

# ***Künstliche Intelligenz***

**Gestern – Heute – Morgen**

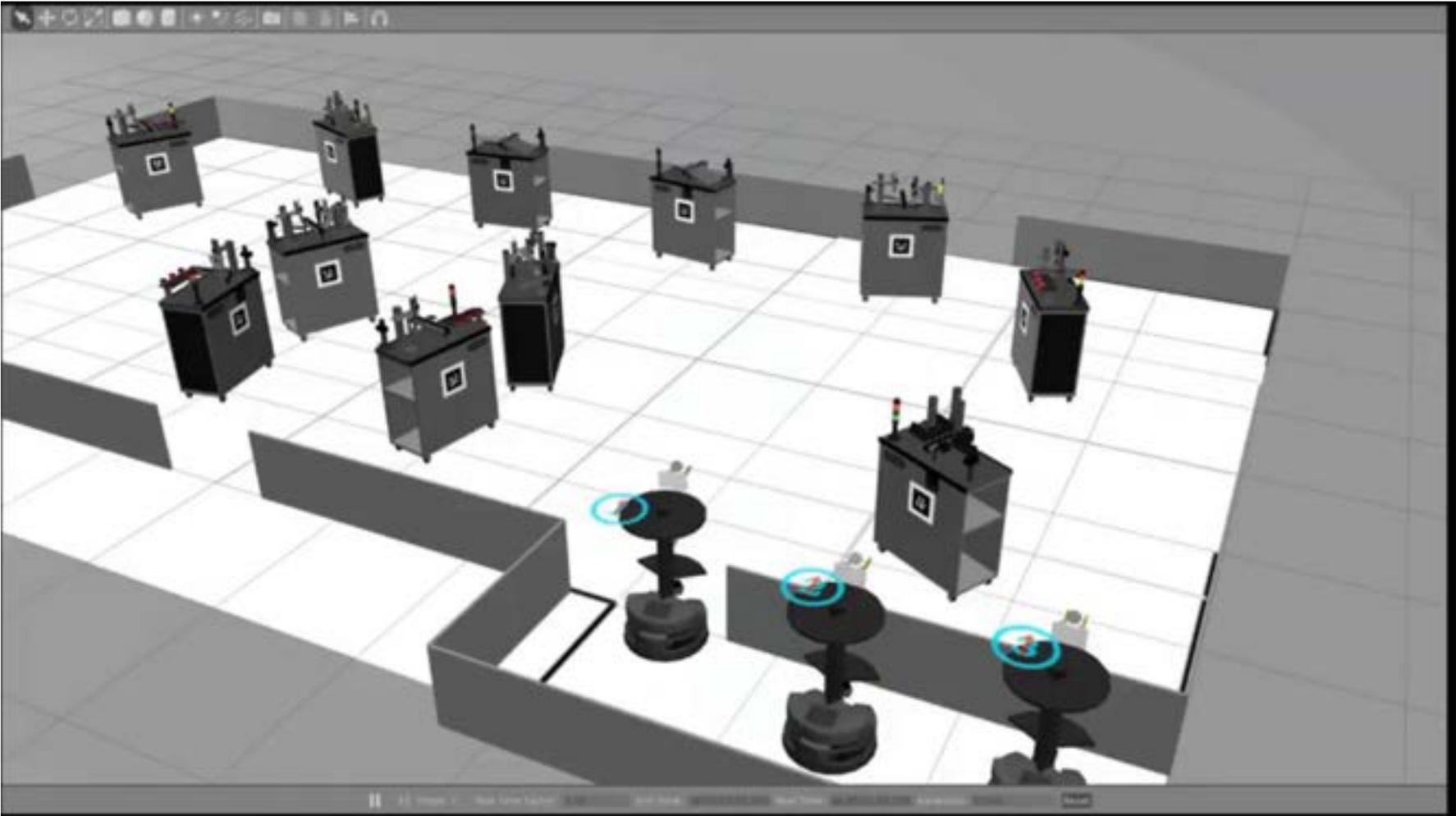
**Prof. Dr. habil. Jana Koehler**

# Über Mich

- **Ausbildung**
  - Studium der Informatik und Wissenschaftsmanagement HU Berlin
  - Promotion in AI Planning am DFKI/Uni des Saarlandes
  - Habilitation an der Uni Freiburg/Breisgau
  - Forschungsaufenthalte: Linköping, Maryland, Berkeley
- **1999-2001**
  - Schindler AG Ebikon
    - KI-Planungslösung für die Zielrufsteuerung von Aufzügen
- **2001-2010**
  - IBM Forschungslabor Rüschlikon/ZH
    - WebSphere Geschäftsprozessmanagement & Service-Orientierte Architekturen
    - BPMN 2.0 Standard
- **2010-2018, 2022-**
  - Professorin an der Hochschule Luzern (AI Robotik Labor, Weiterbildung KI)
- **2019-2022**
  - Professorin an der Uni des Saarlandes/DFKI



# Industrie 4.0 Weltmeisterschaft Robocup Logistics – Wir sind die Nummer 3!





*Steven Spielberg: Artificial Intelligence, 2001*

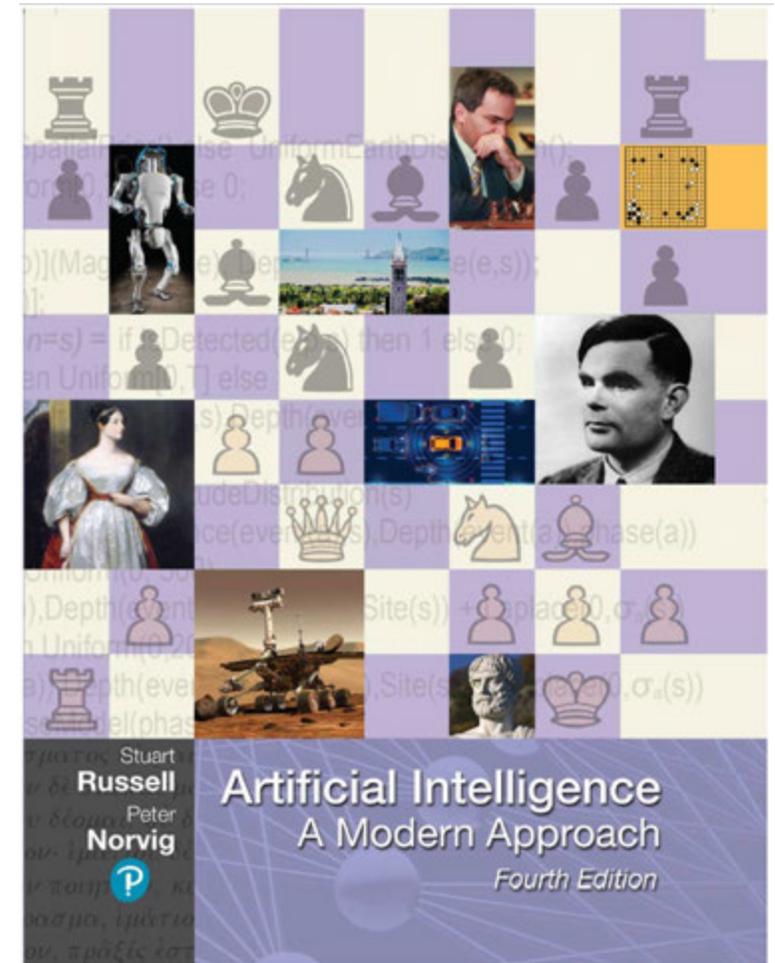
**Mehr als 2500 Seiten Algorithmen ...**

Stuart Russell & Peter Norvig

*Artificial intelligence: A Modern Approach*

4th edition, 2020.

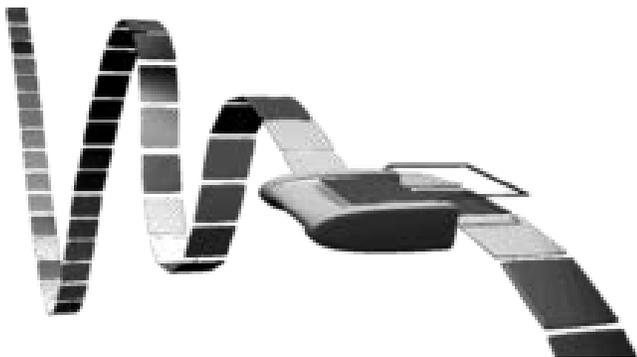
<http://aima.cs.berkeley.edu/>



# Die Anfänge der Künstlichen Intelligenz



A. M. Turing (1950)  
Computing Machinery and Intelligence  
Mind 49: 433-460



## Alan Turing: Can Machines Think?



# 1956 Dartmouth College Summer Workshop

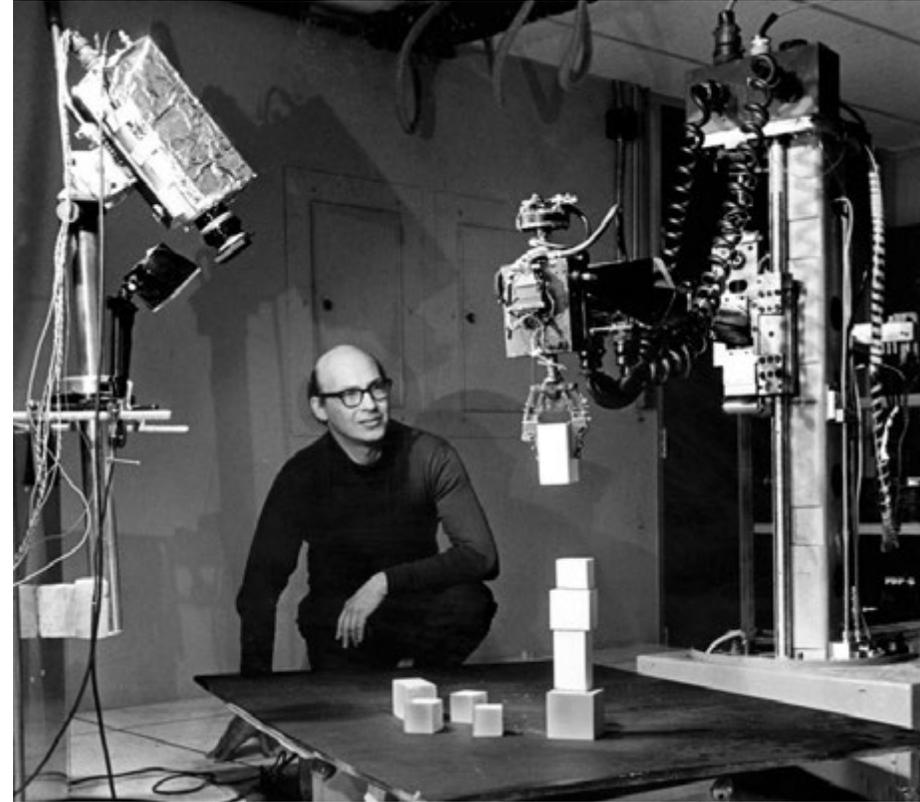
We propose that a 2 month, 10 man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves. We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer.

# «Complex Computer Applications» vs. «Artificial Intelligence»



**John McCarthy (1927-2011)**

**„Symbolische  
KI“**



**Marvin Minsky (1927-2016)**

**„Subsymbolische  
AI“**

# Symbolische KI

- Was sind die Gesetze des **rationalen Denkens**?
- Wie können wir menschliches Wissen darstellen?
  - Wahrheit und Falschheit
  - Wahrscheinlichkeiten, Unsicherheit
- Explizite, für den Menschen interpretierbare Modelle
- Wie können Computer mit menschlichem Wissen umgehen?
  - Modellierungssprachen
  - Suchalgorithmen
    - Korrektheit: jede gefundene Lösung ist richtig
    - Vollständigkeit: alle existierenden Lösungen werden gefunden

# Symbolische KI

Ein Stuhl ist ein tragbarer Gegenstand.

Ein Stuhl hat eine horizontale Fläche in geeigneter Höhe zum Sitzen

Ein Stuhl hat eine vertikale Fläche, die zum Anlehnen geeignet ist...

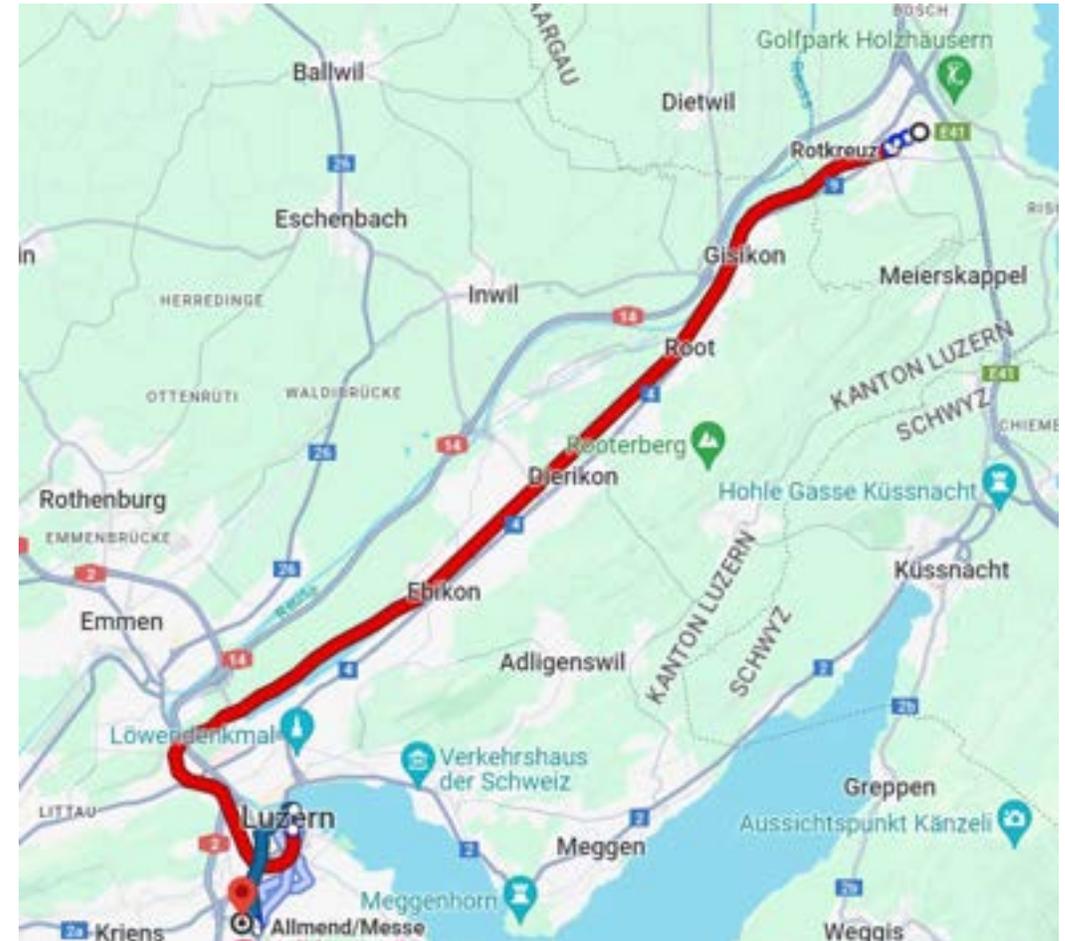
Ein Stuhl ist eine Art von Möbel. Ein Hocker ist eine andere Art von Möbel, aber kein Stuhl.

## Definiere ein Modell

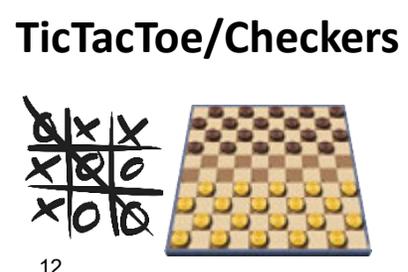
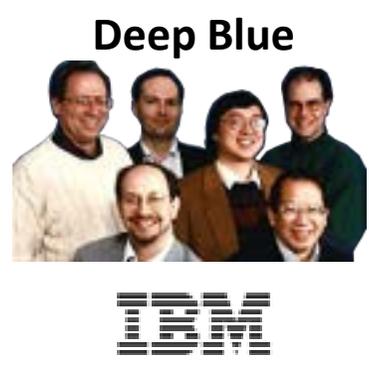
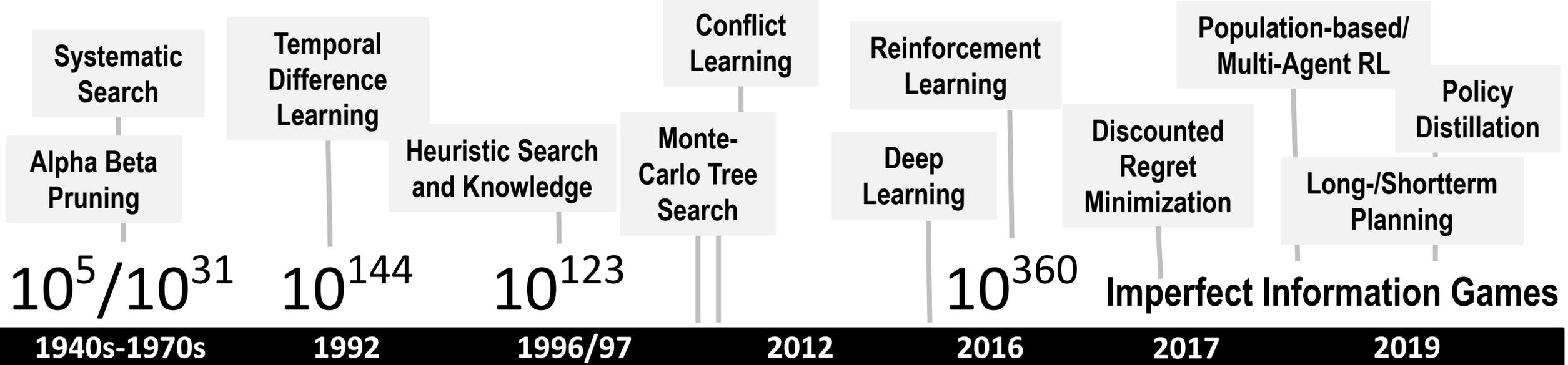
- Symbole, Konzepte, Regeln in einem Formalismus
- Schlussfolgerungsverfahren anwenden

# Routenplanung als Erfolgsgeschichte der Symbolischen KI

- KI-Technologie der 60/70er Jahre
  - Heuristische Suche
- Leichtere Bedienung durch Sprach-eingabe/-ausgabe
  - Mehr KI hinzufügen
- Praktischer in einer mobilen App-Umgebung
  - Verwendung von Smartphones
- Noch nützlicher mit Echtzeit-Informationen
  - Nutzung von GPS und Smartphone-Signalen

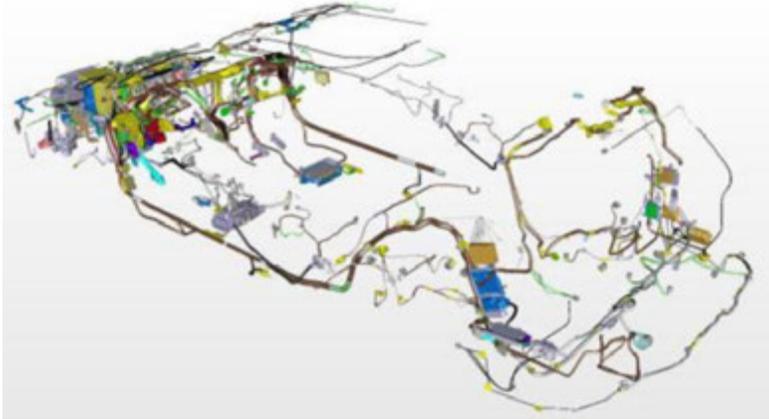


# Fortschritte in Such- und Spielalgorithmen

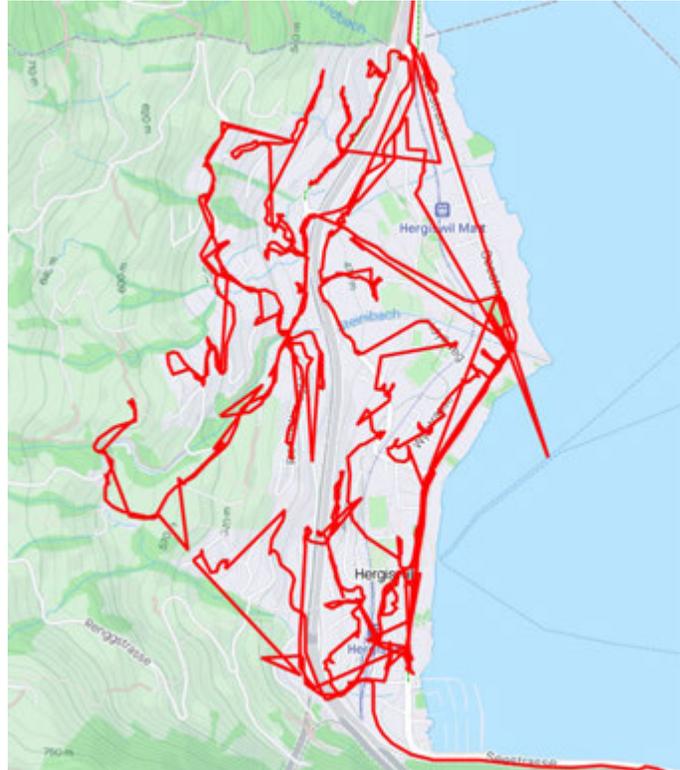


KI: Gestern - Heute - Morgen

# Mit symbolischen KI-Methoden gelöste Probleme I



Was ist die schnellste Methode, um einen Kabelbaum für ein Auto herzustellen?



Was ist die kürzeste Tour zum Müllsammeln in Hergiswil?



Wie kann eine Gruppe von Aufzügen die Fahrgäste so bedienen, dass der Energieverbrauch minimiert wird und die Fahrgäste eine möglichst kurze Fahrzeit haben?

## Mit symbolischen KI-Methoden gelöste Probleme II



Wie viele Drohnen werden für die Überwachung benötigt und welche Routen müssen sie nehmen?



Wann und mit welchen Ressourcen soll eine bestimmte Fahrzeugbestellung produziert werden?



Wie können gelernte Modelle mit kausalem Wissen verbessert werden?

Wie können wir Daten semantisch korrekt abbilden und integrieren?

## Subsymbolische (Numerische) KI

- Wie kann menschliches Denken das Denken von Computern inspirieren?
- Welche **Arten des Lernens** kann ein Computer nutzen?
  - Muster in Daten finden
  - Implizite statistische (numerische) nicht-interpretierbare Modelle
- Wie können Vorhersagen auf der Grundlage gelernter Modelle gemacht werden?
  - Trainings- und Vorhersagealgorithmen
  - Statistische Metriken für die Beurteilung eines Modells
  - Eine bestimmte Lösung kann gefunden werden oder nicht, und sie kann richtig sein oder nicht (je nach konkretem Anwendungsfall)

## Subsymbolische (Numerische) KI



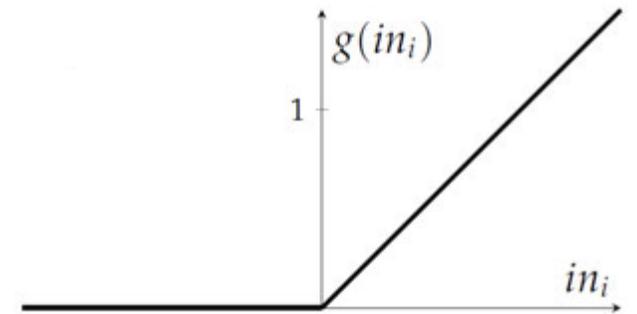
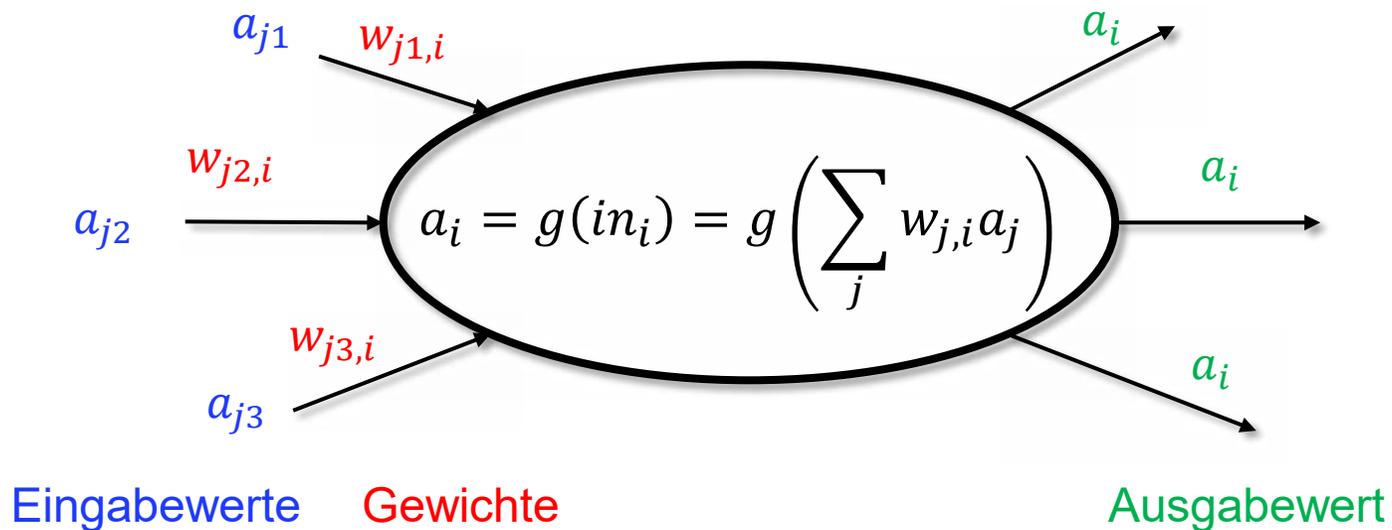
Verwendung vieler verschiedener Beispiele und Nicht-Beispiele für einen Begriff

Die KI lernt ein verallgemeinerndes Muster aus bildlichen oder textlichen Beschreibungen

- Wenn das Muster korrekt ist, hat das System den Begriff „gelernt“, ohne eine explizite Definition zu verwenden

# 1943 McCulloch-Pitts Modell eines Neurons

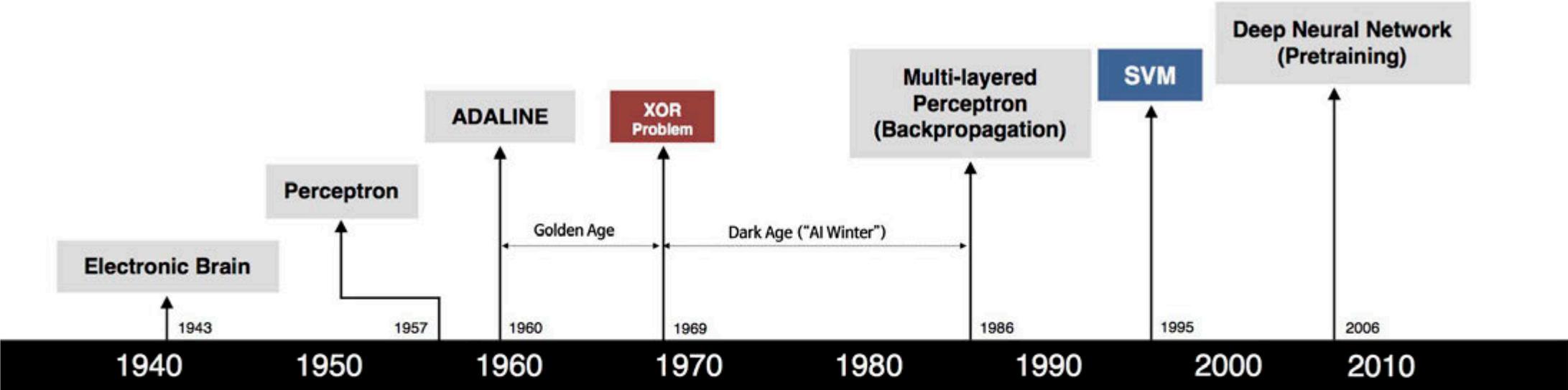
- Ein Neuron leitet eine Aktivierung weiter, wenn eine lineare Kombination seiner Eingänge einen vordefinierten Schwellenwert überschreitet



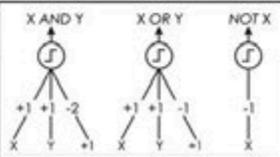
Aktivierungsfunktion ReLu:  $\max(0, x)$

z. B.  $\max((0.5 * 1) + (1 * 1) + (0.5 * 0), 0) = 1.5$

# 70 Jahre Forschung in Neuronalen Netzen



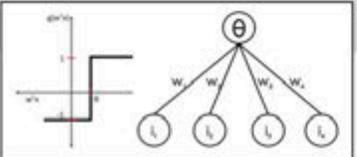
S. McCulloch - W. Pitts



- Adjustable Weights
- Weights are not Learned



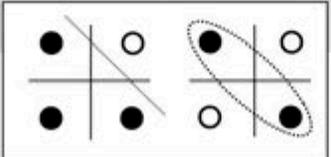
F. Rosenblatt B. Widrow - M. Hoff



- Learnable Weights and Threshold



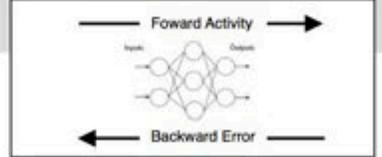
M. Minsky - S. Papert



- XOR Problem



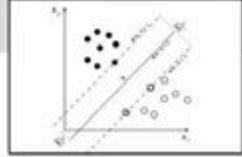
D. Rumelhart - G. Hinton - R. Williams



- Solution to nonlinearly separable problems
- Big computation, local optima and overfitting



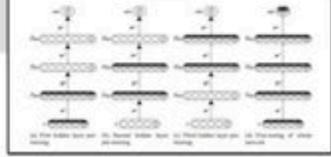
V. Vapnik - C. Cortes



- Limitations of learning prior knowledge
- Kernel function: Human Intervention



G. Hinton - S. Ruslan

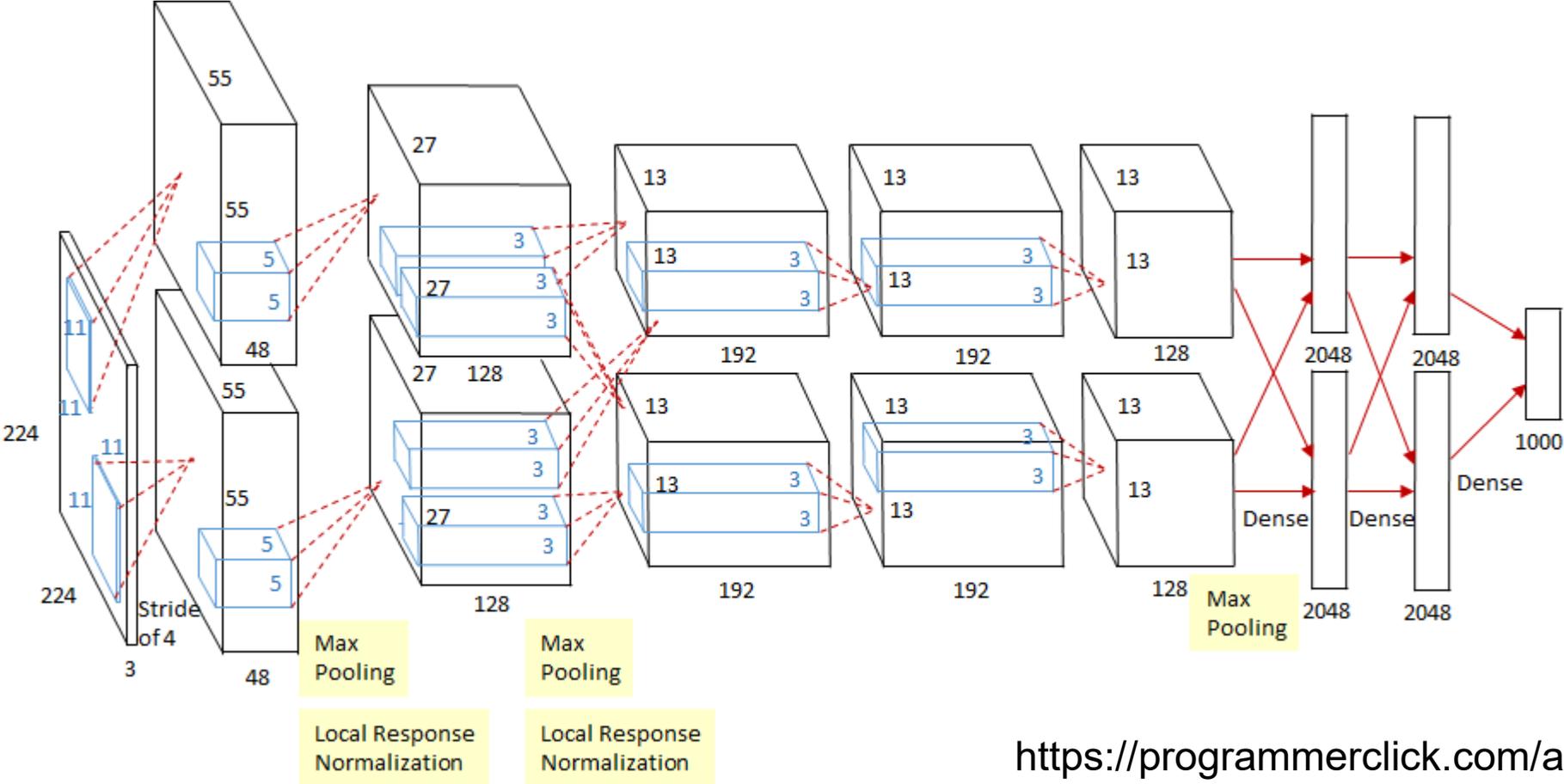


- Hierarchical feature Learning

[https://beamandrew.github.io/deeplearning/2017/02/23/deep\\_learning\\_101\\_part1.html](https://beamandrew.github.io/deeplearning/2017/02/23/deep_learning_101_part1.html)

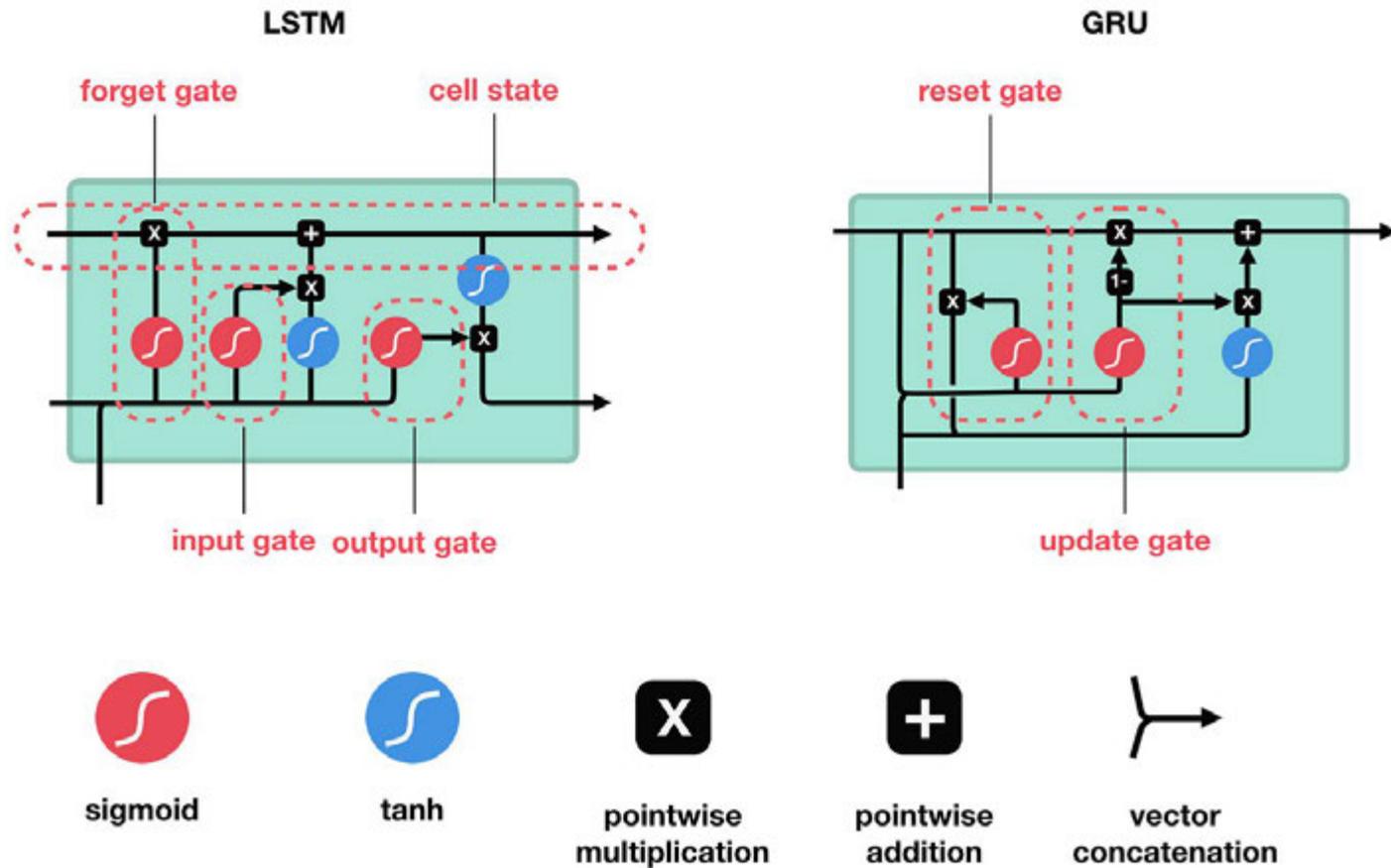
# AlexNet – Deep Learning Architektur für die Bildanalyse

- <https://datascience.eu/de/programmierung/ein-durchgang-durch-alexnet/>



<https://programmerclick.com/article/34611003618/>

# Moderne Architekturen Neuronaler Netze



<https://ai.stackexchange.com/questions/21361/whats-the-difference-between-lstm-and-gru>

Vaswani et al.: Attention is all you need. Neurips 2017.  
<https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd053c1c4a845aa-Paper.pdf>

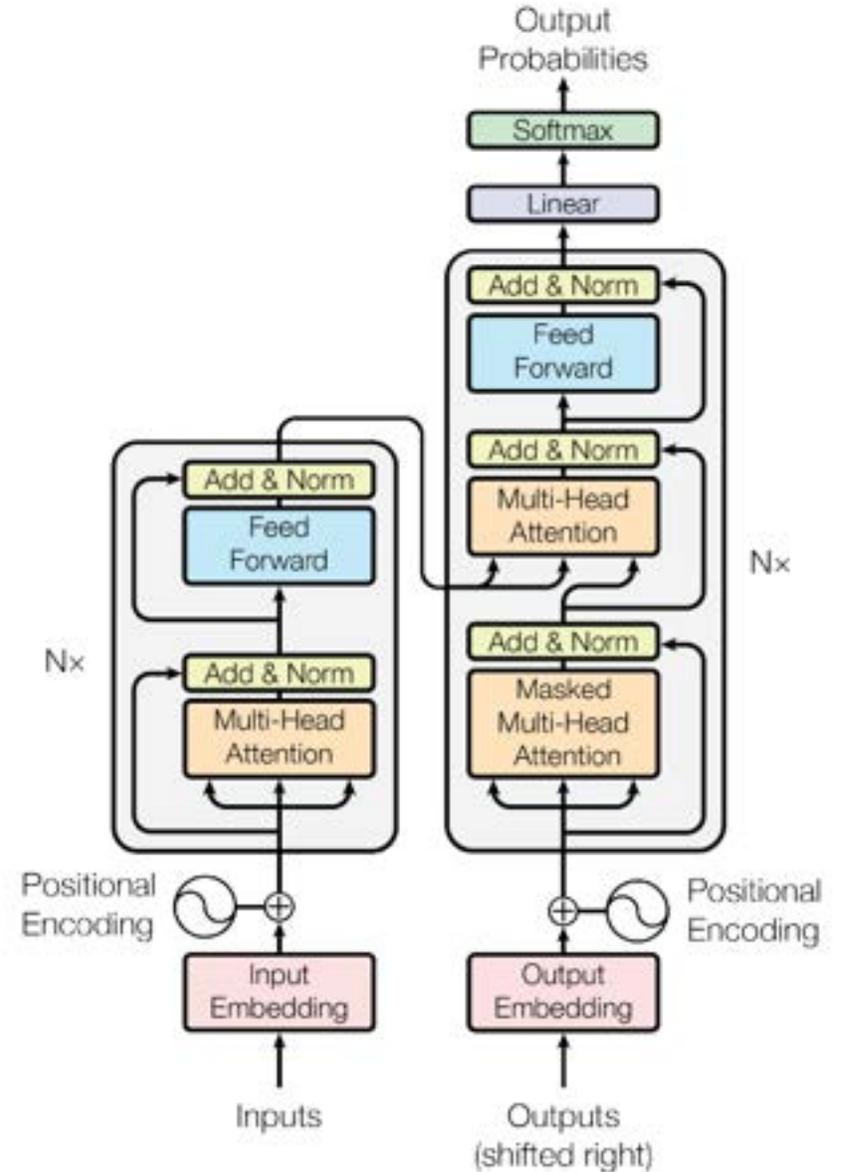


Figure 1: The Transformer - model architecture.

# Bildanalyse in 2016



Sports	94%
Tennis	93%
Tennis Player	89%
Football Player	88%
Ball Game	86%
Racquet Sport	82%



Joy	■	Very Unlikely
Sorrow	■	Very Unlikely
Anger	■	Very Unlikely
Surprise	■	Very Unlikely
Exposed	■	Very Unlikely
Blurred	■	Very Unlikely
Headwear	■ ■ ■ ■ ■	Very Likely

Pictures analyzed by Google Vision API (<https://cloud.google.com/vision>) 2016.

Williams, Kathy (2014): Roger Federer, of Switzerland, returns a shot at the 2014 U.S. Open tennis tournament. AP. In <https://www.sportsnet.ca/tennis/roger-federer-tries-end-decade-long-drought-u-s-open/> (08.01.2021)  
 KI: Gestern - Heute - Morgen

# März 2021



Roger-Federer.jpg

Williams, Kathy (2014): Roger Federer, of Switzerland, returns a shot at the 2014 U.S. Open tennis tournament. AP. In <https://www.sportsnet.ca/tennis/roger-federer-tries-end-decade-long-drought-u-s-open/> (08.01.2021)

Google Vision AI (04.01.2021) <https://cloud.google.com/vision>.



Oktober 2023, die Google Vision API ist nicht mehr einfach und kostenlos zu benutzen



# Maschinelles Lernen: Vorhersagen und Klassifikationen



Das ist Lilly

Heute geht es Lilly nicht gut

Sie beschließt, einen Arzt aufzusuchen



Das ist Dr. Valerie Kristen

Sie ist Kinderärztin und hat schon viele Fälle gesehen

Ihre Erfahrung hilft ihr, medizinische Fälle zu beurteilen und eine Hypothese über eine mögliche Krankheit aufzustellen, Diagnoseinstrumente auszuwählen und mögliche Behandlungen vorzunehmen



**Masern!?**

**IgG Antikörper Test!**



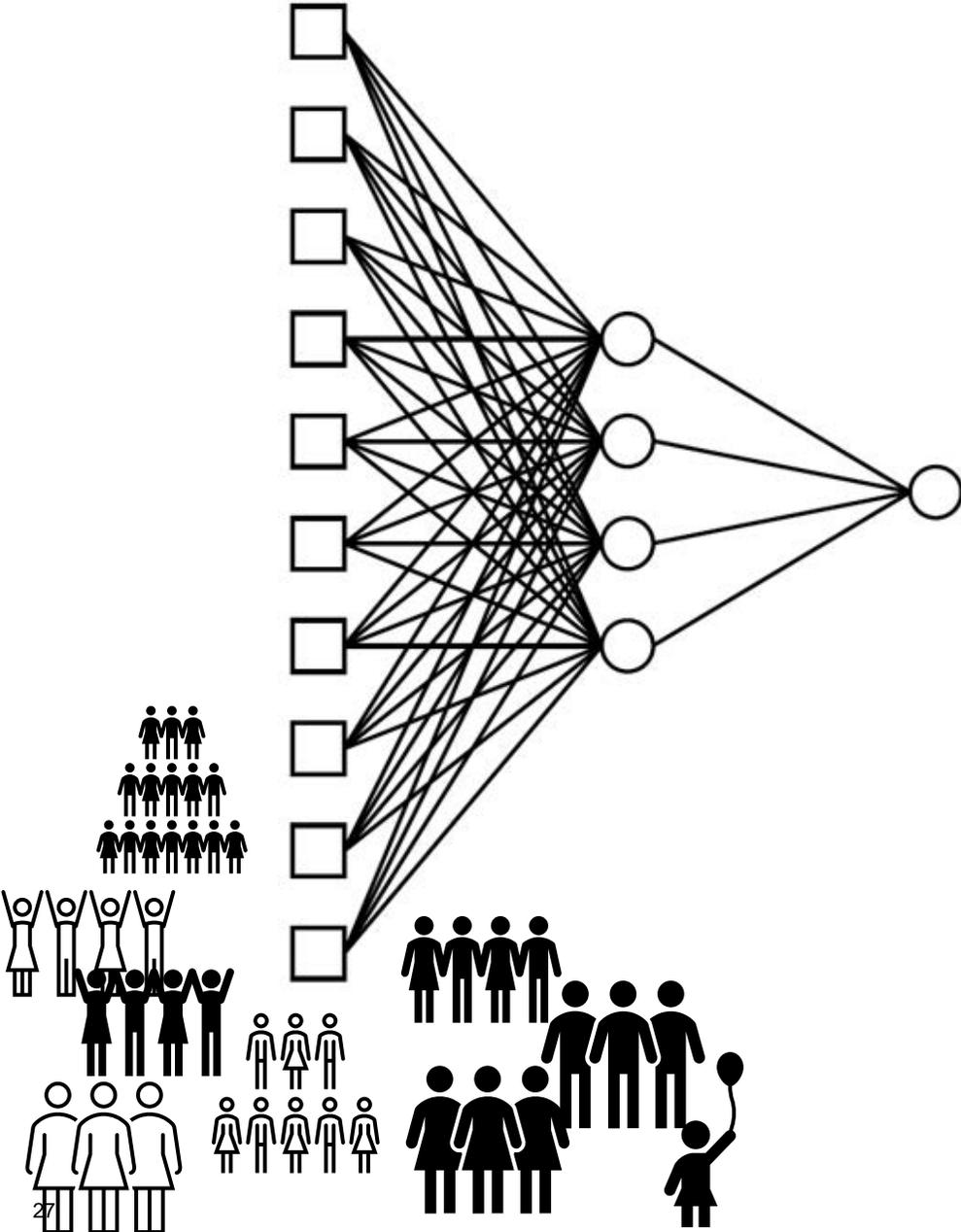
Dr. Kristen untersucht Lilly und stellt ihr Fragen

Sie sammelt Daten über ihren Fall

Auf der Grundlage der Daten und ihrer Erfahrung stellt sie eine Hypothese auf

Um die Hypothese zu bestätigen, veranlasst sie einen Labortest

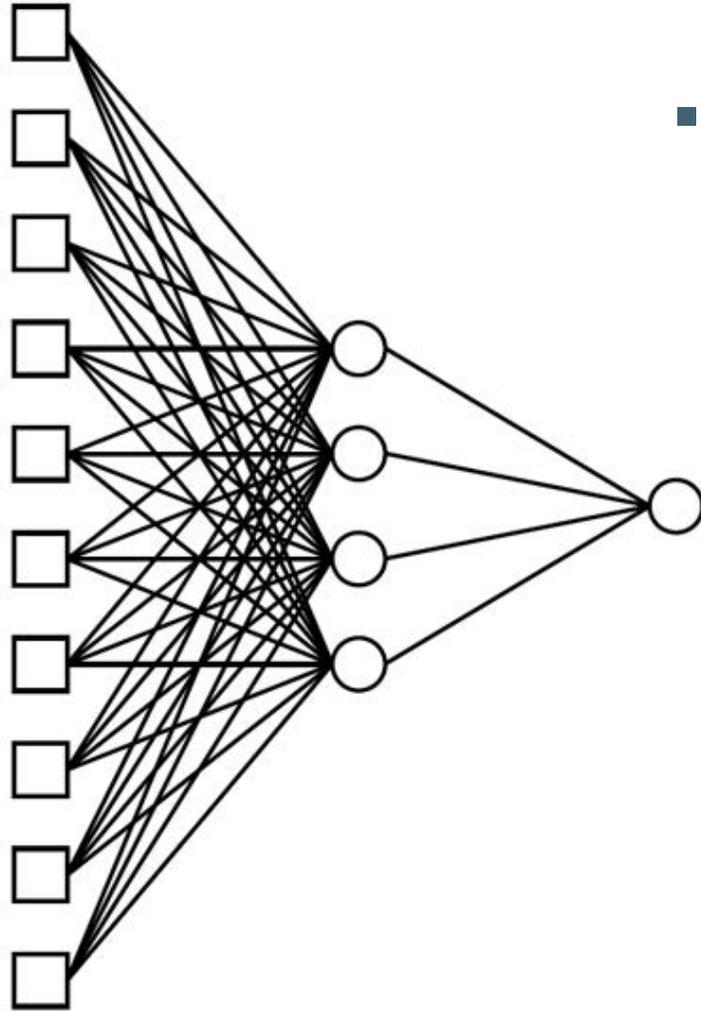
# AI Deep Learning für die Erkennung von Masern



- Das neuronale Netz wird mit den Daten vieler Masernfälle (und Nicht-Masernfälle) trainiert
- Es lernt ein statistisches Muster, das in diesen Daten enthalten ist
- Es wird an einer Reihe von unbekanntem Fällen (bei denen wir die Diagnose kennen) getestet, um festzustellen, wie gut es ist

➤ *„Die KI erkennt Masernfälle mit 99,4 % Genauigkeit“*

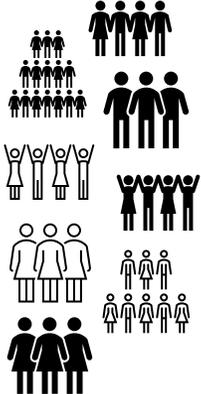
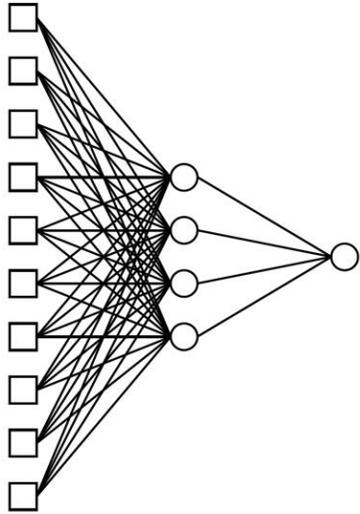
# Das trainierte Modell wird auf die Daten von Lilly angewendet



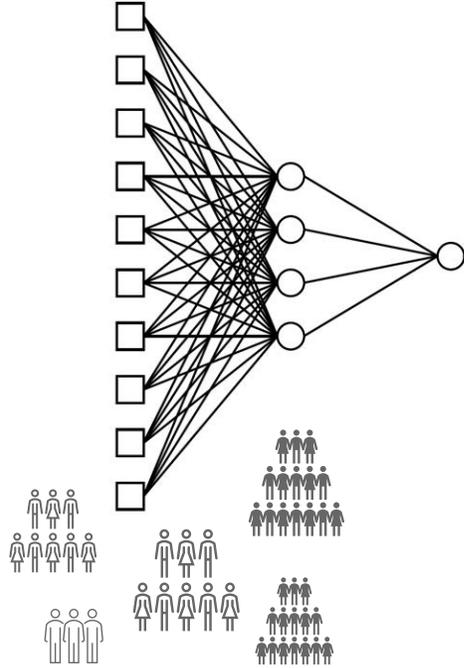
- Wenn die Daten eines neuen Falls in das neuronale Netz eingegeben werden, sagt es voraus, ob der neue Fall zur trainierten Datenklasse gehört

***„Lilly hat mit 99-prozentiger Sicherheit Masern“***

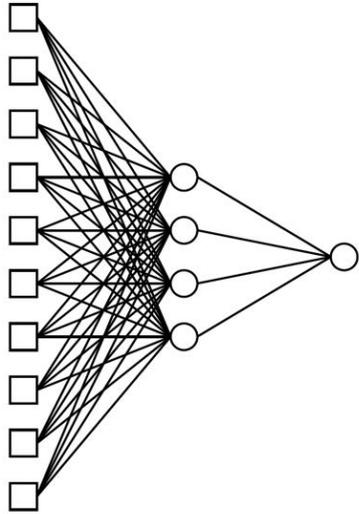
# Maschinelles Lernen in der Übersicht



Trainieren mit Trainingsdaten  
 ➤ Statistische Muster extrahieren



Test auf Testmenge  
 ➤ Bewertung der Vorhersagequalität des statistischen Modells



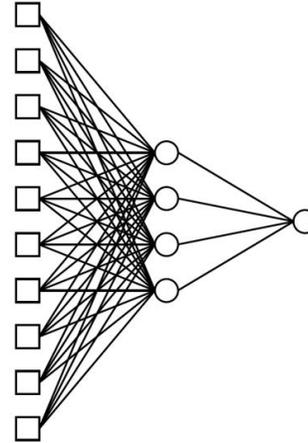
Anwendung auf einen konkreten Einzelfall  
 ➤ Vorhersage der Zugehörigkeit dieses Falles zu der trainierten Gruppe mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit  
 ➤ "Lilly hat Masern mit 99% Wahrscheinlichkeit"

**Es gibt keine solide mathematische Grundlage, die die Richtigkeit der Vorhersage in einem Einzelfall bestätigt**  
**Statistisches Modell ≠ Kausales Modell**

# Falsch Positive und Falsch Negative



**Lilly hat Masern**



Ausgabe Neuronales Netz:

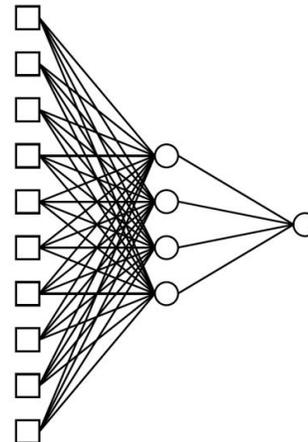
**Lilly hat keine Masern**

falsch negativ: die Krankheit wird nicht erkannt

➤ **Keine Behandlung**



**Lilly hat keine Masern**



**Lilly hat Masern**

falsch positiv: es wird eine nicht vorhandene Krankheit diagnostiziert

➤ **Falsche Behandlung**

# KI in der Schweiz bis 2010



## Boi Faltings

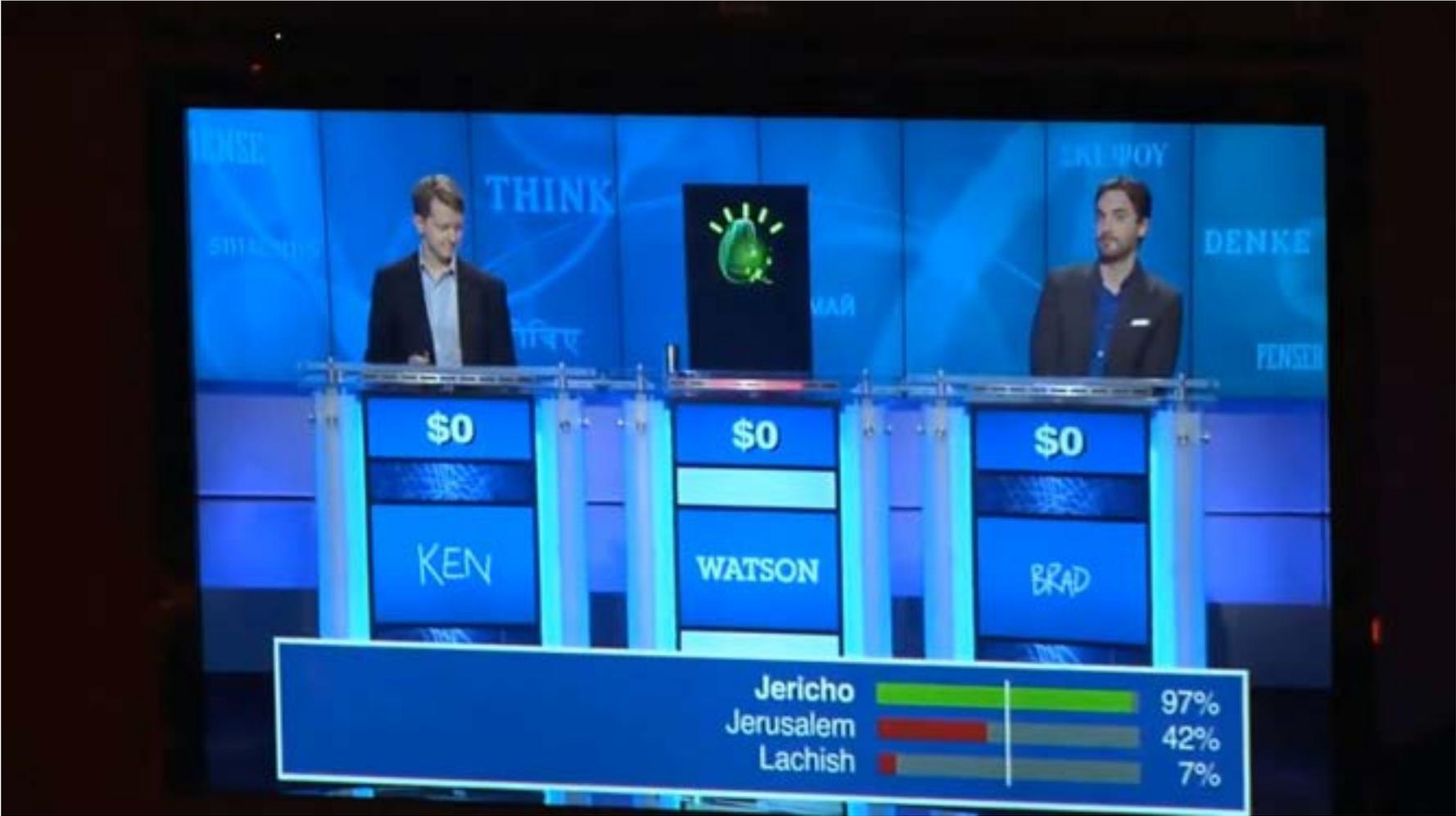


Rolf Pfeifer, Professor emeritus, Dr.



Department of Informatics  
Artificial Intelligence Lab (ARCHIVE)

# 2012: IBM Watson löst die aktuelle KI Revolution aus



[https://www.youtube.com/watch?v=WFR3IOm\\_xhE](https://www.youtube.com/watch?v=WFR3IOm_xhE)

# Digitale Transformation + KI

*seit den 00er Jahren: beliebige Daten  
in großen Mengen*

- Revolution von Geschäftsmodellen  
und Prozessen

*60/70er Jahre: ausgewählte  
Daten in kleinen Mengen*

- Unterstützung von  
Geschäftsprozessen



# WAS MACHT DIESE TECHNOLOGIE MIT UNS?

**... insbesondere wenn wir Anwendungen verwenden,  
in denen wir mit unseren Daten bezahlen?**

# Vorurteile (Bias) in KI Systemen

Objects Labels Logos Web Properties Safe Search



Screenshot from 2020-04-03 09-51-57.png



Objects Labels Web Properties Safe Search



Screenshot from 2020-04-02 11-51-45.png



Kayser-Bril, Nicolas (April 2020): <https://algorithmwatch.org/en/story/google-vision-racism/> (18.01.2021)

# Amazon's sexist AI recruiting tool: how did it go so wrong?

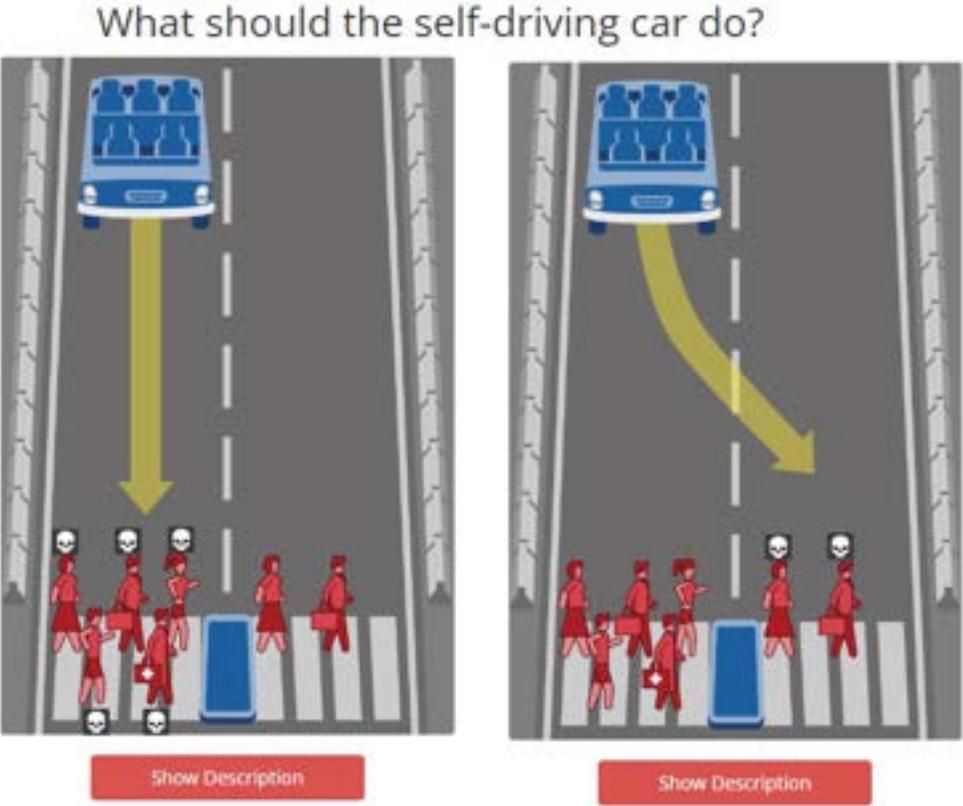
<https://becominghuman.ai/amazons-sexist-ai-recruiting-tool-how-did-it-go-so-wrong-e3d14816d98e>

based on the original article by Reuters

<https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G>

# The Moral Machine Experiment

- <https://www.moralmachine.net/>



1 / 13

EvilAI Cartoons.com @EvilAI Cartoons



*“Is there an option to kill the 5, turn around and finish off the 6th?”*

**Evil AI Cartoons**

## Turing Test in Ex Machina



<https://www.youtube.com/watch?v=dsOB0apvkS0>

*Ex Machina Trailer*

PODCAST: WIRD DAS WAS? / KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



**"Welche Funktionen wollen wir auf Maschinen übertragen, welche nicht?"**

<https://www.zeit.de/digital/2019-07/kuenstliche-intelligenz-algorithmus-dfki-jana-koehler>



**Zum Begriff der ‚Künstlichen Intelligenz‘**

Jana Koehler

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/978311065697>

- <https://ki-campus.org/courses/foundationsai-dfki2021>



KI-Campus-Original

## Foundations of Artificial Intelligence I

Introduction to AI, agents

This course is part of the course series "Foundations of Artificial Intelligence I-VI" that covers a variety of algorithms and methods that are of central importance in AI and of major practical relevance.

**Start:** anytime

**Umfang:** 4 weeks à 3 hours

**Sprache:** Englisch

[Einschreiben / Zum Kurs](#)

- › INTRODUCTION - A brief history of AI
  - | Introduction
  - The beginnings of AI (1943 - 1956)
  - Steady progress with a dose of reality (1970 - 1985)
  - Expert system
  - AI winter and data-driven AI
  - Major technologies and application areas of AI
  - Quiz - A brief history of AI
  - Diskussionen

***Viele spannende KI-Kurse auch auf Deutsch!***

# Bücher

- Russell and Norvig: Artificial Intelligence – A Modern Approach, 4<sup>th</sup> edition, 2020  
<http://aima.cs.berkeley.edu/>
- Daniel Crevier: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence, Harper Collins, 1993.
- Nils Nilsson: The Quest for Artificial Intelligence – A History of Ideas and Achievements, Cambridge University Press, 2010.

# Artikel zum Thema

- A. M. Turing (1950): Computing Machinery and Intelligence, Mind 49: 433-460
  - E.g. available here <https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>
- McCarthy, John; Minsky, Marvin; Rochester, Nathan; Shannon, Claude (1955), A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence
  - <http://raysolomonoff.com/dartmouth/boxa/dart564props.pdf>
- Rodney Brooks: The Seven Deadly Sins of AI Predictions, MIT Technology Review 2017
  - <https://www.technologyreview.com/s/609048/the-seven-deadly-sins-of-ai-predictions/>
- Decoding Artificial Intelligence: Warum die Künstliche Intelligenz die menschliche braucht, W.I.R.E. Web for Interdisciplinary Research and Expertise (Hg.) Raphael von Thiessen, Stefan Pabst, Stephan Sigrist
  - <https://www.nzz-libro.ch/9783038104391/decoding-artificial-intelligence>
- Patrick Hayes, Kenneth Ford: Turing Test Considered Harmful
  - [https://www.researchgate.net/profile/Kenneth\\_Ford/publication/220813820\\_Turing\\_Test\\_Considered\\_Harmful/links/09e4150d1dc67df32c000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kenneth_Ford/publication/220813820_Turing_Test_Considered_Harmful/links/09e4150d1dc67df32c000000.pdf)