Tool

Validierung & Simulation - Prüft Code auf Sicherheit und simuliert Bewegungen

Erweiterbarkeit - Modularer Aufbau ermöglicht einfache Integration neuer Tools

Verwendung im Showcase:

Der Agent demonstriert intelligente Automatisierung in der Robotik durch:

- Natürlichsprachliche Programmierung (kein manuelles Coding erforderlich)
- Automatische Sicherheitsprüfungen (Nutzlast max. 3kg, Geschwindigkeit 0.05-0.5 m/s)
- Interaktive Planung mit Rückfragen bei unklaren Anforderungen
- Simulation vor Ausführung zur Risikominimierung

Beispiel-Interaktionen:

- "Erstelle ein Pick-and-Place Programm für 5 Wiederholungen"
- "Programmiere eine Sortieraufgabe mit 2 Behältern"
- "Generiere Code für eine Montagesequenz mit 3 Positionen"

Hinweis: Die Code-Tools verwenden derzeit Platzhalter-Implementierungen. Für den produktiven Einsatz müssen die JavaScript-Funktionen in den drei Code-Tools mit der vollständigen Logik implementiert werden (siehe Tool-Beschreibungen für Details zu den erwarteten Eingabe-/Ausgabeformaten).

Let me know if you'd like to adjust anything.

Hide chat

Chat Session: 46e90... Logs

Send a message below to trigger the chat workflow

Type a message

Nothing to display yet. Execute the workflow to see execution logs.

Your workflow is ready to be executed

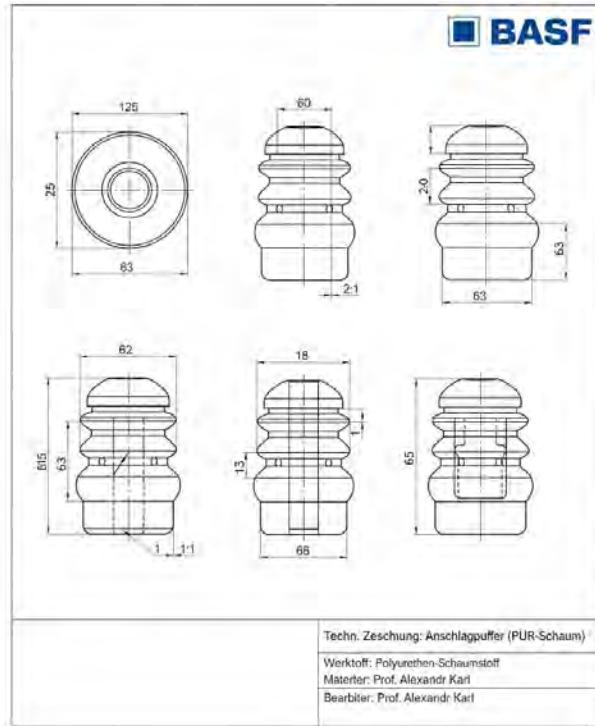
Execute and refine

What would you like to modify or add?

18/20 monthly credits left Get more

Praxisbeispiel
zur Erstellung
von KI-Agenten
in nur wenigen
Sekunden.

BASF – Fehlererkennung und Dokumentation



BASF

We create chemistry

› Ursachenhypotesen mit Wahrscheinlichkeiten – „Yannick bei atka“

Yannick Schwerter analysiert Qualitätsprobleme in einem Kunststoffverarbeiter. Die GenAI wertet historische 8D-Berichte, Prozessdaten und Bildbefunde aus und schlägt zu einem aktuellen Problem Ursachen-Rankings vor („vermutete Hauptursachen mit Wahrscheinlichkeit X %“). Yannick bleibt „Human-in-the-loop“: Er bestätigt, korrigiert oder ergänzt die Hypothesen und trainiert das System damit kontinuierlich – die Ursachenanalyse, die früher Tage dauerte, erfolgt heute oft innerhalb eines Shopfloor-Meetings

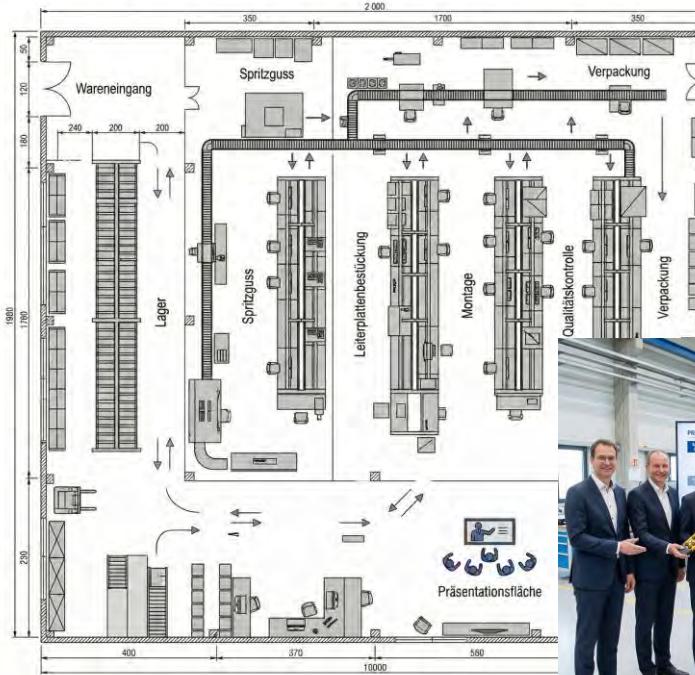


Yvonne Vollmer ist Qualitätsleiterin bei einem Kunststoffverarbeiter wie atka. Anstatt sich durch CAQ-System, Excel-Listen und E-Mails zu kämpfen, fragt sie einen GenAI-Copiloten: „Zeig mir alle Qualitätsvorfälle der letzten zwei Wochen an Linie 3, sortiert nach Kosten und Kundenrisiko.“ Das System, auf einem LLM mit RAG aufgesetzt, fasst Ursachen, Verantwortlichkeiten, Maßnahmenstatus und Lessons Learned zusammen und liefert auf einen Blick Entscheidungsgrundlagen für Shopfloor-Runden und Management-Reviews.





PRODUKTIONS-HALLENLAYOUT: Kran-Steuergerät



Live-Beispiel Qualitätsbericht – Übersicht

ZWT GmbH

QUALITÄTSBERICHT

PA6 GF30 Griff-Komponente – Umfassende Fehleranalyse

ZWT GmbH – Zentrum für Werkstofftechnik

Report-ID: QB-2025-11-0847	Analysedatum: 08.-11. Dezember 2025	Fertigungslos: 2025-Q3-015 bis 2025-Q3-045
Fehlerrate: 0,5% (182 von 4.500 Teilen)	Klassifizierung: KRITISCH	Ort: ZWT GmbH, Lohne (Oldenburg)

Übersicht Ishikawa-Diagramm 5W2H Analyse Fehlerklassifizierung Messergebnisse

Prozessanalyse Statistische Auswertung Zeilentafel & Historie

Übersicht: Qualitätsmängel PA6 GF30 Griff

ZUSAMMENFASSUNG DER FEHLERSITUATION

Am 15. Oktober 2025 wurden in der Eingangsqualitätskontrolle des ZWT-CI erhebliche Mängel an Griff-Komponenten aus PA6 GF30 (Polyamid mit 30% Glasfaseranteil) erkannt. Die betroffenen Teile stammen aus der Serienproduktion der Chargen 2025-Q3-001 bis 2025-Q3-045 mit insgesamt **4.500 Stück**.

Fehlerbeschreibung: Risse und Bruchstellen an der Griff-Oberseite treten nach mechanischer Belastung (typischerweise >150 N Querkraft) auf. Die Bruchflächen-Charakteristik deutet auf lokale Spannungskonzentrationen hin, hervorgerufen durch scharfkantige Übergänge im Design (Eckradius $R < 1 \text{ mm}$ statt $R \geq 2,0 \text{ mm}$).

Parameter	Bewertung	Begründung
Schweregrad (S)	9/10	Sicherheitskritisch: Bruch führt zu Benutzer-Sturz und Verletzungen
Häufigkeit (A)	6/10	8,5% Fehlerquote in Serienproduktion; sporadisch bei Belastung
Entdeckung (E)	4/10	Fehler tritt erst unter Belastung auf; nicht in Designprüfung erkannt
RPN (Risikopriorität)	216	Maßnahme sofort erforderlich (RPN > 200)

SOFORT-MASSNAHMEN (EINGELEITET)

- Warenseparierung: Alle 4.500 Stück aus betroffenen Chargen wurden separiert und gesperrt
- Kundenberichterstattung: 6 Kunden wurden informiert; 340 Endprodukte werden rückgerufen
- 2. Lieferquelle aktiviert: Notfall-Lieferung von 500 Ersatzteilen aus zertifiziertem Lieferanten
- Engineering-Team mobilisiert: Multidisziplinäres Team (Design, Fertigung, Materialwissenschaft) gegründet

FEHLERBAUM: HAUPTURSACHEN

Primäre Ursache (70%): Design-Defizit mit scharfkantigen Radienbereichen

Sekundäre Ursache (20%): Prozessvariation (Werkzeugtemperatur, Nachdruck, Kühlzeiten)

Tertiäre Ursache (10%): Werkzeug-Verschleiß nach 850.000 Schüssen

DOKUMENTREFERENZEN

- Reklamation KLA-2025-10-15432 (Kunde XY2 GmbH)
- CAD-Zeichnung: Griff_PA6GF30_Rev_B (mit kritischen Radien < 1 mm)
- FEM-Analyse: Stress_Report_Griff_20251010.pdf (zeigt Spannungsspitzen > 150 MPa)
- Prüfbericht Werkstoff: PA6 GF30 Zugfestigkeit 118 MPa, Schlagzähligkeit 7,2 kJ/m² (unter Spec.)

Aufwand: ~ 2 – 3 Min

Live-Beispiel Qualitätsbericht – Übersicht

Übersicht Ishikawa-Diagramm **5W2H Analyse** Fehlerklassifizierung Messergebnisse Prozessanalyse Statistische Auswertung Zeitablauf & Historie

5W2H Analyse: Detaillierte Problemverstärkung

Die 5W2H-Methode (What, When, Where, Who, Why, How, How Much) ermöglicht eine strukturierte und umfassende Problemanalyse:

⌚ WHEN (WANN)	Erkennungszeitpunkt: 15. Oktober 2025, 10:45 Uhr Fehlerhaftes Produktionslot: 02. Oktober 2025 – 12. Oktober 2025 (9 Produktionsstage) Chargen betroffen: 2025-Q3-001 bis 2025-Q3-045 (Chargennummern eindeutig) Zeitpunkt der Fehlerentstehung: Während Spritzgießprozess (Werkzeuganpassung nach Wartung) Latenz: Fehler wird erst nach Entlagerung und unter Belastung sichtbar (verzögter Fehler)
📍 WHERE (WO)	Produktionsort: ZWT GmbH, Lohne (Oldenburg), Abteilung Spritzguß (Halle C) Spezifische Maschine: Arburg Allrounder 370S, Anlage #S6-03 Werkzeug: Griff_PA6GF30_V4.2, 8-Kavitäten-Werkzeug (Kavitäten 1, 3, 5, 7 stärker betroffen) Fehlerlokation: Oberseite des Griffes (Position ca. 20-25 mm vom vorderen Ende) Lagerort fehlerhafter Teile: Quarantäne-Lager QA-01, Rack 7-9
👤 WHO (WER)	Verantwortliche Schicht: Schicht 2 (Betriebsleiter: J. Schmidt) Bedienpersonal: K. Meyer (Maschinenbediener, 12 Jahre Erfahrung) QoS-Inspektoren: M. Hoffmann (Endkontrolle entdeckte Fehler) Instandhaltung: Wartung durchgeführt durch Fa. TÜV Service GmbH am 01. Oktober 2025
❓ WHAT (WAS)	Fehler: Risse und Bruchstellen an PA6 GF30-Griff-Komponenten Charakteristik: Oberflächenrisse (0,5-3 mm Länge) an den Übergangsbereichen zwischen Oberseite und seitlichen Flanken Auslöser: Mechanische Belastung >150 N Querkraft; manchmal auch während Verarbeitung (Entformen) Quantität: 382 von 4.500 Teilen (8,5% Fehlerquote) Materialverlust: 127 kg PA6 GF30 im Wert von ~€2.540

[Übersicht](#) [Ishikawa-Diagramm](#) [5W2H Analyse](#) [Fehlerklassifizierung](#) [Messergebnisse](#) **Prozessanalyse** [Statistische Auswertung](#) [Zeitablauf & Historie](#)

Spritzgießprozess-Analyse und Parametervariation

SPRITZGIESSPROZESS-ÜBERSICHT

① Material-
vorbereitung → ② Einspritzen → ③ Verdichten → ④ Abkühlung → ⑤ Entformen → ⑥ Nachbearbeitung

PROZESSPARAMETER-SCHWANKUNGEN (SCHICHTVERGLEICH)

Parameter	Sollbereich	Früh-Schicht	Spät-Schicht	Nacht-Schicht	Abweichung
Werkzeug-Temperatur	$60 \pm 2^\circ\text{C}$	58°C	64°C	61°C	$\pm 3\text{--}4^\circ\text{C}$
Zylinder-Temperatur	$240 \pm 3^\circ\text{C}$	238°C	244°C	241°C	$\pm 2\text{--}4^\circ\text{C}$
Nachdrück-Druck	$80 \pm 5 \text{ bar}$	78 bar	92 bar	88 bar	$\pm 12\text{--}12 \text{ bar} (!)$
Nachdrück-Zeit	$8 \pm 1 \text{ sec}$	$7,8 \text{ sec}$	$8,3 \text{ sec}$	$8,1 \text{ sec}$	$\pm 0,2\text{--}0,5 \text{ sec}$
Kühlzeit	$25\text{--}30 \text{ sec}$	22 sec	20 sec	23 sec	$\pm 5\text{--}10 \text{ sec} (!)$
Einspritz-Geschwindigkeit	$40 \pm 5 \text{ cm}^3/\text{sec}$	$38 \text{ cm}^3/\text{sec}$	$45 \text{ cm}^3/\text{sec}$	$41 \text{ cm}^3/\text{sec}$	$\pm 2\text{--}5 \text{ cm}^3/\text{sec}$

⚠ Kritische Erkenntnisse:

Der Nachdrück-Druck variiert bis zu $\pm 12 \text{ bar}$ (sollte $\pm 5 \text{ bar}$ sein). Dies führt zu unterschiedlichen Residualspannungen. Die Kühlzeit liegt durchschnittlich 20% unter dem Sollbereich, was zu unzureichender Stress-Relaxation führt. Diese Schwankungen waren dem Personal bekannt, wurden aber nicht eskaliert.

Statistische Auswertung und Datenanalyse

FEHLERVERTEILUNG UND HÄUFIGKEIT

Fehlerklasse	Anzahl Fehler	Prozentanteil	Kumuliert %	Pareto-Relevanz
Oberflächenrisse (0,5-1,5 mm)	229	59,9%	59,9%	A-Klasse
Durchrisse / Bruchstellen	114	29,8%	89,7%	A-Klasse
Bruchstücke / Material Verlust	39	10,2%	99,9%	B-Klasse
Sonstige Mängel	0	0,1%	100,0%	C-Klasse

Pareto-Einsicht: Die ersten beiden Fehlerarten (Oberflächenrisse + Durchrisse) machen 89,7% aller Fehler aus und müssen prioritätär bekämpft werden.

FEHLERQUOTEN NACH VERSCHIEDENEN SEGMENTIERUNGEN

Nach Schicht

- Früh: 6,5% (78/1.200)
- Spät: 9,3% (168/1.800)
- Nacht: 9,1% (136/1.500)

Variation: 11,8 Prozentpunkte

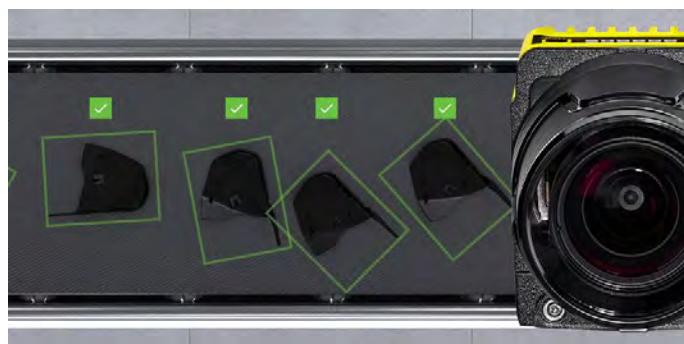
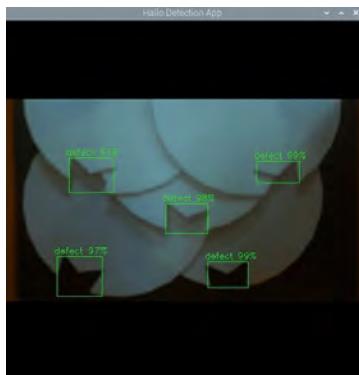
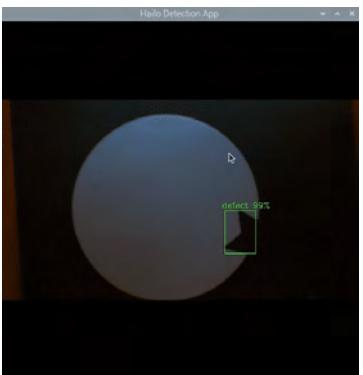
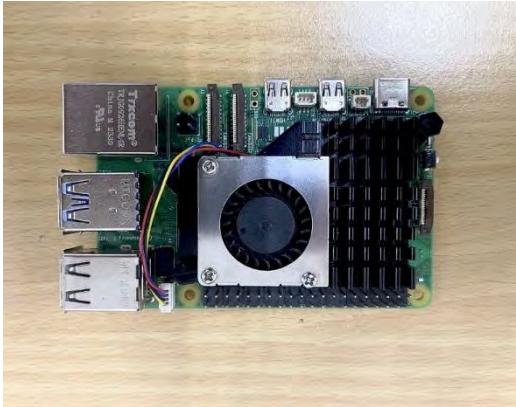
Nach Werkzeug-Kavität

- Kav. 1: 9,8% (stark betroffen)
- Kav. 3: 9,4% (stark betroffen)
- Kav. 5: 7,2% (mittel betroffen)
- Kav. 7: 8,1% (mittel betroffen)

Variation: 2,6 Prozentpunkte

KORRELATIONSANALYSE: FEHLERQUOTE VS. PROZESSPARAMETER

Einblicke: Voruntersuchungen



Quelle: <https://www.cognex.com/de-de/products/machine-vision/>
ChatGPT



Impulsliste

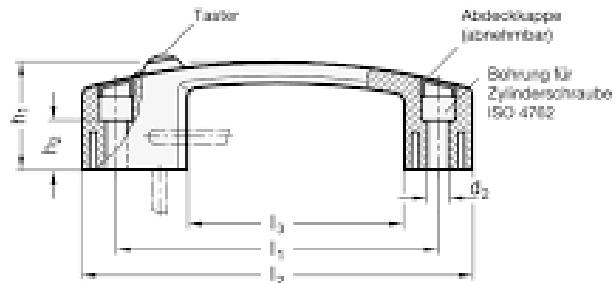
Externer KI-Agent ("Scout")

- I. **Rohstoff-Datenblatt-Monitor:** Tägliches Scannen der Webseiten von Materialherstellern (z.B. BASF, Covestro) auf neue Versionen von Technischen Datenblättern (TDS) oder Sicherheitsdatenblättern (MSDS).
- II. **Regulatory Watch (REACH & RoHS):** Überwachung der ECHA-Webseite auf neue Einträge in der SVHC-Kandidatenliste (besonders kritisch bei Flammenschutzmitteln oder Weichmachern).
- III. **Wetter- & Klimadaten-Abruf:** Lokales Abrufen von Luftfeuchtigkeit, Taupunkt und Außentemperatur in Echtzeit für die Produktionsstandorte (wichtig für hygrokopische Kunststoffe wie PA oder TPU).
- IV. **Lieferanten-Zertifikats-Check:** Automatisierte Prüfung, ob ISO 9001 / IATF 16949 Zertifikate von Zulieferern auf deren Websites noch gültig sind oder kurz vor Ablauf stehen.
- V. **Markt-Sentiment-Analyse:** Webscraping von Bewertungsportalen oder Foren nach Stichworten wie "Materialbruch", "Geruchsbildung" oder "Verfärbung" bei ähnlichen Consumer-Produkten.
- VI. **Patent-Recherche:** Scannen von Patentdatenbanken nach neuen Spritzguss-Verfahren oder Werkzeug-Technologien der Wettbewerber.
- VII. **Logistik-Tracking:** Überwachung öffentlicher Frachtdaten (z.B. Containerschiff-Positionen), um Verzögerungen bei Granulat-Lieferungen frühzeitig zu erkennen.
- VIII. **Energiepreis-Monitor:** Abruf aktueller Strombörsenpreise (Day-Ahead), um energiefressende Prozesse (z.B. Anfahren großer Schließkräfte) ggf. kostenoptimiert zu planen.
- IX. **Technologie-Scouting:** Suche nach neuen wissenschaftlichen Papers über Bio-Polymeren oder Rezyklat-Einsatzmöglichkeiten.
- X. **Normen-Update:** Überwachung der ISO/DIN-Portale auf Änderungen relevanter Prüfnormen (z.B. Updates zur DIN EN ISO 527 für Zugversuche).

Interner KI-Agent ("The Guardian")

- a) **Adaptive Prozessregelung:** Empfang der externen Wetterdaten und automatische Anpassung der Trocknungszeiten am Granulatrockner oder Korrektur der Dosierparameter an der Spritzgussmaschine.
- b) **SPC-Überwachung (Statistical Process Control):** Echtzeit-Analyse der Prozessfähigkeitsindizes (Cpk-Werte) aus den Maschinendaten (Druck, Temperatur, Zeit). Alarmierung bei Trendabweichungen bevor Ausschuss entsteht.
- c) **Automatisierter Wareneingangsabgleich:** Vergleich der gescrapten externen Chargendaten mit den internen Laborergebnissen (Spektroskopie/MFR) und automatische Freigabe oder Sperrung im ERP-System.
- d) **Intelligente 8D-Report Erstellung:** Bei einer Reklamation: Automatisches Zusammenziehen aller historischen Daten (Wer hat produziert? Welche Charge? Welches Werkzeug? Welche Parameter?) zu einem vorläufigen Fehlerbericht.
- e) **Rezeptur-Optimierung (PUR):** Anpassung der Mischungsverhältnisse von Polyol und Isocyanat basierend auf den aktuellen Chargenschwankungen und Hallentemperaturen, um konstante Schaumdichte zu gewährleisten.
- f) **Werkzeug-Wartungsplanung (Predictive Maintenance):** Analyse der Schusszahlen und Zykluszeiten. Vorschlag für Wartung ("Auswerfer fetten"), bevor Gratbildung am Bauteil entsteht.
- g) **Rezyklat-Management:** Berechnung des maximal erlaubten Rezyklat-Anteils für den aktuellen Auftrag basierend auf den aktuellen Qualitätsdaten des Mahlguts, ohne die mechanischen Eigenschaften zu gefährden.
- h) **Normen-Compliance Check:** Abgleich der vom externen Agenten gemeldeten Norm-Änderungen mit den internen Prüfplänen und Arbeitsanweisungen. Markieren veralteter Dokumente.
- i) **Energie-Qualitäts-Korrelation:** Analyse, ob Energiesparmaßnahmen (z.B. Absenken der Zylindertemperatur) zu einer signifikanten Verschlechterung der Bauteilqualität geführt haben.
- j) **Haltbarkeitsüberwachung:** Überwachung der Lagerdauer von reaktiven Komponenten (Topfzeit) im ERP und Priorisierung der Abarbeitung gefährdeter Chargen ("First Expired, First Out").

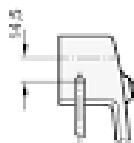
Dokumentation und Schulung bei Ali



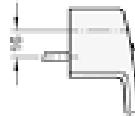
Form KR



Form KL



Form KU



AG Kunststofftechnik GmbH

Startseite Über uns Kontakt ▾

Ihr Experte für Kunststoffverarbeitung

AG Kunststofftechnik GmbH bietet umfassende Dienstleistungen in der Kunststoffverarbeitung, einschließlich Bauteilkontrolle, Montage, Nacharbeiten. Kontaktieren Sie uns für Ihre individuellen Lösungen!















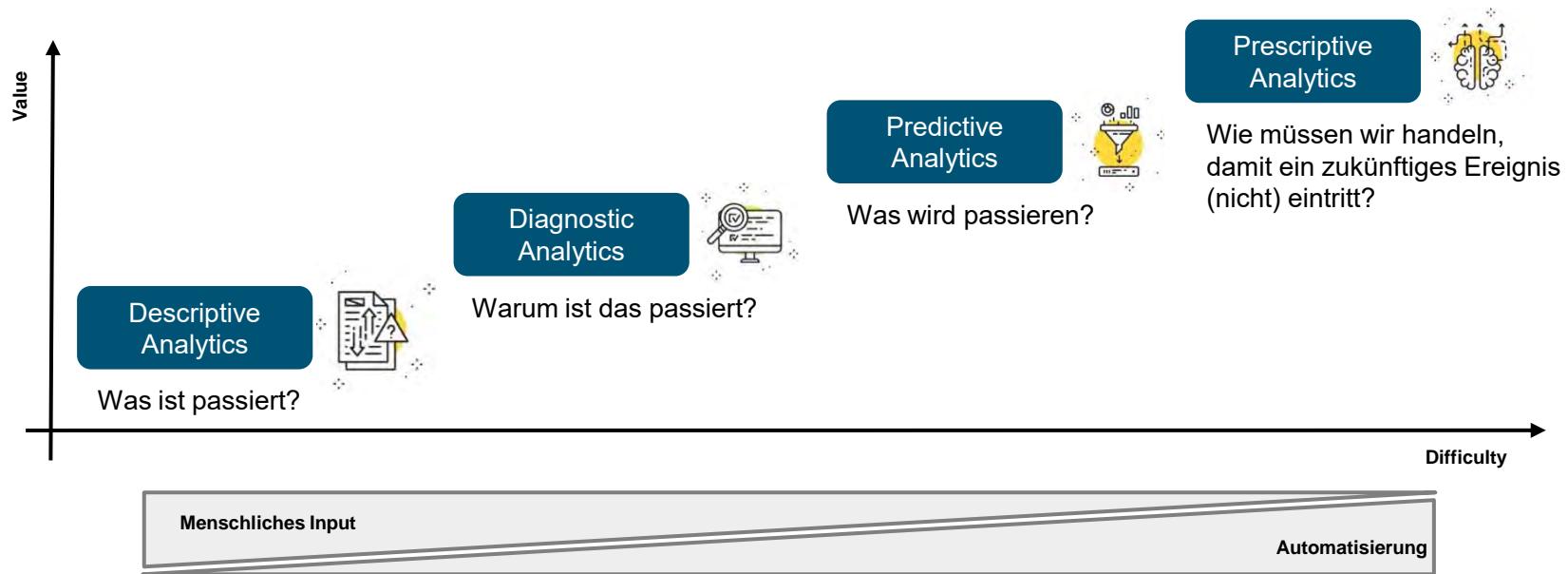
Fallbeispiele

- › Matthias Wagner verantwortet die Fertigung beim Kunststoffrecycling wie der Firma THEES. Sensorik, Maschinenfeedback und kurze Textnotizen der Werker laufen in einem Data-Lake zusammen, doch bisher werden Abweichungen oft zu spät erkannt. Eine GenAI-Anwendung analysiert kontinuierlich unstrukturierte Meldungen, Schichtbücher und Parameterverläufe und erzeugt „sprechende“ Qualitätswarnungen: „Die Kombination aus steigender Extrudertemperatur und vermehrtem Ausschuss an Maschine 4 deutet auf Werkzeugverschleiß hin – bitte prüfen.“



Advanced Data Processing

- Strukturierung und Bewertung bestehender Verfahren der Datenverarbeitung
- Strukturierte Extraktion von Informationen aus Daten
- Modellierung von Informationsbereitstellung im jeweiligen Kontext zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen



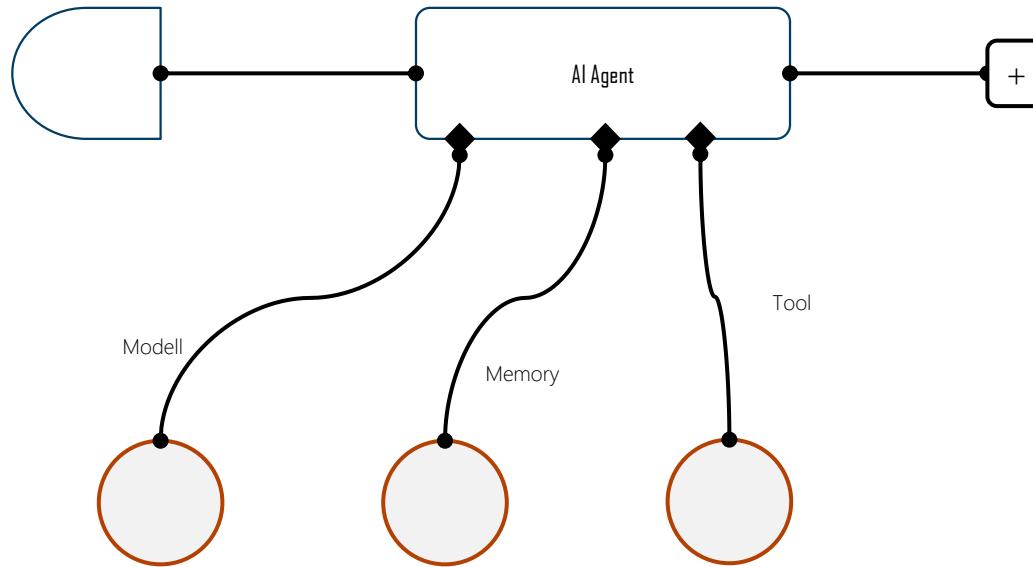
Quelle: [Möll 17]; [Lane 12]

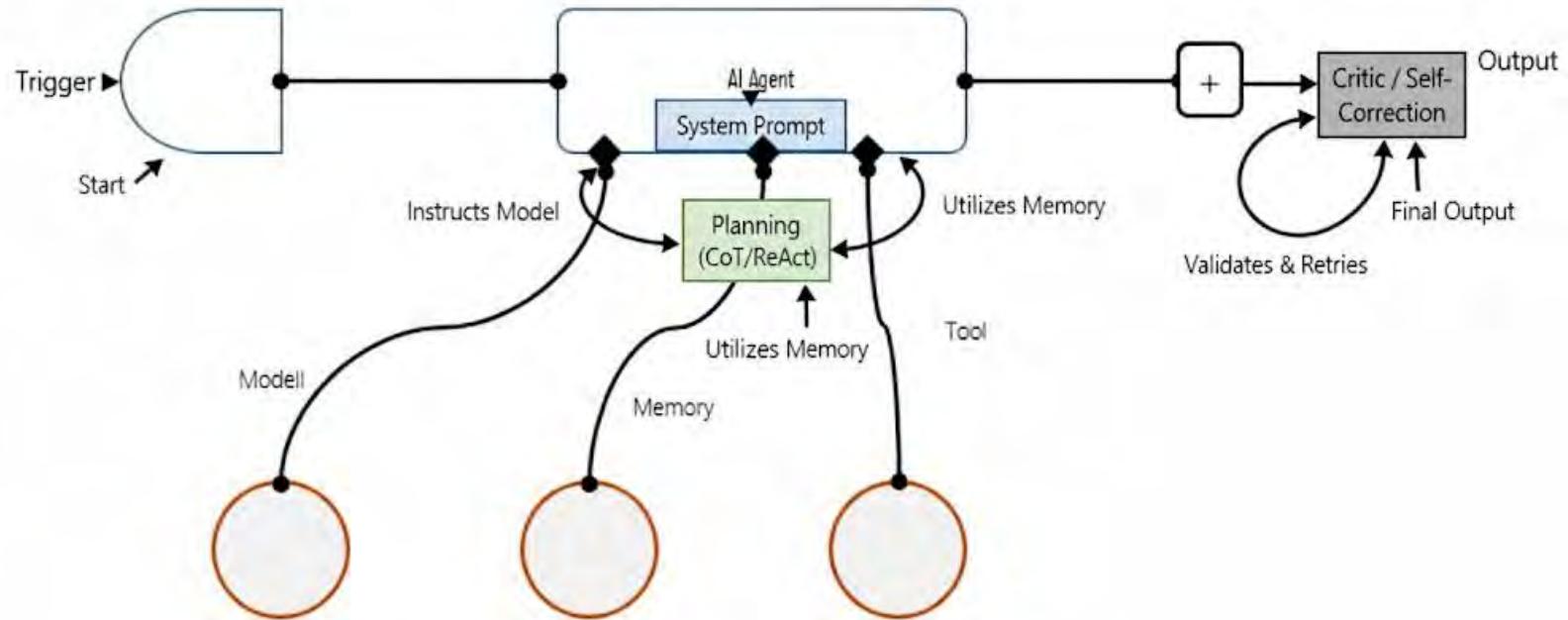
Fallbeispiele

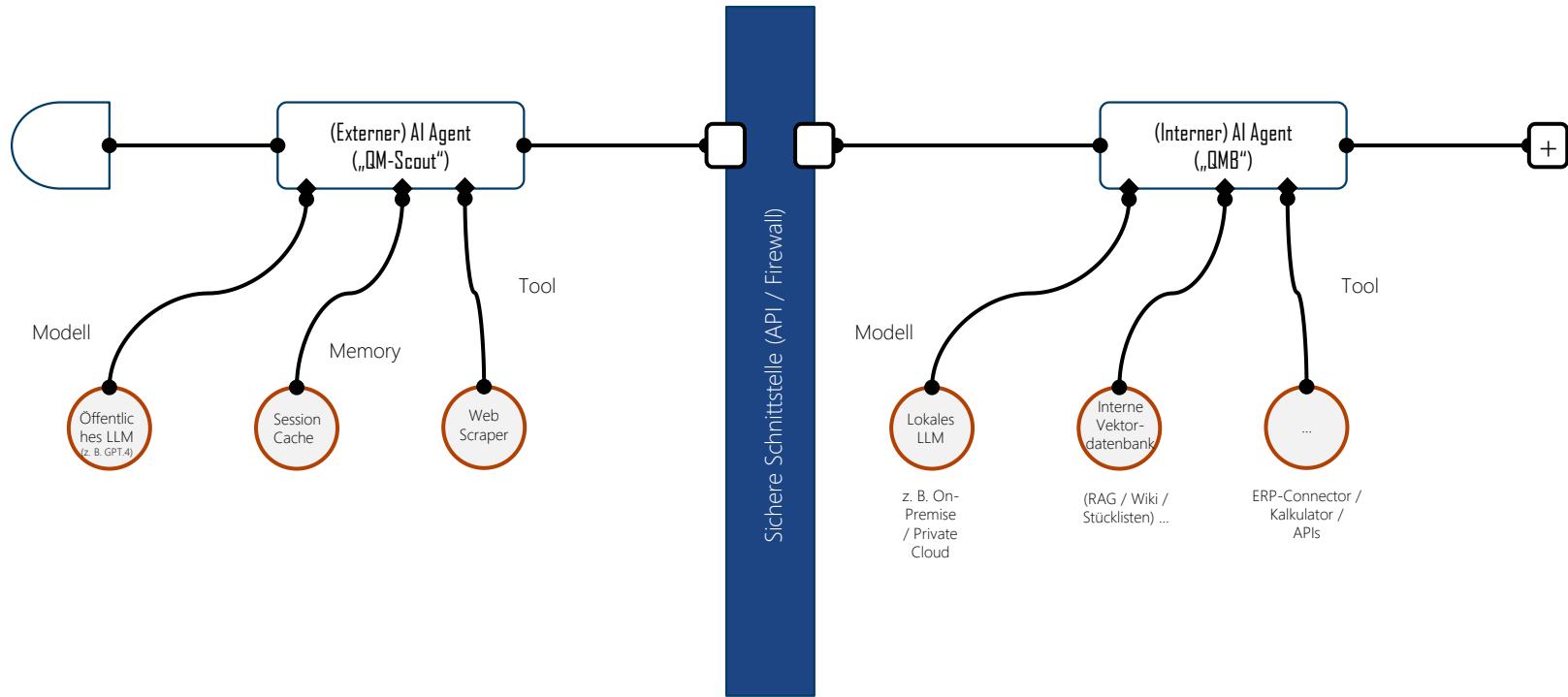
› Sprach-(oder Bild) gesteuertes 8D-Reporting – „Ann-Christin bei der ZWT“

Ann-Christin Bajohr unterstützt Qualitätsprojekte in einem ZWT e. v.-Netzwerk. Sie hat früher halbe Tage damit verbracht, 8D-Reports aus E-Mails, Besprechungsnotizen und Messdaten zusammenzukopieren. Heute startet sie nach einem Eskalationsmeeting einfach eine Sprachaufnahme: „Erstelle einen 8D-Report für die Reklamation 4711 von Kunde X...“. Die GenAI-Anwendung strukturiert Inhalte, füllt das definierte 8D-Template, zieht relevante Daten aus ERP/CAQ zu und kennzeichnet Lücken, die noch vom Team ergänzt werden müssen.









Fallbeispiele

› Maßnahmenbibliothek und automatische Vorschläge – „Saskia bei Müller-Technik“

Saskia Fuchs verantwortet Serienanläufe bei einem Unternehmen wie Müller-Technik. Aus Jahren von Reklamationen, Audits, FMEA-Reviews und PPF-Dossiers entsteht mit GenAI eine „Maßnahmenbibliothek“. Bei einem neuen Fehlerbild fragt Saskia: „Welche Maßnahmen haben bei ähnlichen Fehlern in der Vergangenheit funktioniert?“ Das System schlägt konkrete, im eigenen Unternehmen erprobte Maßnahmen mit Kontext vor (Linie, Werkzeug, Material, Kunde) und warnt zugleich vor bereits gescheiterten Ansätzen.

Adaptive Schulung im Shopfloor – „Ali bei AG Kunststofftechnik“

Ali Ertas ist neu im Qualitätsbereich bei einem Spritzgießer wie AG Kunststofftechnik. Mit AR-Brille oder Tablet bekommt er Schritt-für-Schritt-Anleitungen: „So erkennst du typische Bindenähte bei Bauteil X“ – angereichert mit synthetisch generierten Beispielbildern und kurzen Quizfragen. GenAI erzeugt realistische Trainingsfälle aus echten Qualitätsdaten, anonymisiert sie und passt Schwierigkeit und Inhalt an Alis Lernfortschritt an – so entsteht praxisnahes, standardisiertes Onboarding trotz Fachkräftemangel.

Fallbeispiele

› Visuelle Qualitätskontrolle mit wenig Daten – „Joachim bei MS Ultraschall“

Joachim Stüwe entwickelt Prüfprozesse mit Ultraschall- und Bildtechnik. Früher scheiterte der Aufbau robuster Bilderkennungsmodelle an fehlenden gelabelten Daten. Mit GenAI werden aus wenigen Referenzbildern synthetische Varianten erzeugt: unterschiedliche Oberflächen, Beleuchtungen, Verschleißzustände. Das Vision-System lernt dadurch deutlich schneller, Defekte sicher zu erkennen, und Joachim nutzt ein LLM-Interface, um das System zu erklären zu lassen, warum ein Teil als „nicht i.O.“ bewertet wurde – ein wichtiger Schritt in Richtung erklärbarer KI im QM.

Agenda und Ziel

- 1 Vorstellung Prof. Karl / Thematische Einordnung
- 2 Von der KI-Steinzeit in die GenKI-Gegenwart
- 3 Interaktiv: Einsatz GenKI im Qualitätsmanagement
- 4 Ausblick: Aktuelle Grenzen und Forschungsaktivitäten



Der korrekte Umgang mit Technologien

Ausgewählte Negativbeispiele und deren Herausforderungen

WirtschaftsWoche

REPORT MIT FEHLERN

„Menschliches Intelligenz-Problem“: Deloitte muss Australien Geld zurückzahlen

Rund 250.000 Euro bekam Deloitte von der australischen Regierung für einen Report. Doch der war voller Fehler, produziert von KI.

Jannik Deters
07.01.2025 – 18:32 Uhr

tagesschau

KI erfindet jede dritte Antwort

Eine neue Fehlermeldung: KI erfindet jede dritte Antwort

5 Min

5 Min

Ein Bild von einer Person, die auf einen Bildschirm schaut. Ein Balkendiagramm zeigt die Fehlerhäufigkeit von KI-Modellen.

KI-Modell	Anteil an Fehlern
Copilot	~40%
ChatGPT	~40%
Perplexity	~20%
Gemini	~100%

SPIEGEL Wirtschaft

3 Min

Wenn du magst, passe ich Ton und Detailtiefe (z. B. nüchternen Nachrichtenstil vs. magaziniger) oder markiere dir die konkreten Änderungen im Vergleich zum Original. **S**

fin

UNI TRO

Warnhinweis als „Beipackzettel“

* Extreme testing. No imitation!
* Features vary by models and versions
*We kindly request that all users refrain from making any modifications or using the robot in a hazardous manner.
*Please visit Unitree Robotics Website for more related terms and conditions and comply with local laws and regulations.
*Currently, the humanoid robot field is in the early stages of development. Individual users are advised to thoroughly understand the product and its potential risks before making a purchase.

Air Canada

Chatbot verspricht Fluggäste irrtümlich Rückerstattung – Airline muss zahlen

Er gewährte einen Rabatt, den es gar nicht gab. Weil ein Chatbot gegen die eigenen Richtlinien verstieß, wollte Air Canada einen Kunden auf dessen Kosten sitzen lassen. Nun entschied ein Gericht gegen das Unternehmen.

20.02.2024, 11:41 Uhr

MORAL MACHINE

Was soll das selbstfahrende Auto machen?

1 / 13

Two diagrams illustrating a trolley problem for self-driving cars:

- Left diagram: A car is heading towards five people tied to the tracks. The driver can divert it to a track with only one person tied to it.
- Right diagram: A car is heading towards five people tied to the tracks. The driver can divert it to a track where a person can stop the car, but five other people are tied to the tracks.

Beschreibung einblende

Kritische Würdigung



EBU
OPERATING EUROVISION AND EURORADIO

BBC

News Integrity in AI Assistants

An international PSM study

October 2025

47
50
52
55
57
58
59
60
60
61
63
63
64
66
66
67

tagesschau Sendung verpasst? ▶

Künstliche Intelligenz
KI erfindet jede dritte Antwort

Stand: 27.10.2025 14:46 (h)

Eine neue Studie der Europäischen Rundfunkunion zeigt alarmierende Fehlerquoten bei populären KI-Chatbots. Die Systeme erfinden regelmäßig Informationen und geben sogar falsche Quellen an.

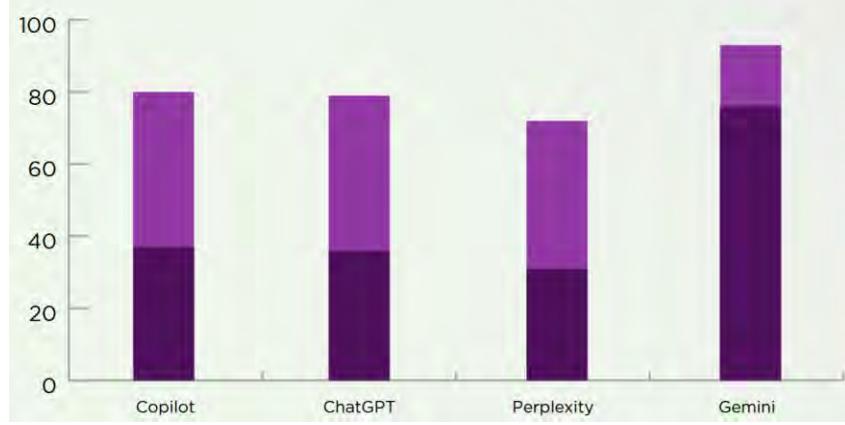
Von Jing Schieb, WDR

Sie fragen ChatGPT nach dem Wahlausgang, lassen sich von Gemini die Nachrichten zusammenfassen oder bitten Perplexity um Hintergründe zum Nahostkonflikt: Millionen Deutsche vertrauen täglich auf KI-Chatbots als Informationsquellen. 800 Millionen Menschen weltweit nutzen allein ChatGPT jede Woche. Die digitalen Assistenten ersetzen für viele bereits die klassische Google-Suche.

Doch dieses Vertrauen ist riskant, wie eine aktuelle Studie [\[2\]](#) der Europäischen Rundfunkunion (EBU) zeigt. Der Zusammenschluss von 68 öffentlich-rechtlichen Sendern aus 56 Ländern hat systematisch die Zuverlässigkeit der populären KI-Systeme getestet.

Das erschreckende Ergebnis: ChatGPT, Gemini und andere Chatbots erfinden bis zu 40 Prozent ihrer Antworten und stellen sie als Fakten dar.

47
50
52
55
57
58
59
60
60
61
63
63
64
66
66
67

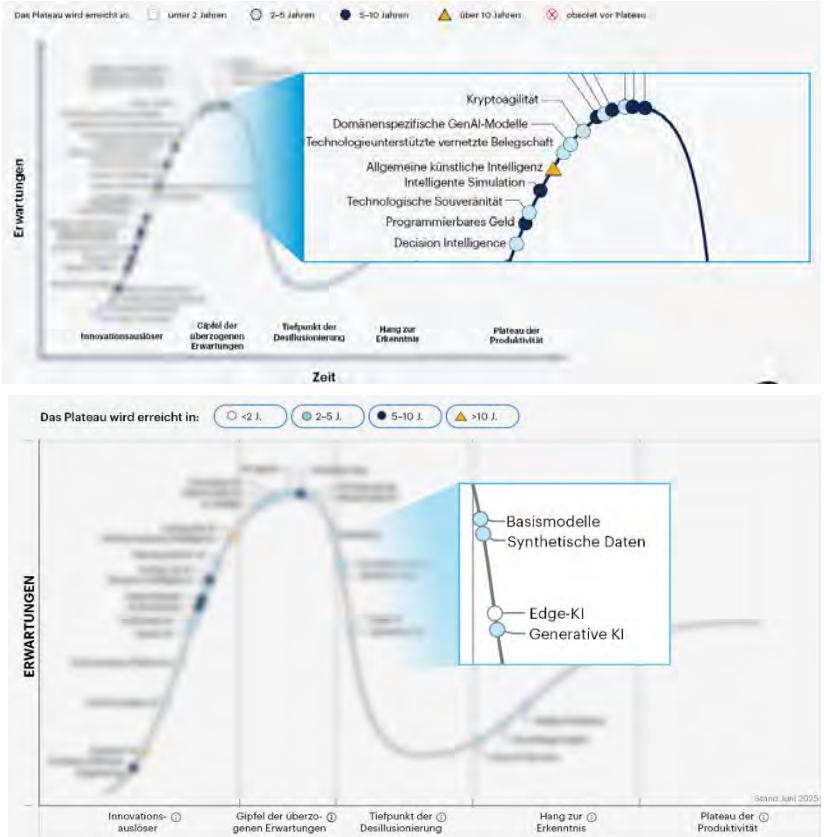


- Teilweise problematisch
- Erheblich problematisch

Hinweis: Basierend auf Antworten auf „Kernfragen“ aus den kostenlosen/Verbraucher-Versionen der genannten Assistenten. Copilot n=675, ChatGPT n=678, Perplexity n=681, Gemini n=675. Quelle: BBC-EBU, AIResearch

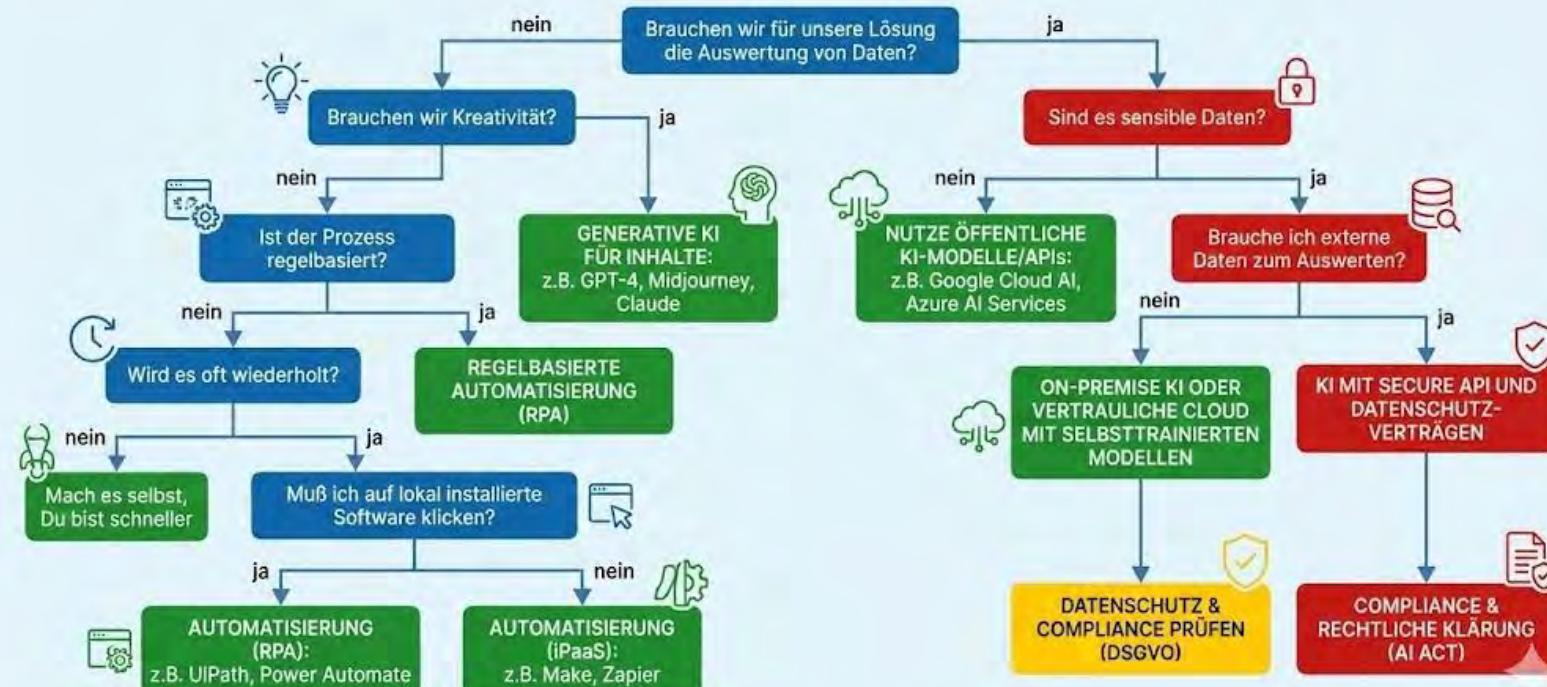
Erwartungshaltung an neue Technologien

Vom Gartner Hype Cycle zum Auftrag der PHWT



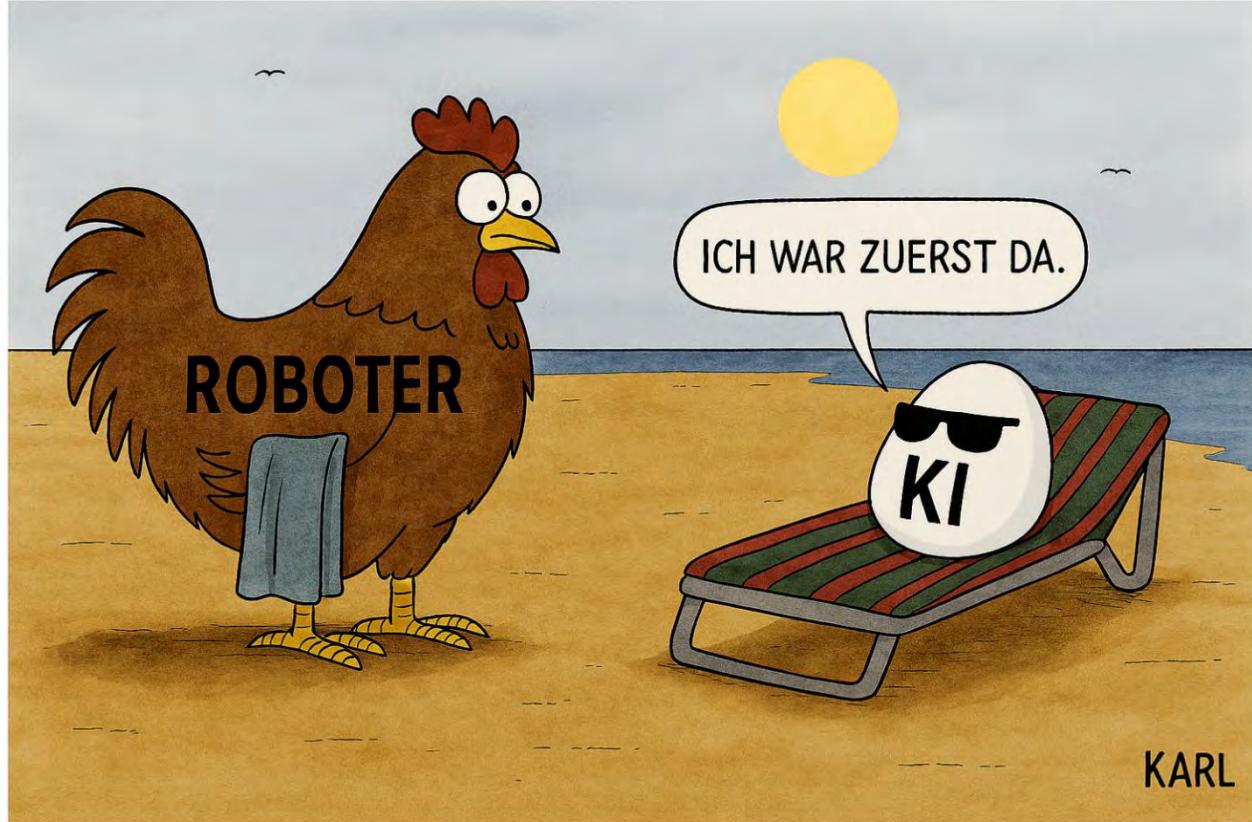
ERWEITERTE KI-LÖSUNGSBAUM:

Strategien für den KI-Einsatz



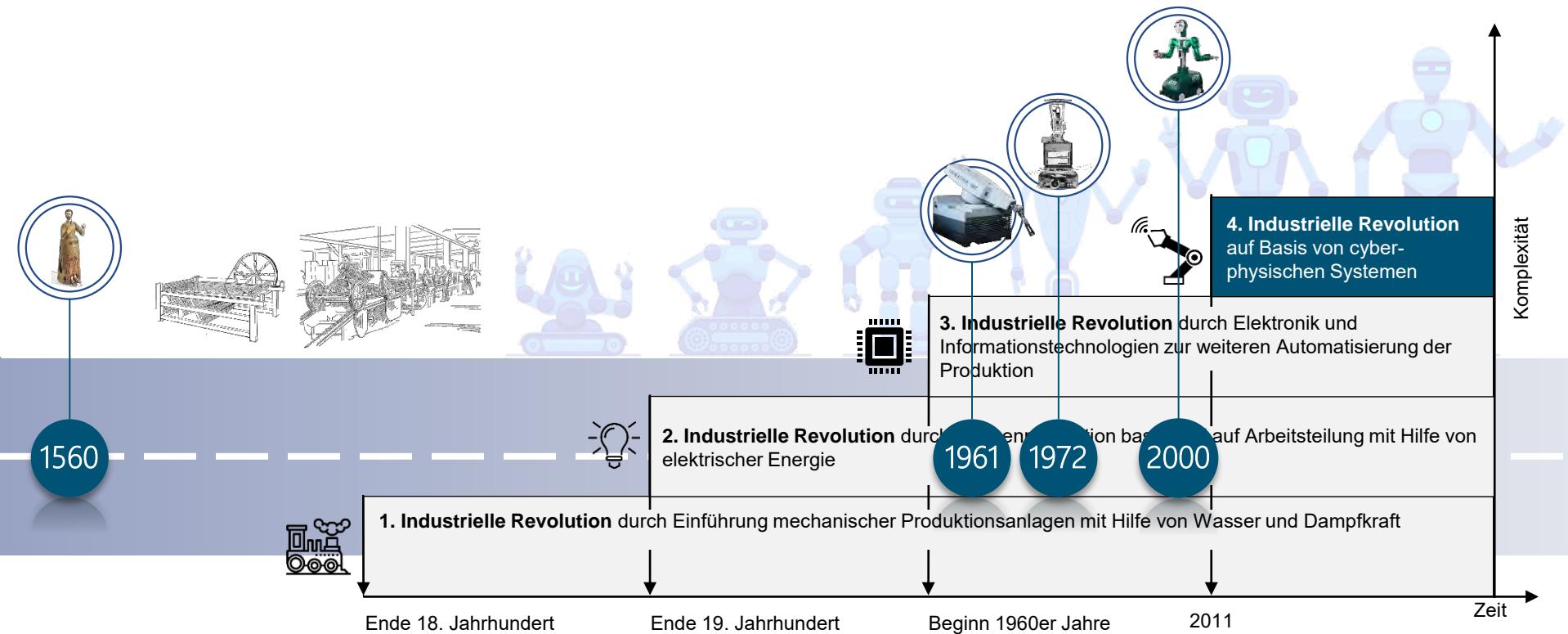
Robotik vs. KI

Und die Henne-Ei-Problematik



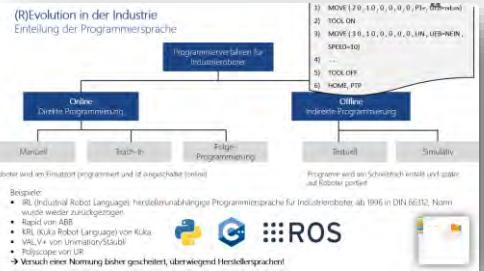
(R)Evolution in der Industrie

Evolution humanoider Roboter



UR und seine Agenten

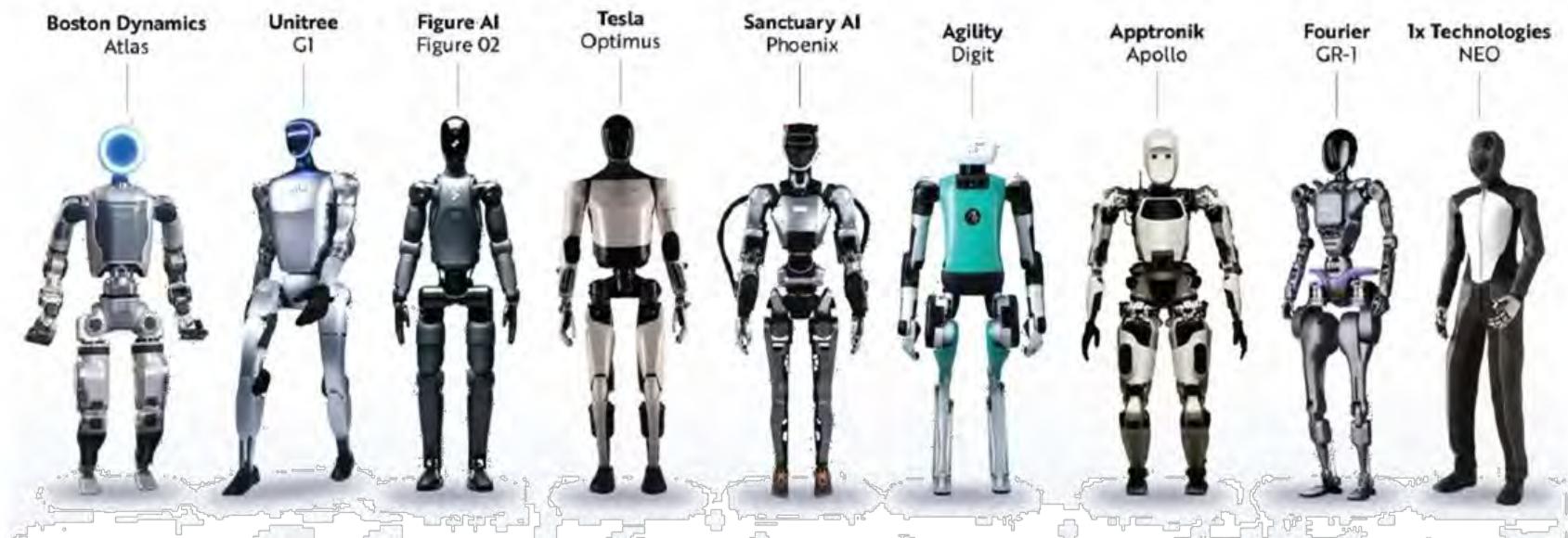
Beispiel „Ich habe hunger“

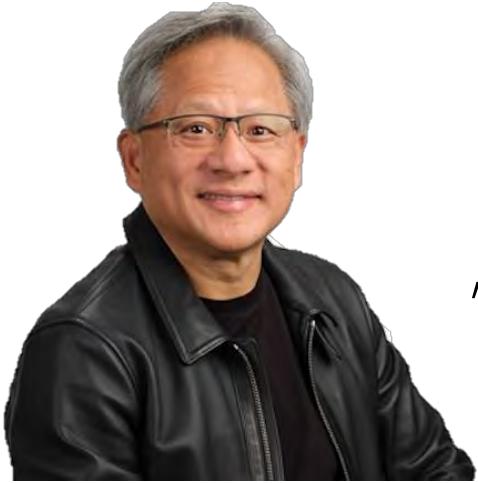


Der UR-Robtor,
der auf
Sprachbefehle
hört.

Robotik 2025

„Aktuelles Klassenfoto“





„Everything that moves will be autonomous“

Jen-Hsun (Jensen) Huang, Gründer und CEO von Nvidia

*„KI und Roboter werden alle Jobs ersetzen –
Arbeiten wird dann nur noch optional sein.“*

Elon Musk



Robotik 2025

Unitree G1/R1



Über Unitree:

- Aufgrund Informationsstrategie China sind nur wenige belastbare Informationen verfügbar
- Jahresumsatz „zuletzt“ bei ~ 140 Millionen Dollar
- Aktuelle Schätzung der Produktionskapazität: ca. 10.000 bis 60.000 Roboter pro Jahr

World ▾ Business ▾ Markets ▾ Sustainability ▾ Let's talk ▾ Commentary ▾ Technology ▾ Investigation ▾

Chinas Unitree Robotics startet Börsengang

By Reuters

July 18, 2025 2:57 PM (GAT) +1 (Updated: July 18, 2025)

MARKETS BUSINESS INVESTING TECH POLITICS VIDEO INVESTING CLUB PRO LIVESTREAM

China's Unitree heats up humanoid robot race as IPO valuation reportedly hits \$7 billion

PUBLISHED TUE, SEP 8 2025 6:53 AM EDT | UPDATED TUE, SEP 8 2025 7:35 PM EDT

Dylan Butts @Dylan_Butts 87454587

SHARE f x in e

KEY POINTS

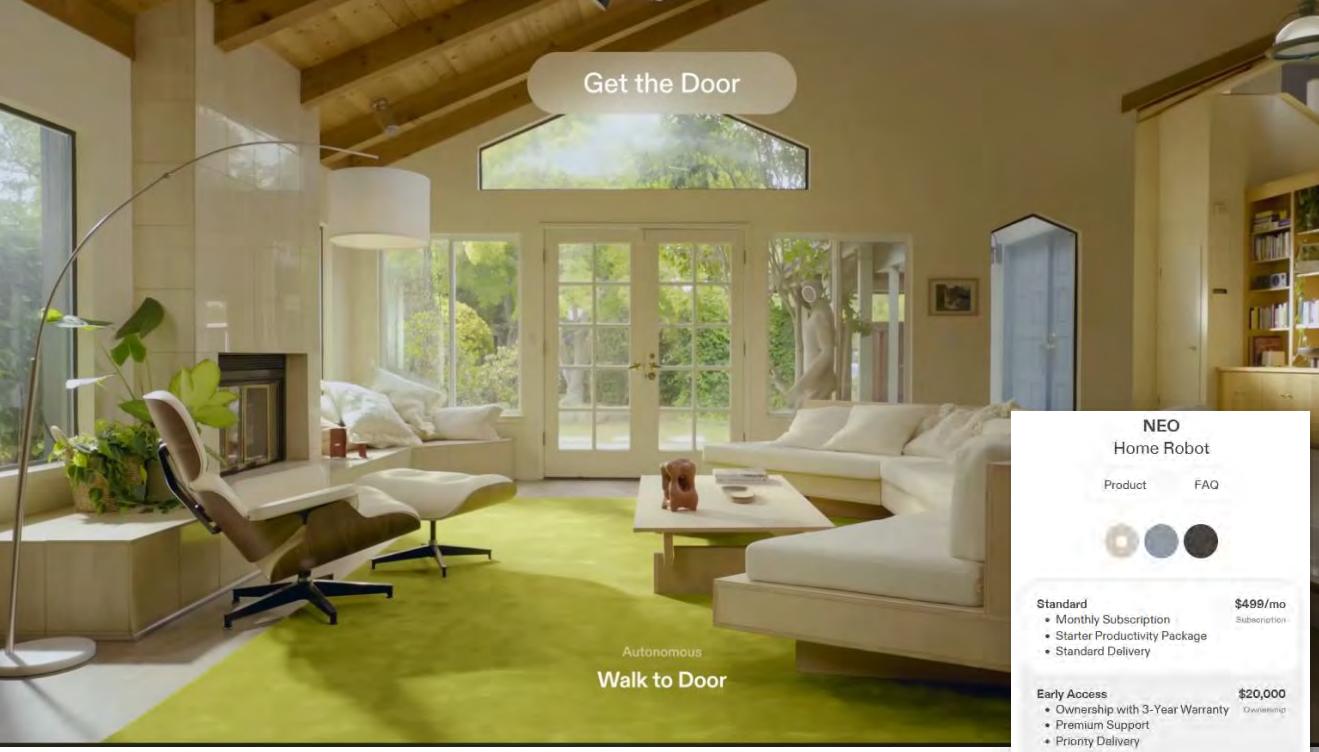
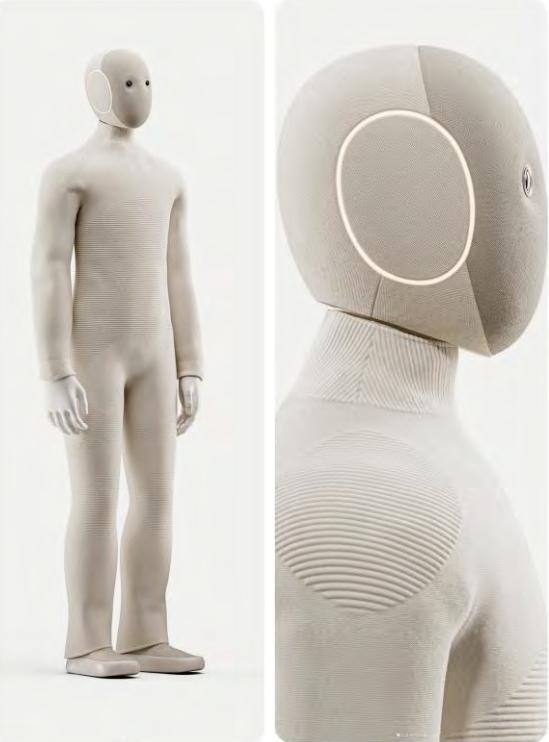
- Unitree Robotics is planning an initial public offering that could value the company at up to 50 billion yuan (\$7 billion).
- This fresh valuation would mark a sharp jump from its latest fundraising round reported in June.
- Unitree earlier revealed that it was expecting to submit the application documents in the fourth quarter of 2025.

Unitree Robotics is a Chinese company that designs and manufactures humanoid robots. It has been developing its first-generation robot, the Unitree G1, since 2018. The company has raised over \$1 billion in funding from various investors, including Alibaba Cloud, Baidu, and the Chinese government. The G1 robot is currently available for purchase at a price of approximately \$24,000. The company is currently working on its second-generation robot, the Unitree R1, which is expected to be released in 2025. The R1 robot is designed to be more advanced and capable than the G1, with improved sensors and a more advanced control system. The company is also developing a range of other products, including a humanoid robot for the home and a humanoid robot for industrial applications.

Unitree Robotics is seeking an investment institution to assist in its initial public offering. The company is currently in the process of preparing its application documents in accordance with relevant regulations. The company is also developing a range of other products, including a humanoid robot for the home and a humanoid robot for industrial applications.

Robotik 2025

1XTech: Neo Home-Robot



„Moral Machine“

**MORAL
MACHINE**

Start Beurteilen Klassik Designen Durchsuchen Über Feedback De

Was soll das selbstfahrende Auto machen?

1 / 13

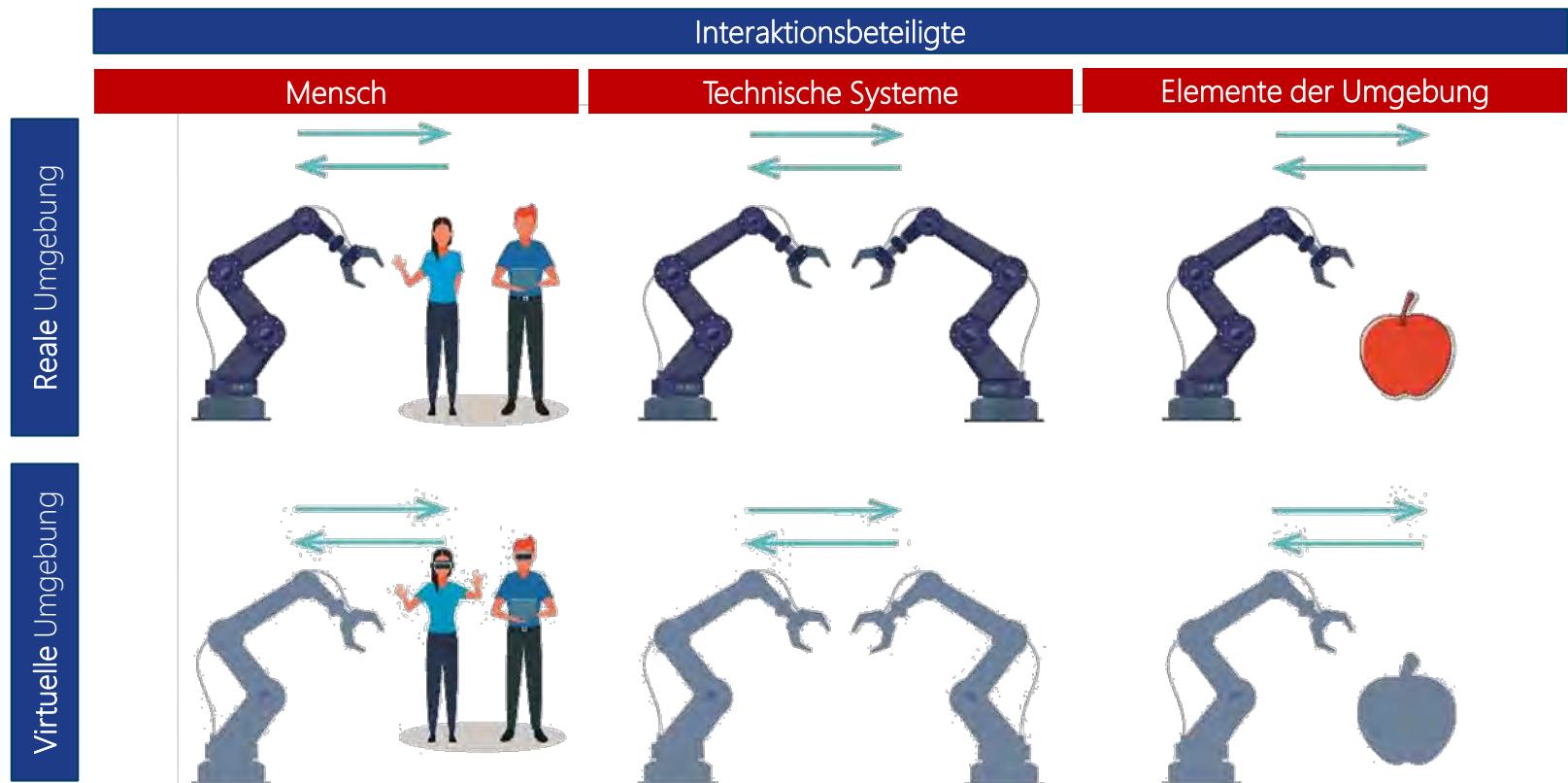
The image displays two side-by-side scenarios from the Moral Machine game. Both scenarios show a blue self-driving car on a two-lane road. In the left scenario, the car is heading straight towards a group of five people (three adults and two children) standing in the center of the road. A large yellow arrow points downwards, indicating the car's path. In the right scenario, the car is heading straight towards a group of five people (three adults and two children) standing in the center of the road, but it has the option to swerve right, which would result in the car hitting a single person (one adult and one child) standing in the center of the right lane. A large yellow arrow points downwards and to the right, indicating the car's path if it swerves. Each scenario has a red button at the bottom center labeled "Beschreibung einblende".

Beschreibung einblende

Beschreibung einblende

Lernen durch Interaktion

Typologie verschiedener Interaktionsformen



Lernen durch Interaktion

Interaktion mit realen Elementen der Umgebung



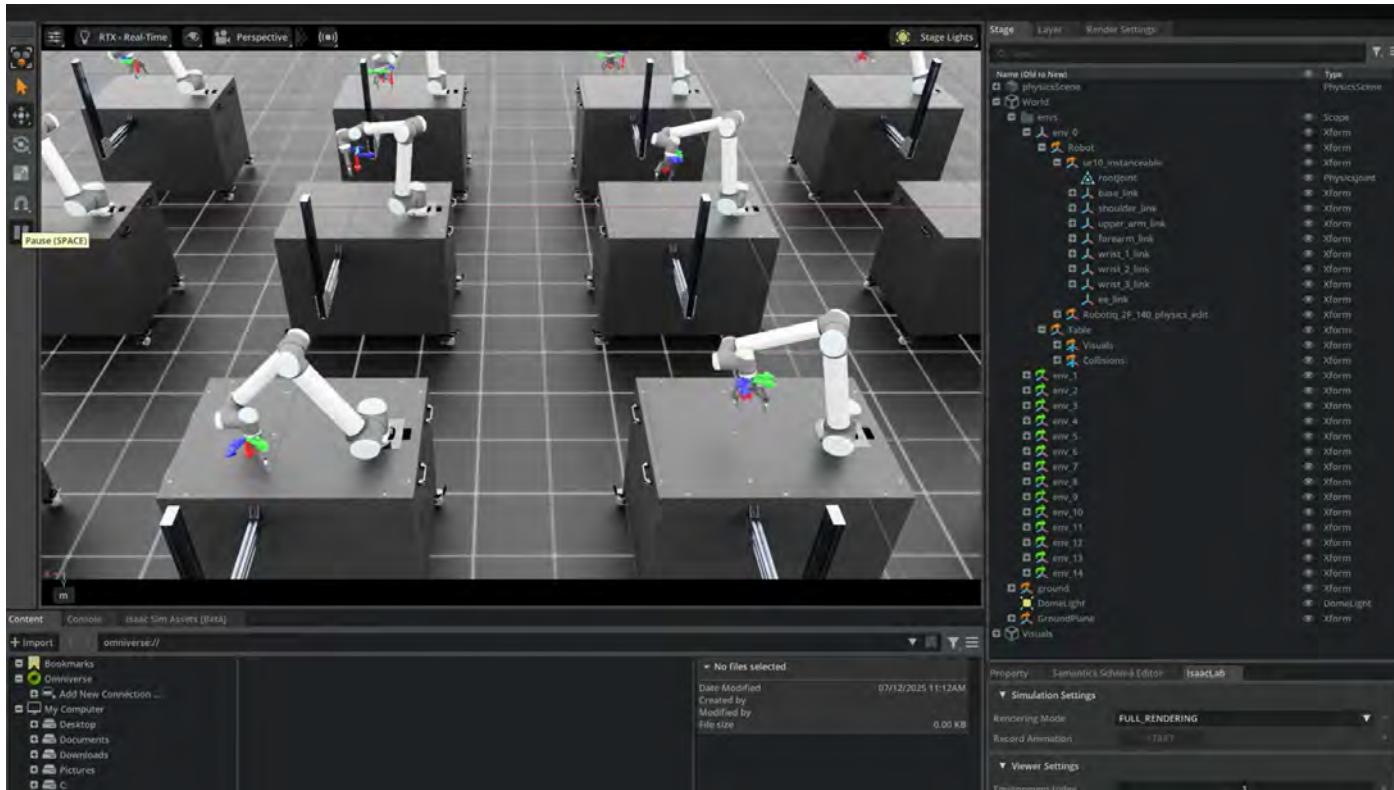
Lernen durch Interaktion

Interaktion eines realen Menschen mit realen sowie virtuellen Robotern



Lernen durch Interaktion

Interaktion eines virtuellen Roboters mit virtuellen Elementen



Lernen durch Interaktion

Interaktion eines virtuellen Roboters mit virtuellen Elementen



Lernen durch Interaktion

Interaktion eines virtuellen Roboters mit virtuellen Elementen



Isaac Lab in
Omniverse Digital Twin

Aktuelle Grenzen der künstlichen Intelligenz

Eine Einordnung zur Veranschaulichung

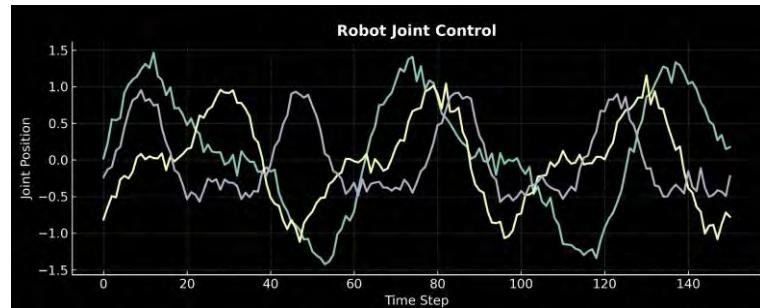
Wissens-
ökonomie
(Bits & Bytes)



Datenquelle: Internet
(u. a.)



2025 bis 2028



2028 bis 2050



Physische Ökonomie (Atome und Photonen)

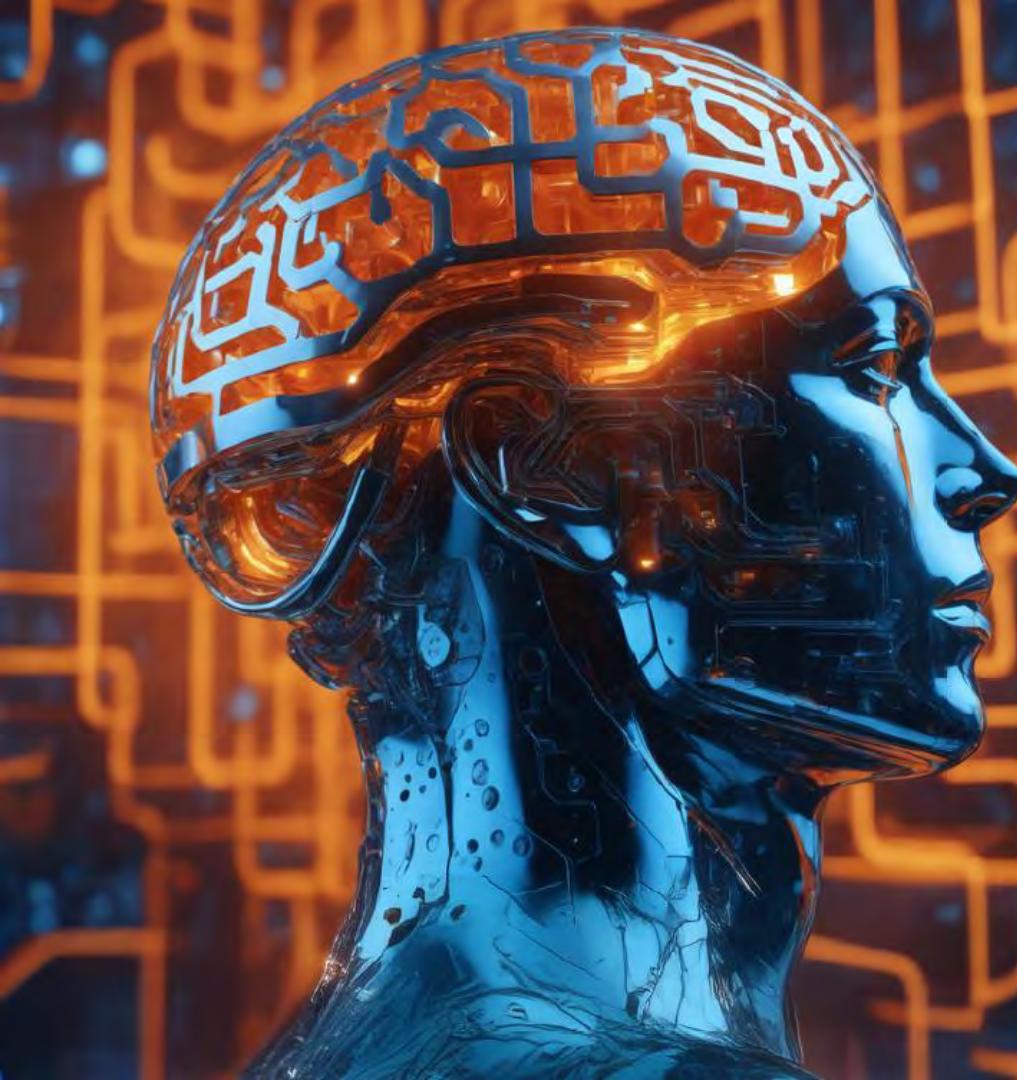


Rückblick

Kritische Würdigung







phwt

Private Hochschule
für Wirtschaft und Technik

Prof. Dr.-Ing. Alexander Karl
Professur für Produktionsautomatisierung und maschinelles Lernen

karl@phwt.de
Tel +49 5441 992 102
Mobil +49 171 70 22 00 6