



Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Wintersemester 25/26

Vorlesung 1

Einführung: Erfolge – Geschichte – Begriffe

Überblick und Ziele der heutigen Vorlesung



Allgemeine Informationen zur Vorlesung

- Termine, Inhalt, Fragen

1. Einsatz von KI

- (Unsortierter) Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten

2. Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden

3. KI Begriffserklärung und Taxonomie

- Systematische Einsortierung von KI Methoden

Vorlesungsüberblick

Überblick und Ziele der heutigen Vorlesung



Allgemeine Informationen zur Vorlesung

- Termine, Inhalt, Fragen

1. Einsatz von KI

- (Unsortierter) Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten

2. Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden

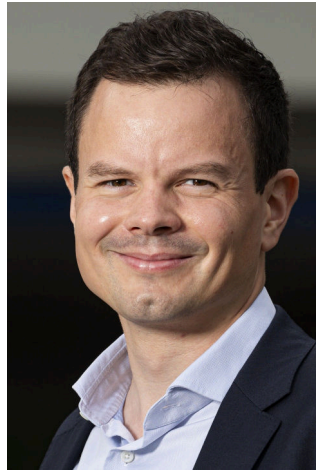
3. KI Begriffserklärung und Taxonomie

- Systematische Einsortierung von KI Methoden

Vorlesungsüberblick

Dozenten

Peer Nowack
(peer.nowack@kit.edu)



Research topics

- Machine Learning for Climate Modelling and Weather Forecasting
- AI for Spatio-Temporal Modelling
- (x)AI for Scientific Discovery in Complex Environmental Systems
- AI and Satellite Measurements

Institut für Theoretische Informatik (ITI)
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMKASF)
KI in den Klima- und Umweltwissenschaften (KI-Klima)



Pascal Friederich
(pascal.friederich@kit.edu)



Research topics

- Machine Learning for Materials Sciences & Chemistry
- Graph Neural Networks and Explainable AI for Science
- Active Learning for Simulations
- Autonomous Experimentation and Self-Driving Labs

Institut für Nanotechnologie (INT)
Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR)
KI für Materialwissenschaften (AiMat)



Allgemeines zur Vorlesung

- **Alle Infos auf Ilias**

- https://ilias.studium.kit.edu/goto.php?target=crs_2775838&client_id=produktiv

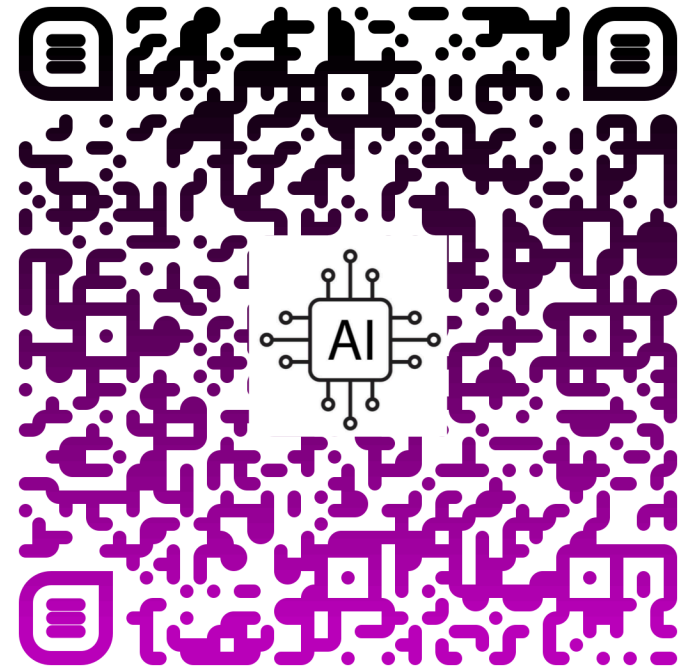
- **Termine (Vorlesung)**

- Montag, 15:45 – 17:15 Uhr
- Chemie, Neuer Hörsaal

- **Kontakt**

- Peer Nowack (peer.nowack@kit.edu)
- Pascal Friederich (pascal.friederich@kit.edu)

Ilias:



Allgemeines zur Übung

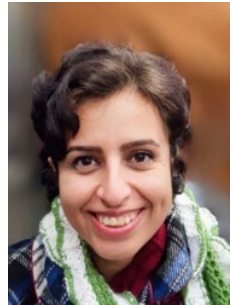
- **Termine**
 - Übung: Freitag, 15:45 – 17:15 Uhr, Chemie, Neuer Hörsaal (7 Termine)
- **Organisation und Kontakt**
 - Henrik Schopmans (henrik.schopmans@kit.edu)
 - Laura Ruple (laura.ruple@kit.edu)
 - Mozhgan Amiramjadi (mozhgan.amjadi@kit.edu)
 - Lina Rennstich (lina.rennstich@kit.edu)
 - Ulrich Oberhofer (ulrich.oberhofer@kit.edu)
 - Jonas Teufel (jonas.teufel@kit.edu)



Henrik
Schopmans



Laura
Ruple



Mozhgan
Amiramjadi



Lina
Rennstich



Ulrich
Oberhofer



Jonas
Teufel

Übung

6+1 Übungsblätter

- Abgabe am **Donnerstag 12 Uhr (Mittag)** am Tag vor der Saalübung → **Strikte Deadline!**
- Lösungen werden am Freitag präsentiert
- Abgabe in Gruppen möglich (bis 3 Studierende) → Muss auf Abgaben vermerkt werden, jedes Team-Mitglied muss auf Ilias abgeben!

Erfolgreiche Teilnahme → Bonus

- 0,3 Notenpunkte Bonus in der Klausur bei insgesamt $\geq 60\%$ der Punkte der gesamten Übungen (Ü1 ist unbenotet)
- Insgesamt nur eine gemeinsame Note für Vorlesung und Übung

Format

- Programmieraufgaben: Jupyter Notebooks, Bearbeitung in Google Colab
 - Alternativ: Lokale Python Umgebung
- Zusätzliche „Pen and Paper“ Aufgaben



Saalübung am Freitag

Format für die Übungen am Freitag

- **Übungsblätter**

- Besprechung der wichtigsten Punkte der Übung sowie der häufigen Fehler

- **Vorlesungsinhalt**

- Vor der Übung: Studierende stellen Fragen im Diskussionsforum auf Ilias
- TutorInnen beantworten die vorbereiteten Fragen zum Vorlesungsinhalt
- TutorInnen werden *nicht* den gesamten Vorlesungsinhalt zusammenfassen



Allgemeines Diskussionsforum

Hier können Fragen zur Vorlesung und Übung gestellt und diskutiert werden.

Beiträge (Ungelesen): 0 (0)



Prüfung

- **Leistungspunkte**

- Als Pflichtvorlesung im BA (neue PO 2022): 5 ECTS
- Im Wahlbereich für Wirtschaftsinformatik (5 ECTS)
- KogSys und GKI schließen sich gegenseitig aus

- **Voraussetzungen**

- T-MATH-102244 (Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik für Studierende der Informatik)
- Falls Sie im Frühjahr diese Prüfung ablegen und bestehen, können Sie direkt danach auch an der GKI Prüfung teilnehmen. Korrektur erfolgt rechtzeitig.

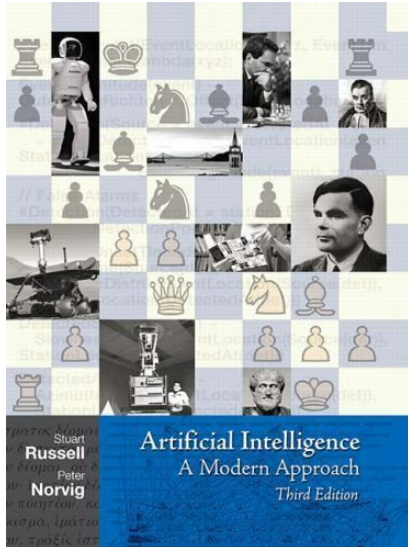
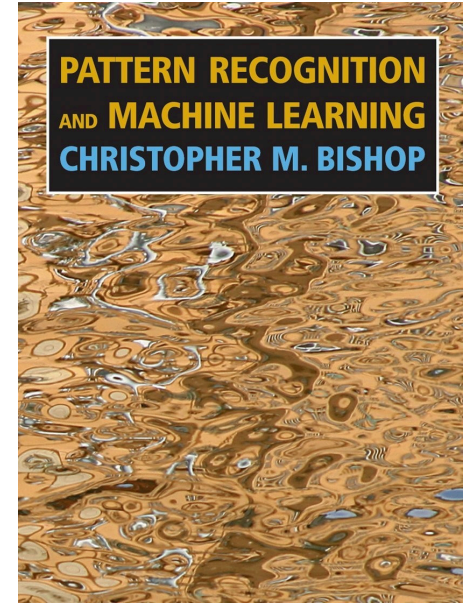
- **Prüfungstermin**

- Freitag, 27.03.2026, 08:00 bis 10:00 Uhr
- 5 ECTS: 90 Minuten
- Weitere Infos im Semester

Bücher

Christopher Bishop, **Pattern Recognition and Machine Learning**

- Springer, 2006



Stuart Russell and Peter Norvig, **Artificial Intelligence: A Modern Approach**

- Third Edition

Weitere vertiefende Vorlesungen (kein Anspruch auf Vollständigkeit!)

- SS: **Machine Learning in Climate and Environmental Sciences**, T.T.-Prof. Peer Nowack
- SS: **Machine Learning for Natural Sciences**, Prof. Pascal Friederich

- SS: **Fortgeschrittene KI**, Prof. Jan Niehues, T.T.-Prof. Rudolf Lioutikov
- SS: **Maschinelles Lernen - Grundlagen und Algorithmen**, Prof. Gerhard Neumann
- WS: **Reinforcement Learning**, Prof. Gerhard Neumann
- SS: **Data Science and AI for Energy Systems**, T.T.-Prof. Benjamin Schäfer
- WS: **Machine Learning for Computer Security**, T.T.-Prof. Christian Wressnegger
- SS: **Security of Machine Learning**, T.T.-Prof. Christian Wressnegger
- SS: **Deep Learning and Neural Networks**, Prof. Alexander Waibel
- WS+SS: **Deep Learning for Computer Vision I & II**, Prof. Rainer Stiefelhagen
- WS: **Optimization Methods for Machine Learning and Engineering**, Dr. Pfrommer
- SS: **Pattern Recognition**, Prof. Jürgen Beyerer
- WS: **Verarbeitung Natürlicher Sprache**, Prof. Jan Niehues
- WS: **Geometric Deep Learning**, Jun.-Prof. Jan Stühmer
- WS: **Explainable AI**, T.T.-Prof. Rudolf Lioutikov
- ...

Jederzeit fragen!

Bitte fragt **jederzeit!**

- ... in und nach der Vorlesung
- ... wenn etwas unklar ist
- ... wenn etwas zu schnell geht



Überblick und Ziele der heutigen Vorlesung



Allgemeine Informationen zur Vorlesung

- Termine, Inhalt, Fragen

1. Einsatz von KI

- (Unsortierter) Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten

2. Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden

3. KI Begriffserklärung und Taxonomie

- Systematische Einsortierung von KI Methoden

Vorlesungsüberblick

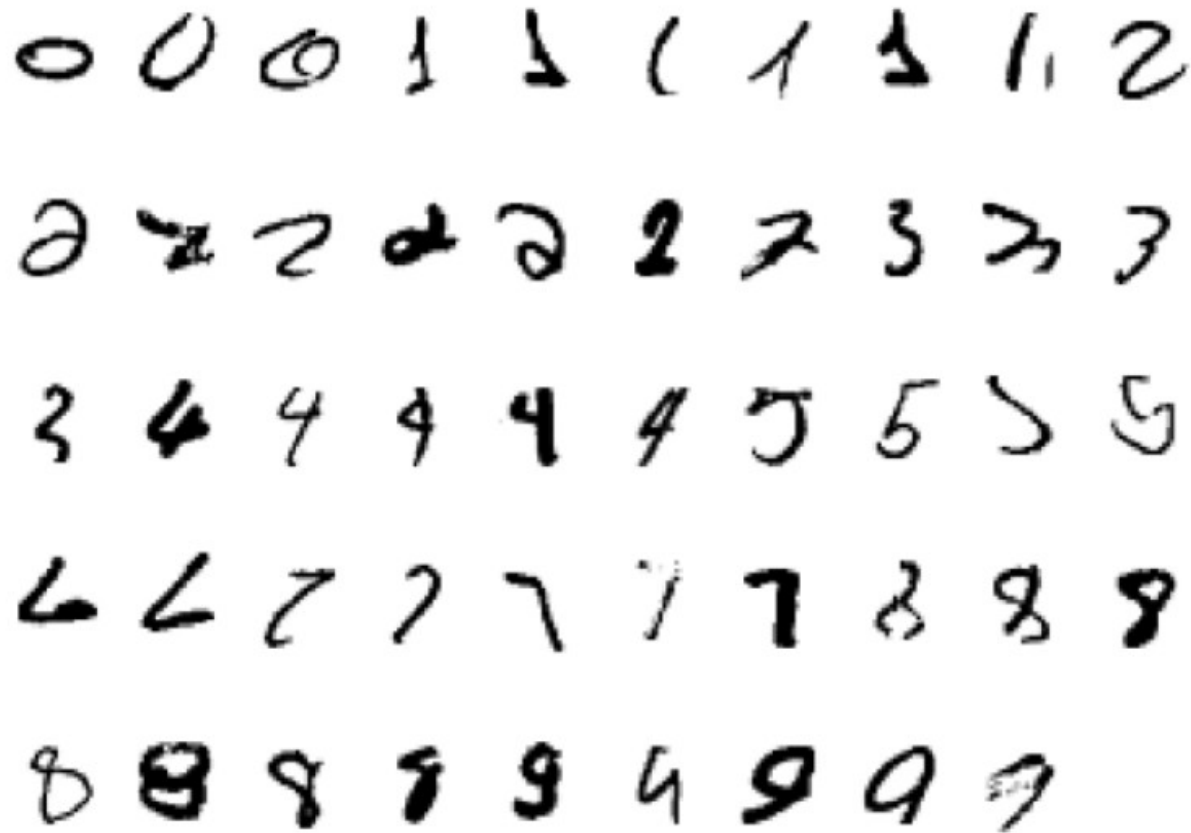
Aufgabe



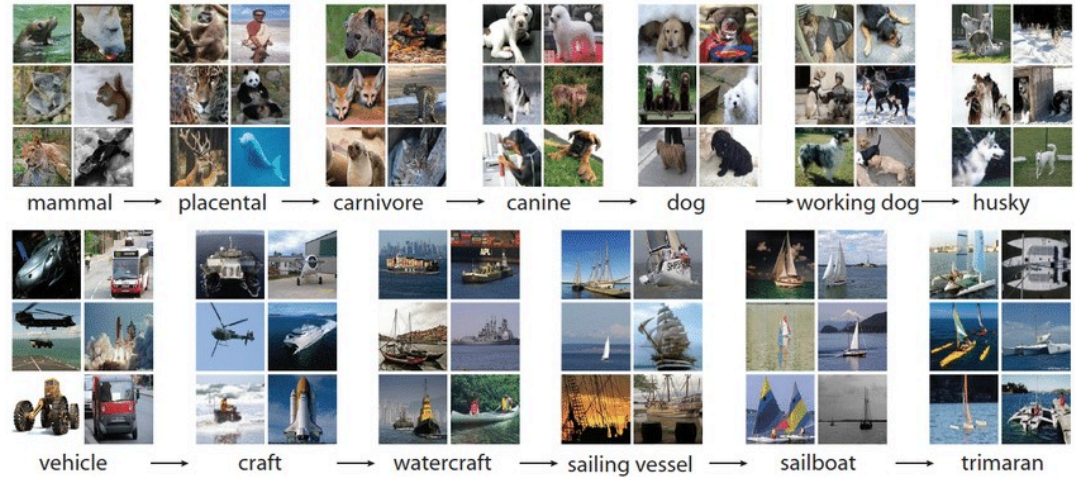
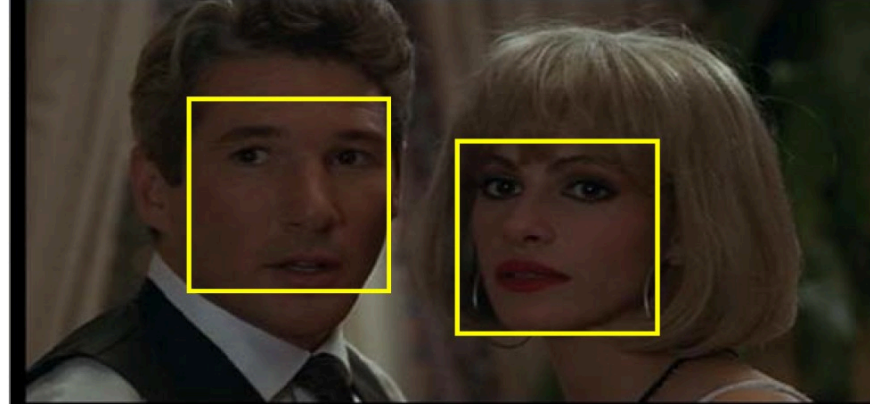
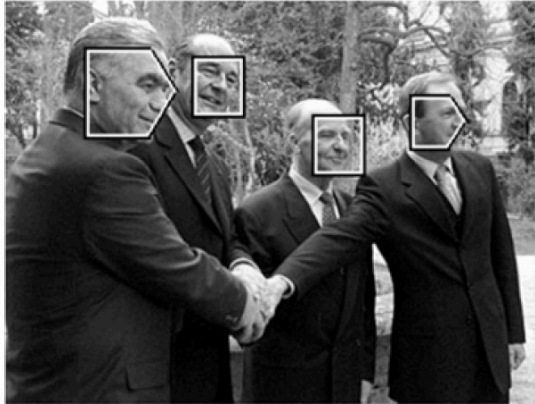
1 Minute

Was verbindet ihr mit KI?
Schreibt so viele Begriffe wie möglich
auf ein Blatt Papier!

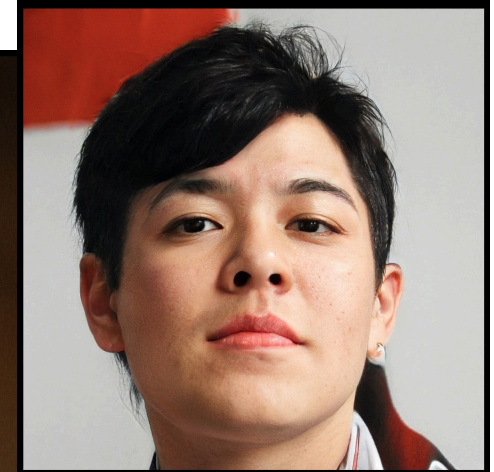
Beispiel: Erkennung handgeschriebener Zahlen



Beispiel: Gesichtserkennung, Objekterkennung



Beispiel: Bildgenerierung



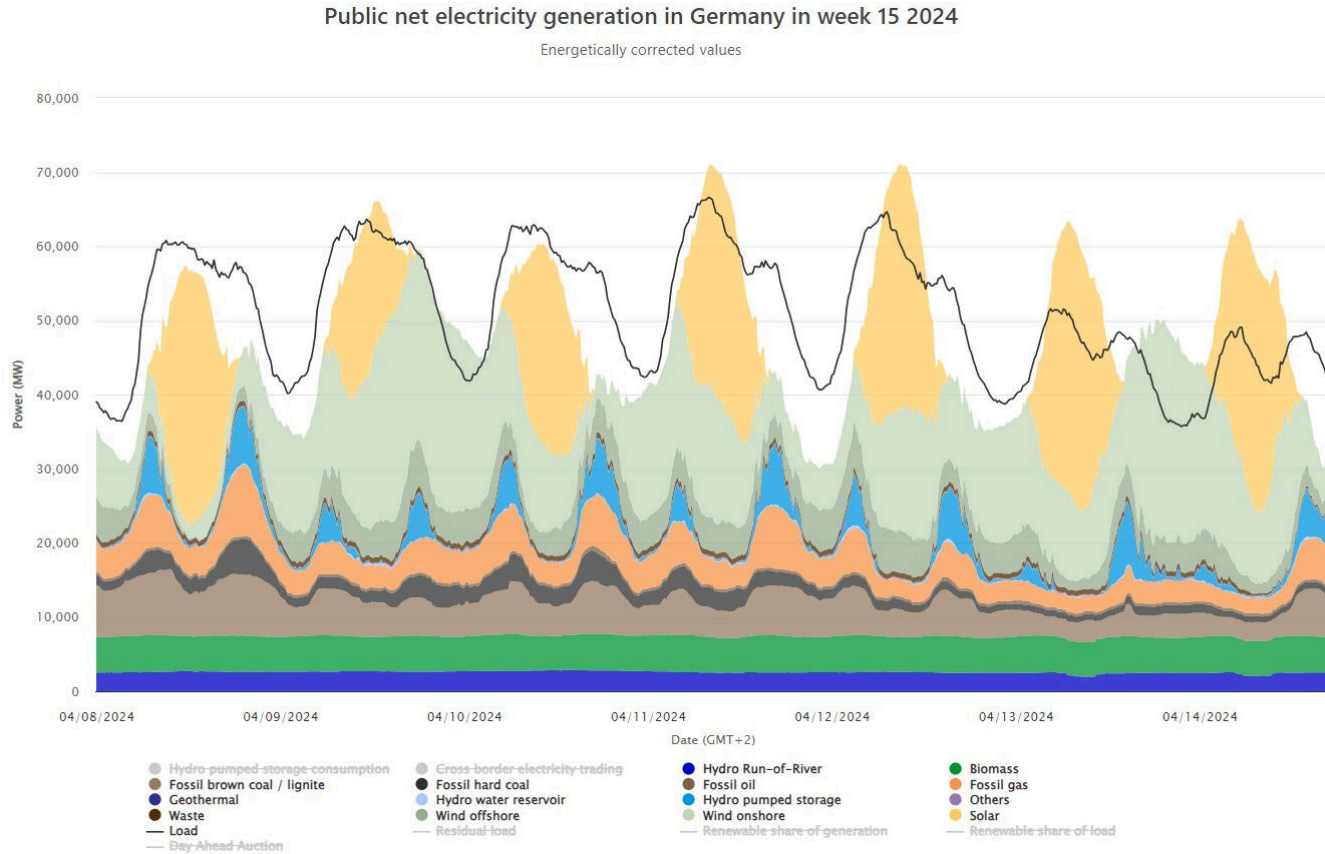
<https://thispersondoesnotexist.com/>

Beispiel: Text zu Bild



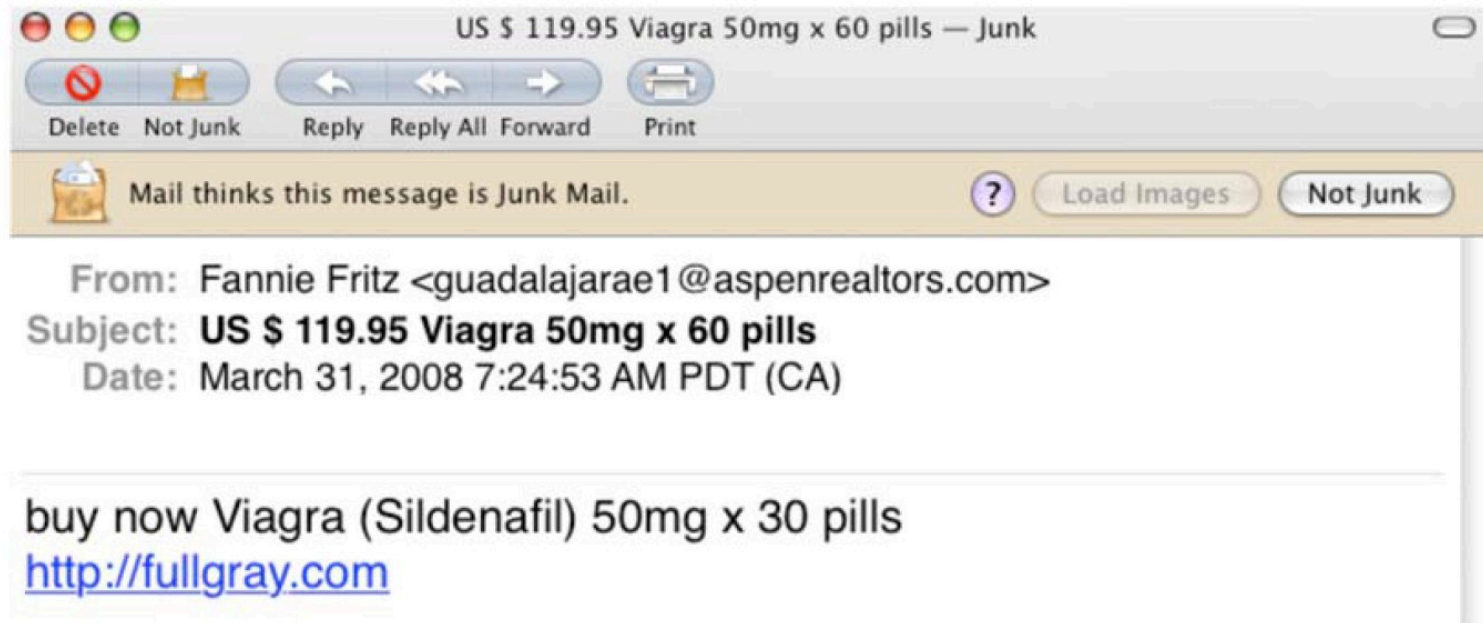
Jason Allen, created using Midjourney

Beispiel: Zeitreihen-Vorhersage



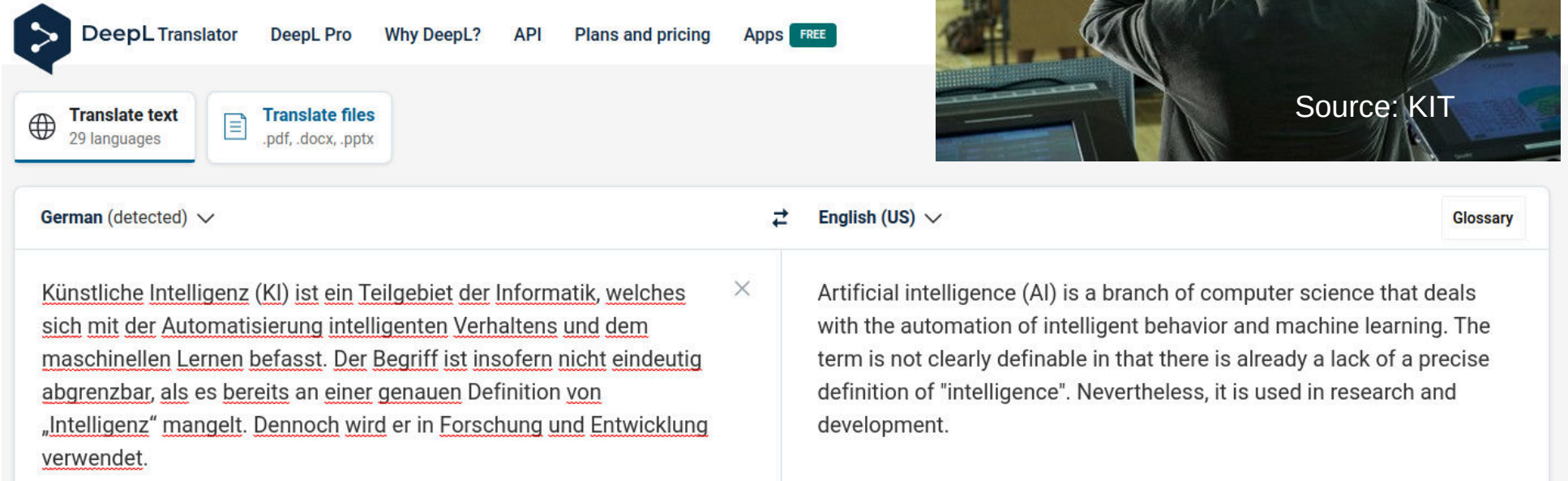
→ Finanzen, Wetter, Energieverbrauch, ...

Beispiel: Spam-Erkennung



Beispiel: Maschinelle Transkription und Übersetzung

- Gesprochene Sprache → Geschriebene Sprache
- Übersetzung zwischen Sprachen



DeepL Translator DeepL Pro Why DeepL? API Plans and pricing Apps **FREE**

Translate text
29 languages

Translate files
.pdf, .docx, .pptx

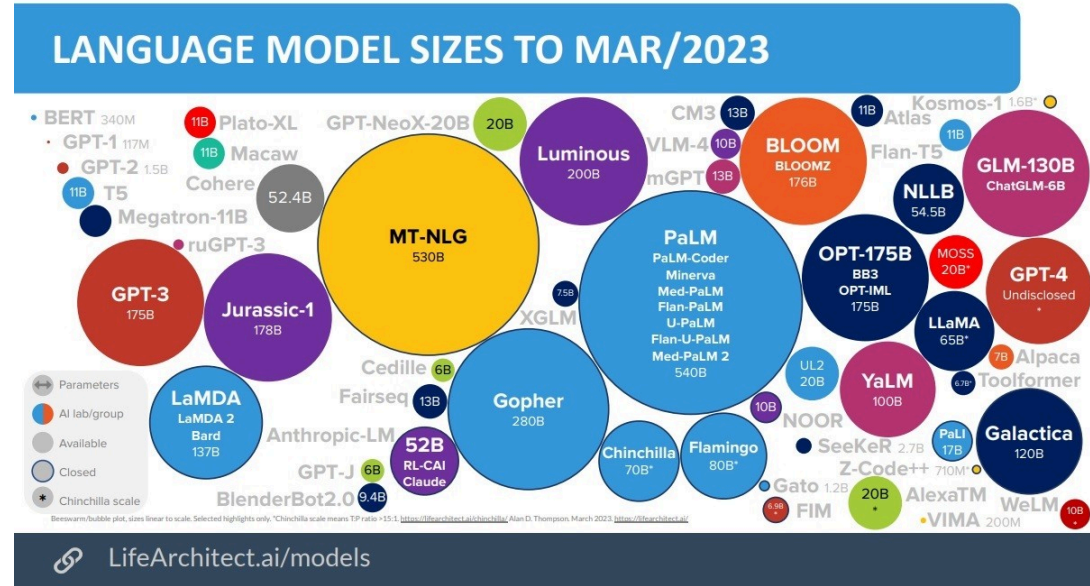
German (detected) ↕ English (US) ↕ Glossary

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik, welches sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem maschinellen Lernen befasst. Der Begriff ist insofern nicht eindeutig abgrenzbar, als es bereits an einer genauen Definition von „Intelligenz“ mangelt. Dennoch wird er in Forschung und Entwicklung verwendet.

Artificial intelligence (AI) is a branch of computer science that deals with the automation of intelligent behavior and machine learning. The term is not clearly definable in that there is already a lack of a precise definition of "intelligence". Nevertheless, it is used in research and development.

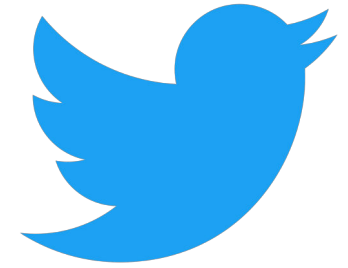
Beispiel: Large Language Models

Can you please come **here** ?



>> 100 Milliarden lernbare Parameter

Beispiel: Empfehlungssysteme



Beispiel: Schach



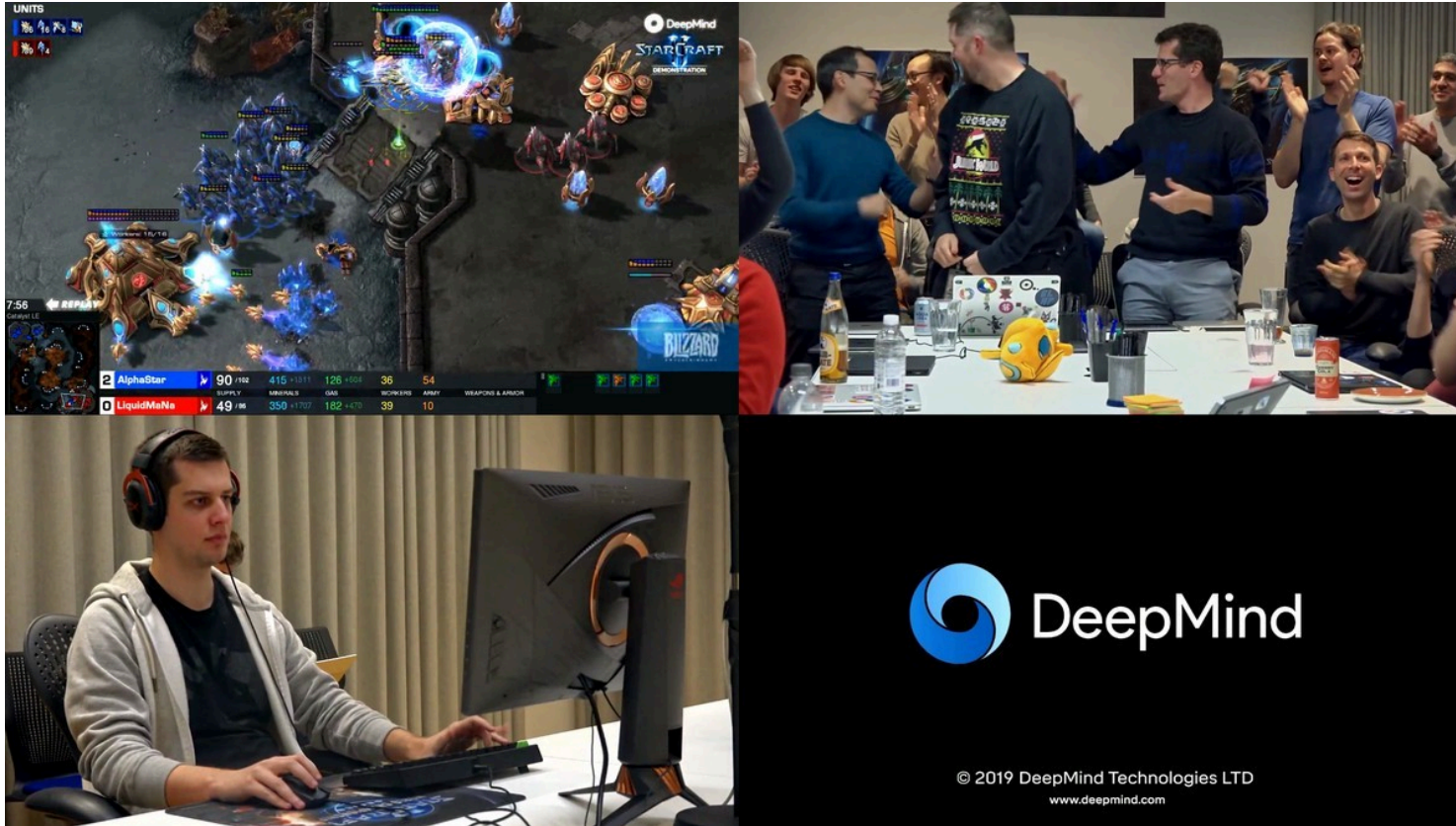
Garry Kasparov vs. DeepBlue, 1997

Beispiel: Go



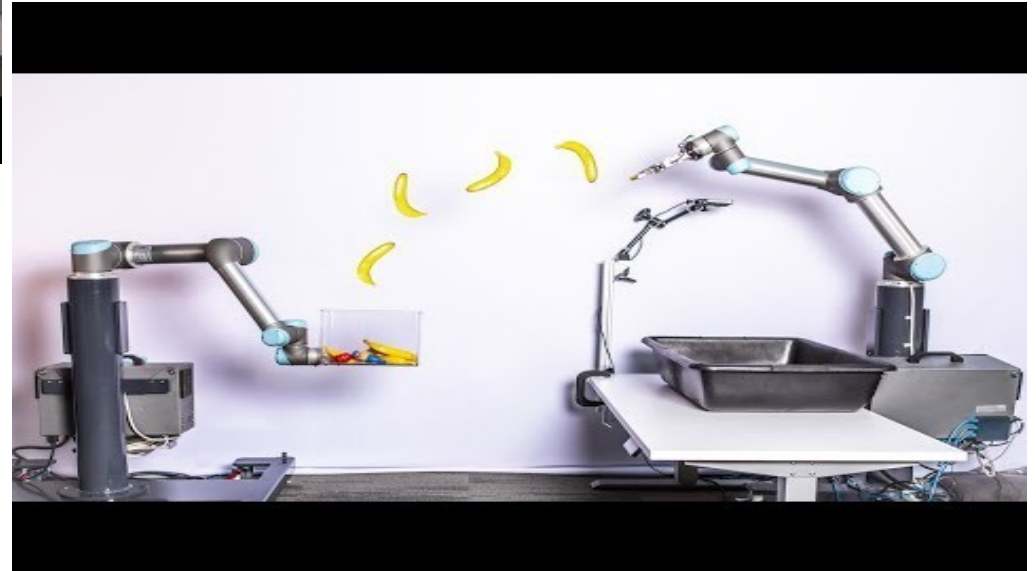
Ke Jie vs. AlphaGo, 2017

Beispiel: StarCraft II



Human StarCraft II players vs. AlphaStar, 2018

Beispiel: Robotik



Beispiel: Autonomes Fahren

„Level 5“ ???



VW „Level 4“ 2025



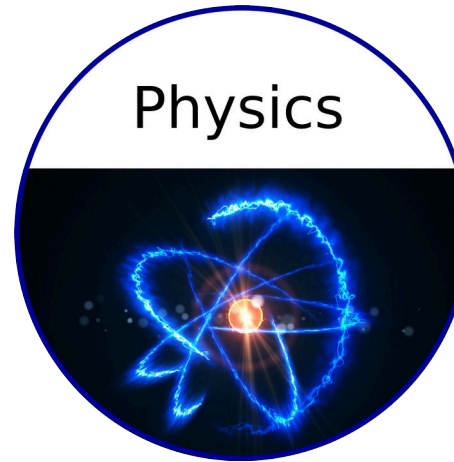
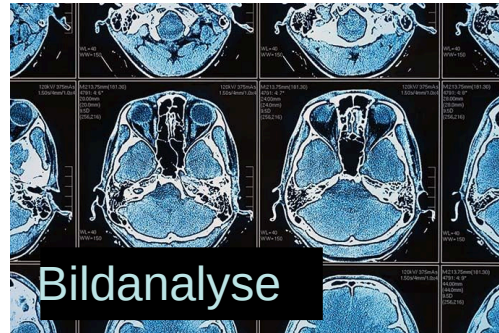
Tesla „Level 2“, 2020



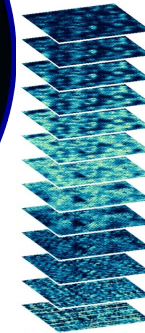
Darpa Grand Challenge 2004
Darpa Urban Challenge 2007



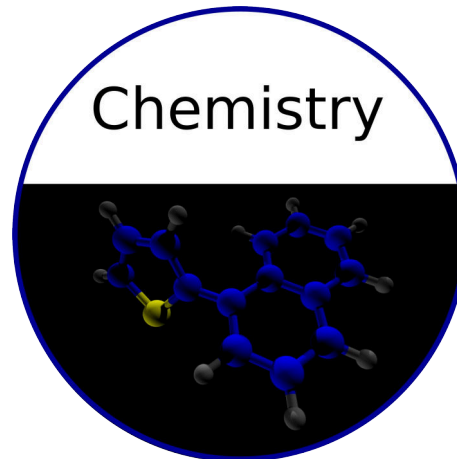
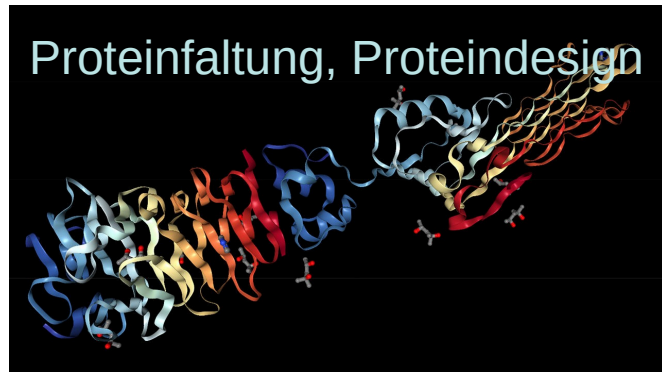
Beispiel: Naturwissenschaften



Galaxien



Quantenzustände



10^{60} *

* geschätzte Zahl möglicher stabiler kleiner Moleküle

Beispiel: Naturwissenschaften

The Nobel Prize in Physics 2024

John Hopfield

“for foundational discoveries and inventions that enable machine learning with artificial neural networks”



John Hopfield. Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

Geoffrey Hinton

“for foundational discoveries and inventions that enable machine learning with artificial neural networks”



Geoffrey Hinton. Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

They used physics to find patterns in information

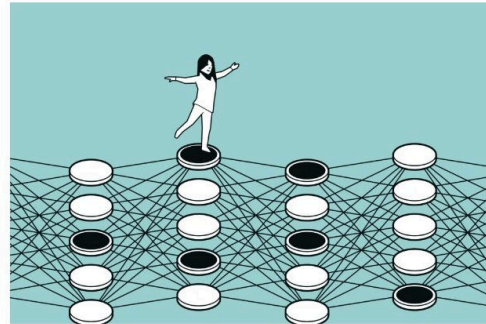
This year's laureates used tools from physics to construct methods that helped lay the foundation for today's powerful machine learning. John Hopfield created a structure that can store and reconstruct information. Geoffrey Hinton invented a method that can independently discover properties in data and which has become important for the large artificial neural networks now in use.

Related articles

[Press release](#)

[Popular information: They used physics to find patterns in information](#)

[Scientific background: “for foundational discoveries and inventions that enable machine learning with artificial neural networks”](#)



© Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

The Nobel Prize in Chemistry 2024

David Baker

“for computational protein design”



David Baker. Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

Demis Hassabis

“for protein structure prediction”



Demis Hassabis. Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

John Jumper

“for protein structure prediction”



John Jumper. Ill. Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach

They cracked the code for proteins' amazing structures

The Nobel Prize in Chemistry 2024 is about proteins, life's ingenious chemical tools. David Baker has succeeded with the almost impossible feat of building entirely new kinds of proteins. Demis Hassabis and John Jumper have developed an AI model to solve a 50-year-old problem: predicting proteins' complex structures. These discoveries hold enormous potential.

Related articles

[Press release](#)

[Popular information: They have revealed proteins' secrets through computing and artificial intelligence](#)

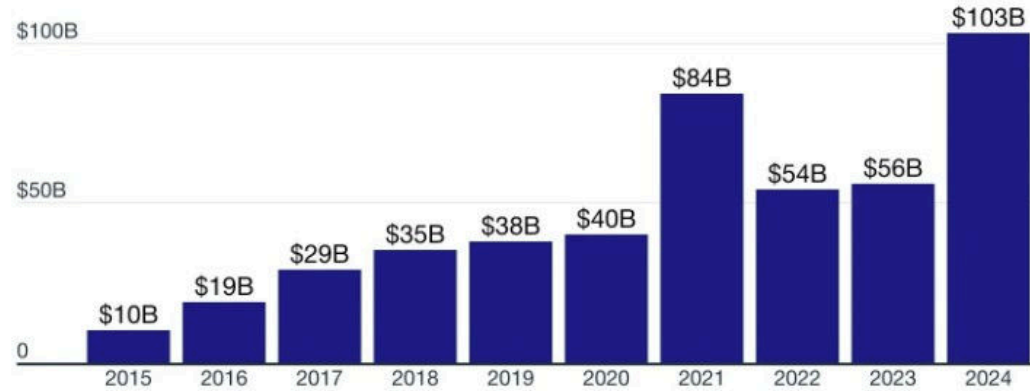
[Scientific background: Computational protein design and protein structure prediction](#)



© Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

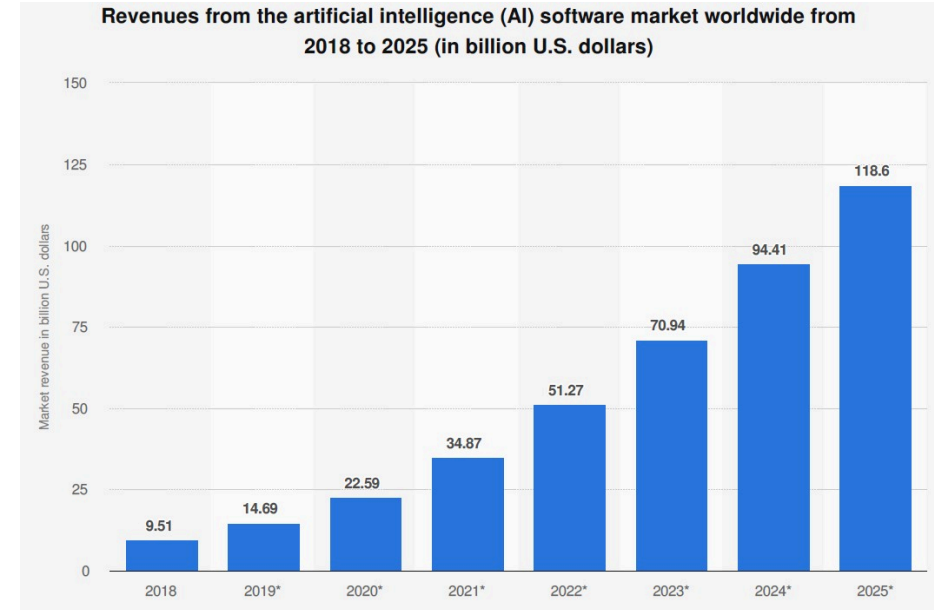
Kommerzielle Relevanz

AI Startup Kapital



crunchbase

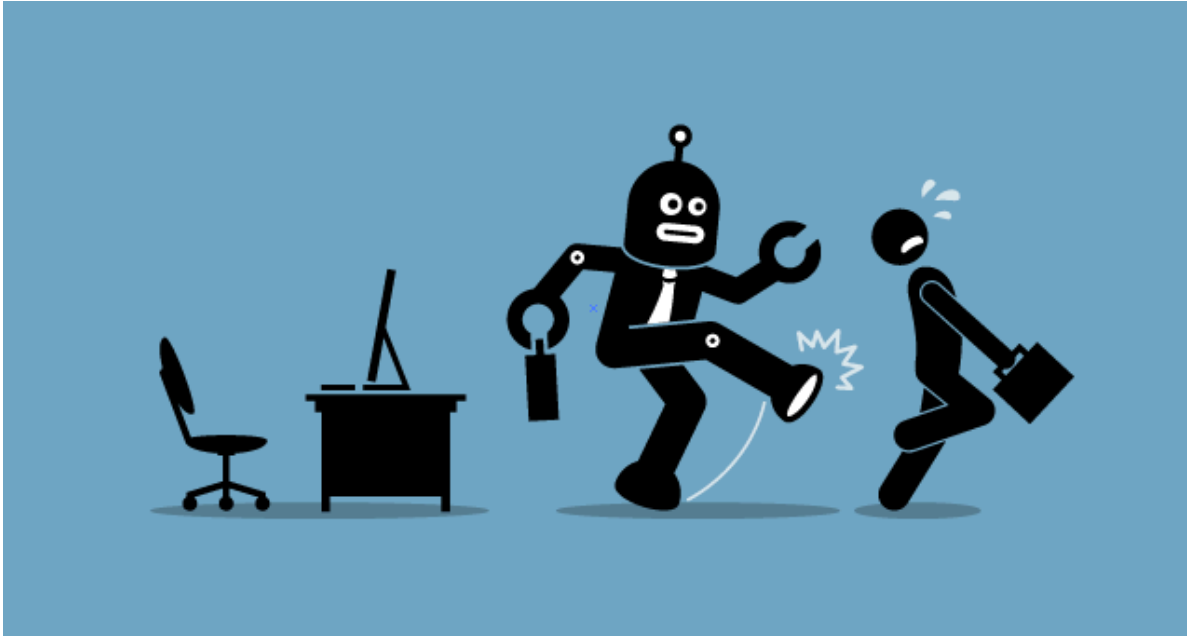
Vorhergesagte Gewinne durch AI Software



Hört sich alles super an!

Aber ...

Risiken: Wandel in der Arbeitswelt



<https://growthbusiness-production.s3.amazonaws.com/uploads/2022/10/automation-create-more-jobs.png>

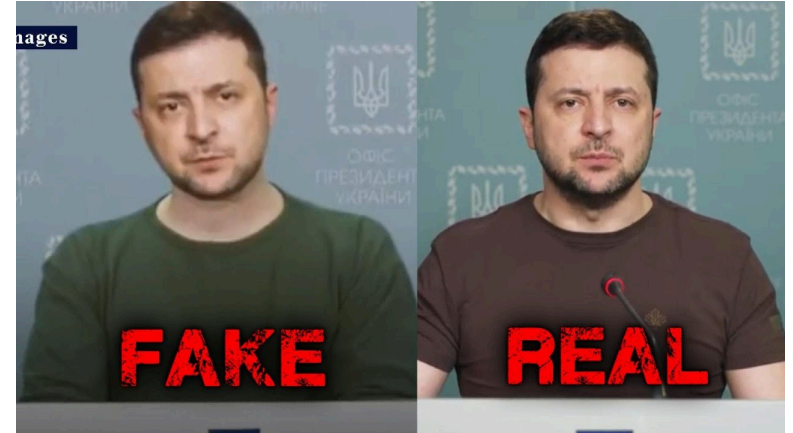
- Taxi/LKW-FahrerInnen
 - AnalystInnen
 - KünstlerInnen
 - SachbearbeiterInnen
 - ProgrammiererInnen
 - ...
- KI-Tools?

Risiken: „Deep Fakes“

- Künstlich generierte Fotos und Videos
- Unterschiede (bald) nicht mehr erkennbar
- Technologie einfach zugänglich



Barack Obama



Volodymyr Zelenskyy

Gezielte Desinformation
→ **Folgen für die Gesellschaft?**

Risiken: Sicherheit von KI Systemen



Machine Learning Modelle können ausgetrickst werden („adversarial attacks“)!
→ **In sicherheitsrelevanten Bereichen gefährlich!**

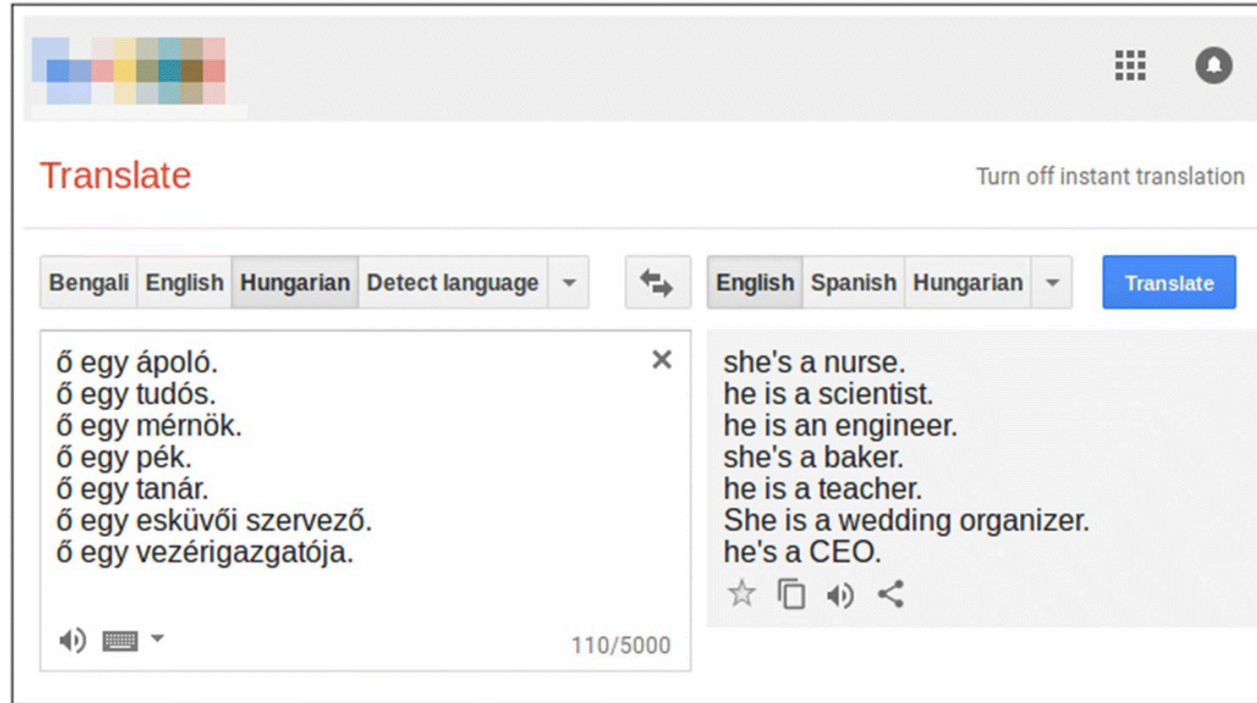
→ **In sicherheitsrelevanten Bereichen gefährlich!**

Modifikationen an Straßenschildern

→ Misinterpretation als Geschwindkeitsbegrenzung

Eykholt et al., arXiv:1707.08945

Risiken: Bias



Ungarisch: Ohne Geschlecht → Englisch: Antizipiertes Geschlecht
→ **Bias aus Daten spiegelt sich in den Modellen wieder!**

Prates *et al.* 2018, DOI: 10.1007/s00521-019-04144-6

Seminar „Kritische Betrachtung der Künstlichen Intelligenz“

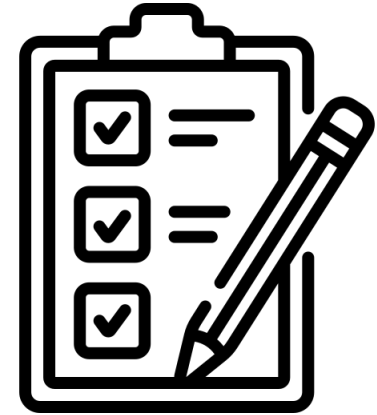
- Wann?
 - **SS 26:** M-INFO-105760: Kritische Betrachtung der künstlichen Intelligenz
 - *Nur Informatik*
 - **WS 26/27:** M-INFO-105926: Kritische Fragestellungen der Künstlichen Intelligenz
 - *Gemeinsam mit dem Institut für Technikfolgenabschätzung (ITAS)*



Zusammenfassung

Sehr viele Anwendungsbereiche von KI Methoden

- Unterschiedliche Daten
 - Text, Bilder, Zeitreihen, ...
- Unterschiedliche Aufgaben
 - Vorhersage, Klassifizierung, Generation, Entscheidungsfindung, ...
- Risiken
 - Bias, Sicherheit, Fakes, ...



Überblick und Ziele der heutigen Vorlesung



Allgemeine Informationen zur Vorlesung

- Termine, Inhalt, Fragen

1. Einsatz von KI

- (Unsortierter) Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten

2. Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden

3. KI Begriffserklärung und Taxonomie

- Systematische Einsortierung von KI Methoden

Vorlesungsüberblick

Aufgabe



2 Minuten

Setzt eure Begriffe in eine zeitliche Reihenfolge!

Künstliche Intelligenz - Geschichtlicher Überblick



~800 v. Chr., Griechische Mythologie

Künstliches Leben → Künstliche Intelligenz

- Talos, gigantischer Bronzemann zum Schutz von Kreta
- Pandora (“Allbegabte”), künstliche Frau aus Lehm geschaffen

Neuzeit

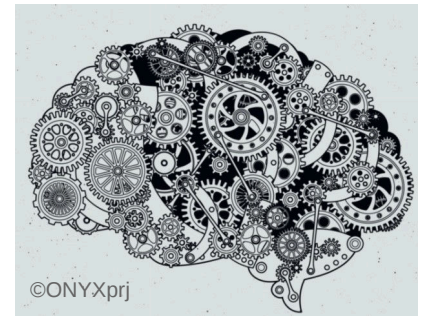
Newtonsche Mechanik: Mechanistisches Weltbild - Welt als Uhrwerk

$$m\ddot{\vec{x}} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i \quad \text{Kräfte erzeugen Beschleunigung}$$

19 Jh.

Laplacescher Dämon: Voraussage der Zukunft durch Kenntnis des Jetzt

→ Leben (und dadurch Intelligenz) als Maschine



„Wir müssen also den gegenwärtigen Zustand des Universums als Folge eines früheren Zustandes ansehen und als Ursache des Zustandes, der danach kommt. Eine Intelligenz, die in einem gegebenen Augenblick alle Kräfte kennt, [...] würde [...] die Bewegungen der größten Himmelskörper und die des leichtesten Atoms einbegreifen. Nichts wäre für sie ungewiss, Zukunft und Vergangenheit lägen klar vor ihren Augen.“

20/21 Jh. ⚡ Dreikörperproblem (Chaos), Quantenmechanik

Was ist Intelligenz?

1842



Ada Lovelace

“The Analytical Engine has no pretensions whatever to originate anything. It can do whatever we know how to order it to perform.”

“Only when computers originate things should they be believed to have minds.”

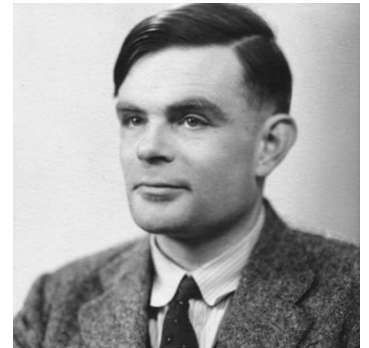
→ **Wir sind mehr als nur Algorithmen, wir haben einen Geist der uns befähigt, Dinge zu wollen und zu erschaffen!**

1950

Alan Turing, Turing test

“A computer would deserve to be called intelligent if it could deceive a human into believing that it was human”

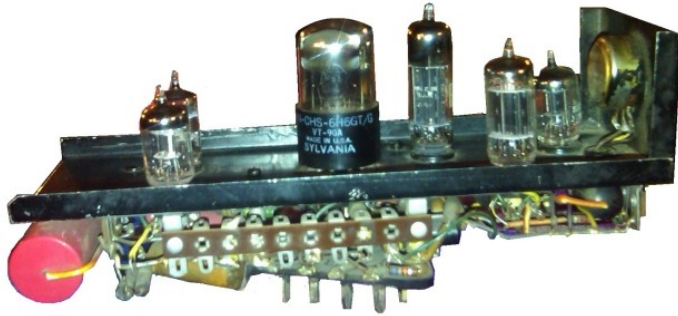
→ **Nur das Ergebnis zählt!**



Adrienne Mayor, “Gods and Robots: Myths, Machines, and Ancient Dreams of Technology” (Princeton University Press), 2018

Frühe praktische Ansätze

- 1930-60er** Neue Erkenntnisse der **Neurologie**: Geburt der **Kybernetik**
Claude Shannon: **Informationstheorie**, digitale Signale
Alan Turing: **Digitale Beschreibung** aller Berechnungen
→ Mechanische und kybernetische Roboter/Computer



SNARC (1951)
(Stochastic Neural Analog
Reinforcement Calculator)

Johns Hopkins Beast (1960)



- 1951** Erste Computerprogramme für Dame und Schach

- 1955** Logik implementiert in digitalen Computern, symbolische KI, Suche

Geburtsstunde der Künstlichen Intelligenz

1956

Dartmouth Conference
“Geburtsstunde der KI”

**1956 Dartmouth Conference:
The Founding Fathers of AI**



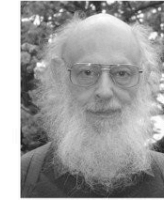
John McCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



Alan Newell

1956-1974

Goldene Jahre, großer Optimismus

Frühe KI, unter anderem



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester



Trenchard More

→ Probleme die einfach für Computer und schwer für Menschen sind

(Zu) hohe Erwartungen

Herbert A. Simon und Allen Newell, 1958

"Within ten years a digital computer will be the world's chess champion."

"Within ten years a digital computer will discover and prove an important new mathematical theorem."

Herbert A. Simon, 1965

"Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do."

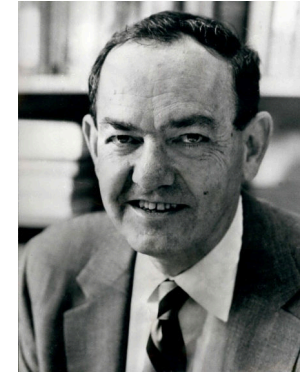
Marvin Minsky, 1967

"Within a generation ... the problem of creating 'artificial intelligence' will substantially be solved."

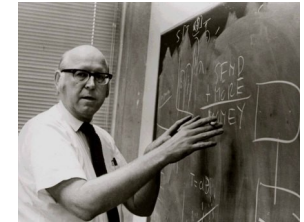
Marvin Minsky, 1970

"In from three to eight years we will have a machine with the general intelligence of an average human being."

Simon



Newell



Minsky



Erster KI-Winter

1974-1980 **Erster KI-Winter**

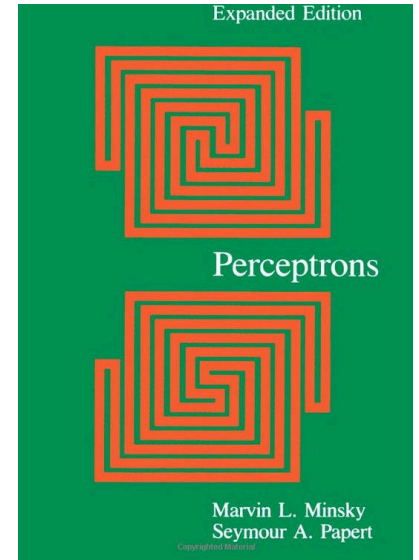
Ursachen **Probleme der symbolischen KI**

- Hohe, nicht erfüllbare Versprechen und Erwartungen
- Zu geringe Computerkapazität
(Kombinatorische Explosion der Suchprobleme)

Probleme der neuronalen (sub-symbolischen) KI

Perceptron (Frank Rosenblatt) kann XOR-Problem nicht lösen

- Marvin Minsky, Seymour Papert: "Perceptrons", 1969



Moravecsches Paradox

“Es ist **vergleichsweise einfach**,
Computer dazu zu bringen, Leistungen auf
Erwachsenenniveau bei **Intelligenztests**
oder beim **Dame spielen** zu erbringen,

... und **schwierig oder unmöglich**, ihnen
die Fähigkeiten eines Einjährigen in Bezug
auf **Wahrnehmung und Mobilität** zu
vermitteln.”

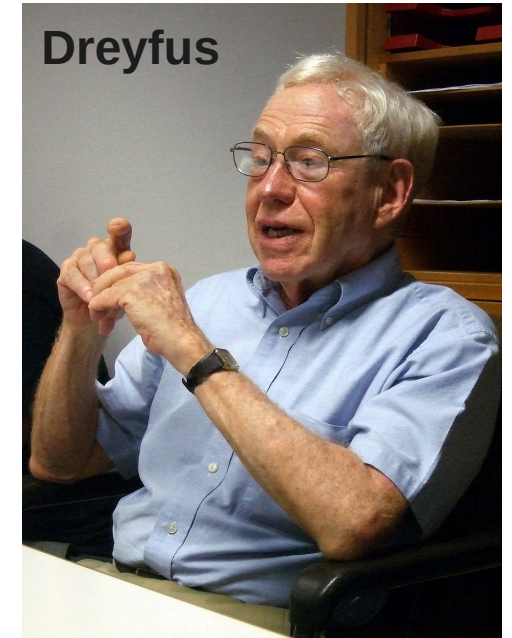
Moravec's Paradoxon



Intelligenz: Reines Rechnen oder „Embodiment“

- 1976** Newell & Simon: „Physical symbol system hypothesis“:
→ **Denken** ist Informationsverarbeitung und Informationsverarbeitung ist ein **rechnerischer Prozess** → daher unabhängig vom Gehirn:
→ *"Intelligenz ist Geist, der durch beliebige strukturierbare Art von Materie implementiert wird"*

- 1979** Kritik von Hubert Dreyfus und anderen:
Grundannahmen der KI sind nicht korrekt
→ Gehirn und Geist sind keine Hardware und Software
→ Geist arbeitet nicht mit diskreten Berechnungen
Deshalb
→ **KI braucht Körper und Umwelt**
→ Intelligentes Verhalten nur durch Interaktion



AI Boom der 80er

1980-1987 AI Boom

Symbolische KI

1980 Expertensystem XCON für Computerhardware

1980er Riesige Wissensdatenbanken (z.B. Cyc) und Logik zur Lösung des "Commonsense Knowledge" Problems

1989 Erste Erfolge im Schach ("Deep Thought", 1995-1997 dann "Deep Blue")
→ Mischung aus Suchalgorithmus mit vielen festgelegten aber auch lernbaren Parametern

Neuronale KI

1986 Geoffrey Hinton & David Rumelhart: Backpropagation
Die Methode wurde allerdings bereits in den 60ern "erfunden"
→ Benutzt bis heute zum Training von neuronalen Netzen

Zweiter KI-Winter und neue Erfolge

1987-1993

Zweiter KI-Winter

- Wieder zu hohe, nicht erfüllbare Versprechungen und Erwartungen
- Expertensysteme zu schwer zu warten/erweitern, fragil
- Umdenken: Sinneswahrnehmung, Robotik und „embodied AI“

1990er

KI unter anderen Namen: **Kognitive Systeme**, Computerintelligenz, ...

1997

IBM Deep Blue schlägt Garry Kasparov im Schach

Moore'sches Gesetz: Deep Blue ist 10 Millionen mal schneller als erste Schachcomputer im Jahre 1951

2004-2007

DARPA Grand Challenge / DARPA Urban Challenge: Autonomes Fahren

2011

IBM Watson gewinnt Jeopardy

→ Fernseh-Quizshow zu Allgemeinwissen

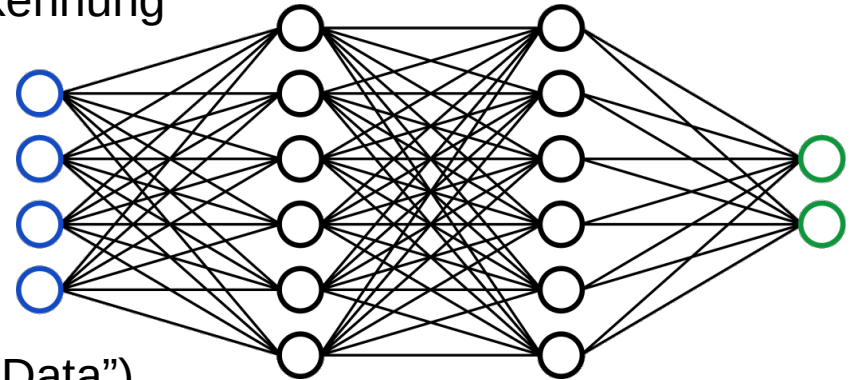


Durchbruch des maschinellen Lernens

2010er/2020er

Machine Learning und Deep Learning

- Probleme, die einfach für Menschen, aber schwer zu programmieren sind
 - Computer Vision, Objekterkennung
 - Sprachverarbeitung



Erfolg durch

- Verfügbare Datenmengen (“Big Data”)
 - Schnellere Computer (Spezialhardware, GPUs, TPUs)
 - Weiterentwicklung der Methoden und Modelle (CNNs, Transformers, etc.)
- Deep Learning erreicht oder übertrifft menschliche Fähigkeiten in vielen Bereichen!

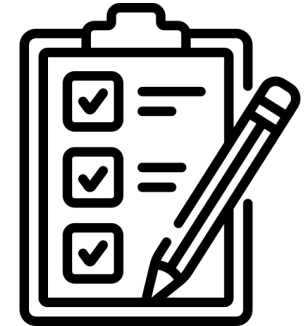
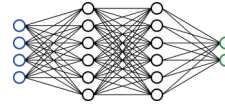
Zusammenfassung

Überblick über die Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Künstliche Intelligenz ist kein neues Thema: Ursprünge reichen weit zurück!
- Viele parallele Entwicklungen



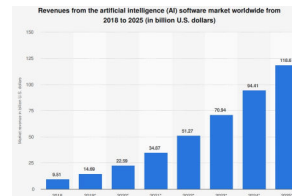
- Symbolische vs. neuronale KI
- Rein rechnerisch vs. Embodiement



- Bewegte Geschichte



- Hohe Versprechungen → Hohe Erwartungen → Große Enttäuschungen
- Dadurch: Zwei KI Winter
- Durchbruch durch maschinelles Lernen erst in den letzten zwei Jahrzehnten
- Exponentielles Wachstum...?



Überblick und Ziele der heutigen Vorlesung



Allgemeine Informationen zur Vorlesung

- Termine, Inhalt, Fragen

1. Einsatz von KI

- (Unsortierter) Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten

2. Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden

3. KI Begriffserklärung und Taxonomie

- Systematische Einsortierung von KI Methoden

Vorlesungsüberblick

Aufgabe



3 Minuten

Ordnet eure Begriffe thematisch.
Bildet Kategorien und Relationen.
Überlegt euch eine Taxonomie.

Künstliche Intelligenz & Maschinelles Lernen



WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

Begriffe/Definitionen

Künstliche Intelligenz

“Künstliche Intelligenz (KI) [...], englisch artificial intelligence (AI), ist ein Teilgebiet der Informatik, welches sich mit der **Automatisierung intelligenten Verhaltens** und dem **maschinellen Lernen** befasst.

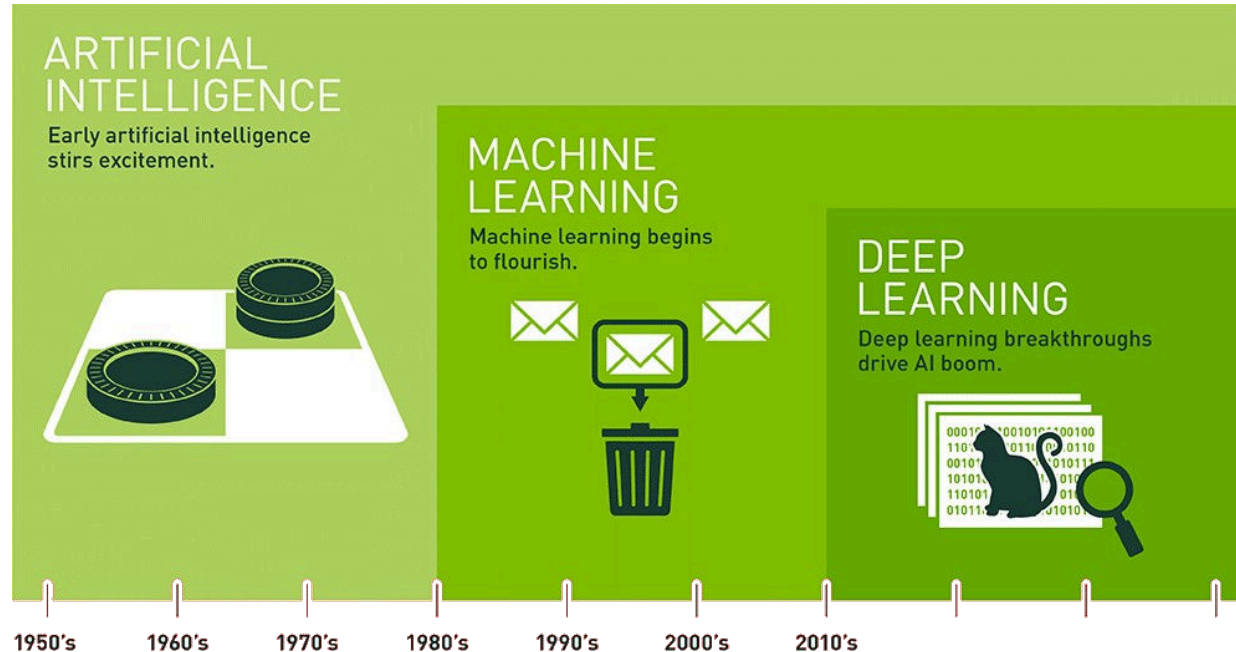
Der Begriff ist insofern **nicht eindeutig abgrenzbar**, als es bereits an einer genauen **Definition von „Intelligenz“ mangelt**. Dennoch wird er in Forschung und Entwicklung verwendet.”

Maschinelles Lernen

“Maschinelles Lernen ist ein Oberbegriff für die **„künstliche“ Generierung von Wissen aus Erfahrung**: Ein künstliches System **lernt** aus Beispielen und kann diese nach Beendigung der Lernphase **verallgemeinern**.”

Künstliche Intelligenz & Maschinelles Lernen

Abgrenzung



Michael Copeland, blogs.nvidia.com

- Symbolische KI
- Neuronale KI

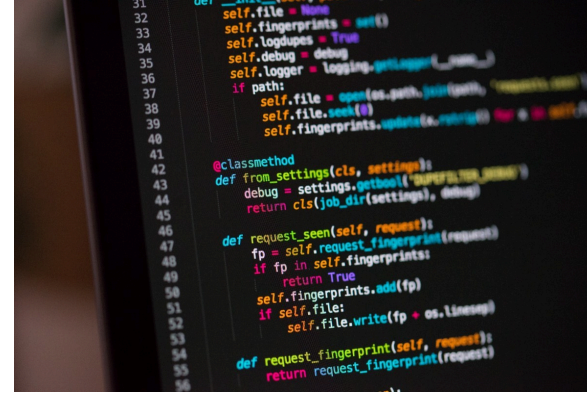
→ **Zu einfach?**

Allgemeinerer Ansatz



Problem in der „echten“ Welt

- Komplexität
- Unsicherheit



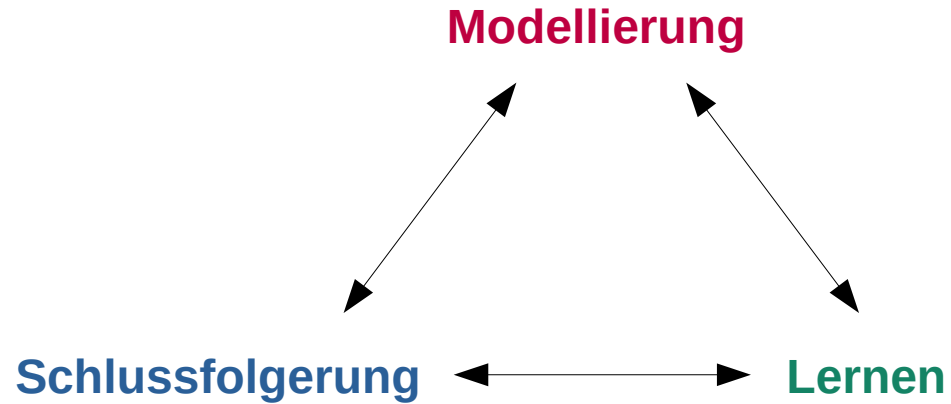
Für Computer lösbares Problem

- Modell
- Algorithmus

→ Herausforderung für die Künstliche Intelligenz

The following slides are based on course CS221, Stanford University

Ansatz: Modellieren – Schlussfolgern – Lernen



Modellieren – Schlussfolgern – Lernen

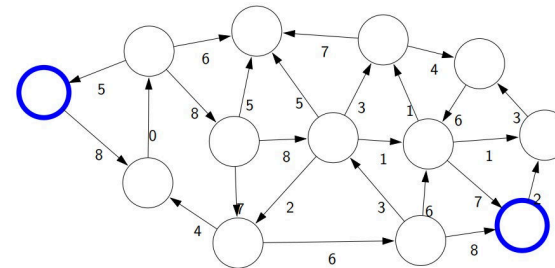
Modellierung

Schlussfolgerung Lernen



Echte Welt

Modellierung



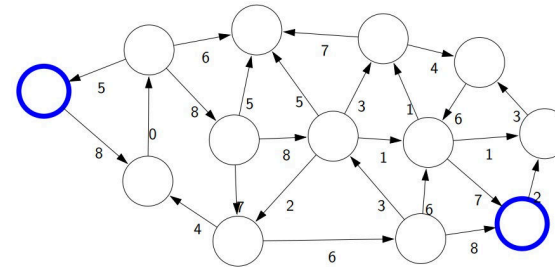
Modell

- Formale mathematische Beschreibung
- (Meistens) nicht vollständig → Approximation

Modellieren – Schlussfolgern – Lernen

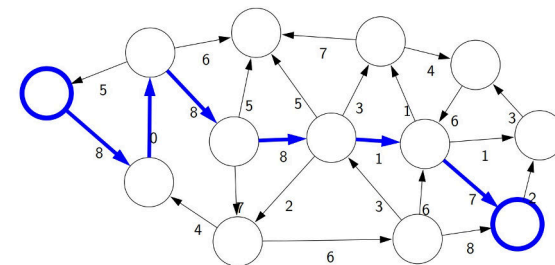
Modellierung

Schlussfolgerung Lernen



Modell

Schlussfolgerung



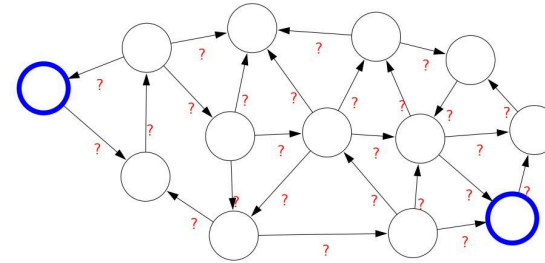
Lösung

- Kürzester Pfad?
Beste Lösung?
- → Effiziente
Algorithmen
notwendig
- Ggf. Näherungen

Modellieren – Schlussfolgern – Lernen

Modellierung

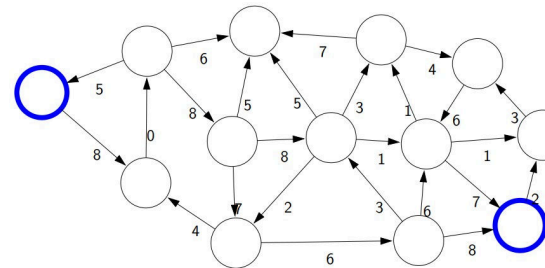
Schlussfolgerung Lernen



+ Daten
(Beobachtungen)

Modell ohne Parameter

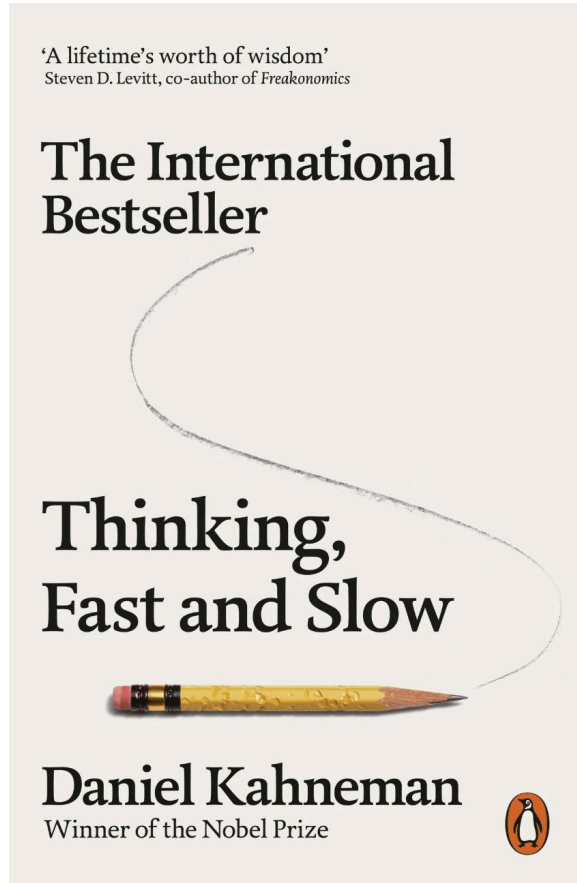
Lernen



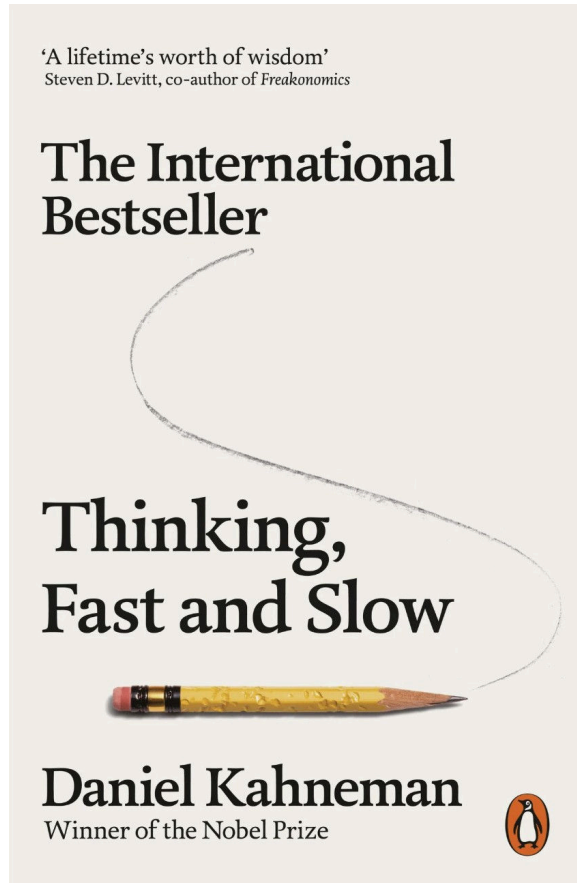
Modell mit Parametern

- Modelle können sehr komplex werden
- Benutze Daten um Modellparameter zu lernen
- Abstrakt → Konkret

Thinking fast and slow



Thinking fast and slow

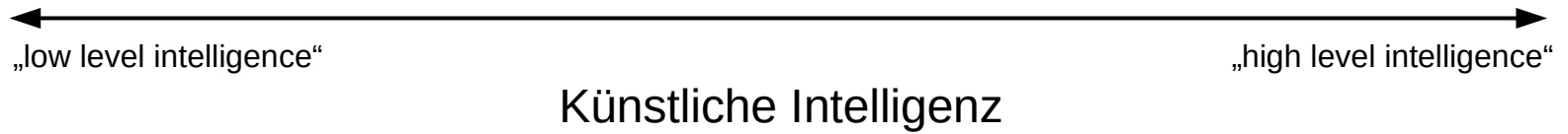


Zwei Arten von denken:

- Schnell: Als Reflex
- Langsam: Mit Aufwand

Spektrum von KI Methoden

Modellierung
Schlussfolgerung Lernen



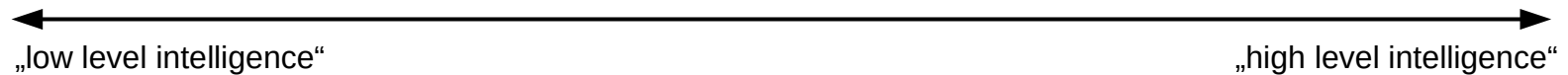
Reflex-basierte KI

Welches Tier ist das?



Modellierung
Schlussfolgerung Lernen

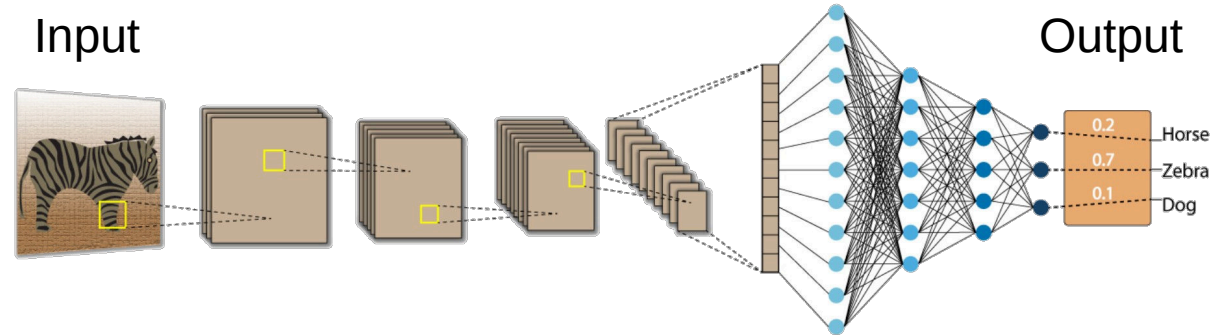
Reflex



Künstliche Intelligenz

Reflex-basierte KI

Reflex Modelle



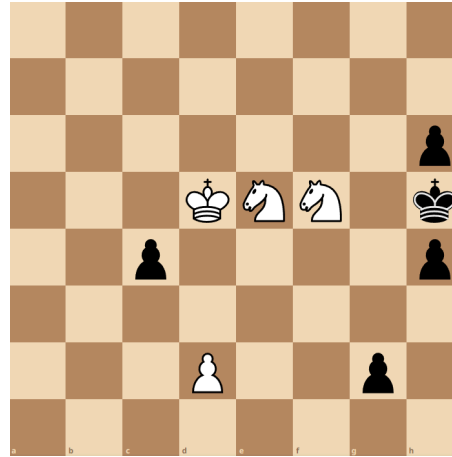
- Typische Machine Learning Modelle
- Direkte Vorhersage von Input zu Output

Modellierung
Schlussfolgerung Lernen



Zustands-basierte KI

Weiß am Zug



Modellierung
Schlussfolgerung Lernen

Reflex

Zustände

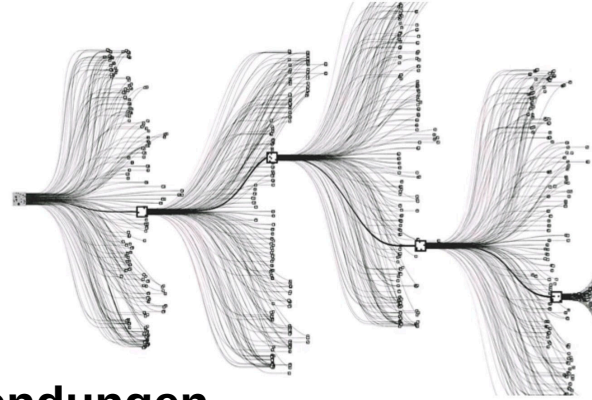
„low level intelligence“

„high level intelligence“

Künstliche Intelligenz

Zustands-basierte KI

Zustands-basierte Modelle



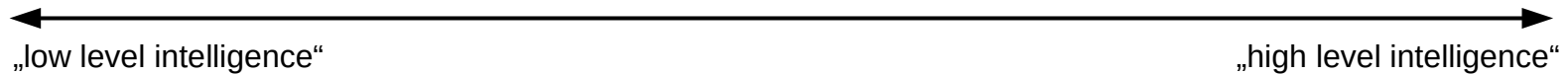
Anwendungen

- Spiele (Schach, Go, Pacman, ...)
- Robotik: Bewegungsplanung
- → Planung durch Zustände und Aktionen

Modellierung
Schlussfolgerung Lernen

Reflex

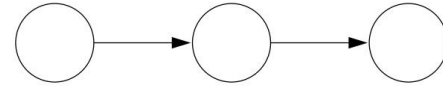
Zustände



Künstliche Intelligenz

Zustands-basierte KI

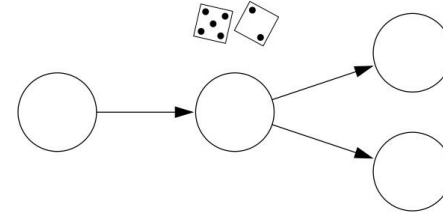
Suchprobleme: Volle Kontrolle



z.B. Routenfindung

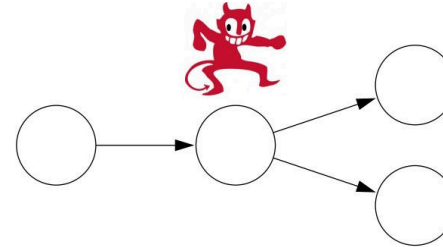
Markov-Decision Processes: Gegen die Umgebung

Siehe auch **Reinforcement Learning**



z.B. Blackjack

Adversarial Games: Gegen einen Gegner

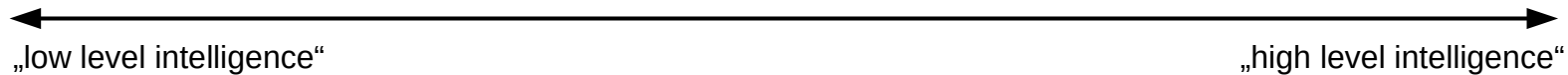


z.B. Schach

Modellierung
Schlussfolgerung Lernen

Reflex

Zustände

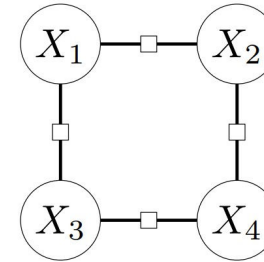


Künstliche Intelligenz

Variablen-basierte Modelle

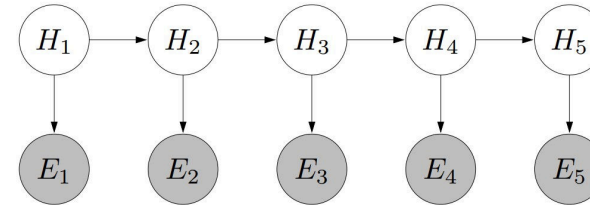
Probleme mit (harten) Bedingungen:

- z.B. Sudoku, Scheduling

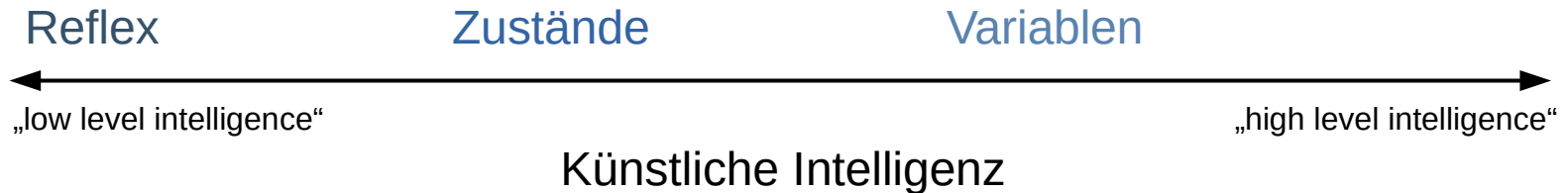


Probleme mit (weichen) Abhängigkeiten:

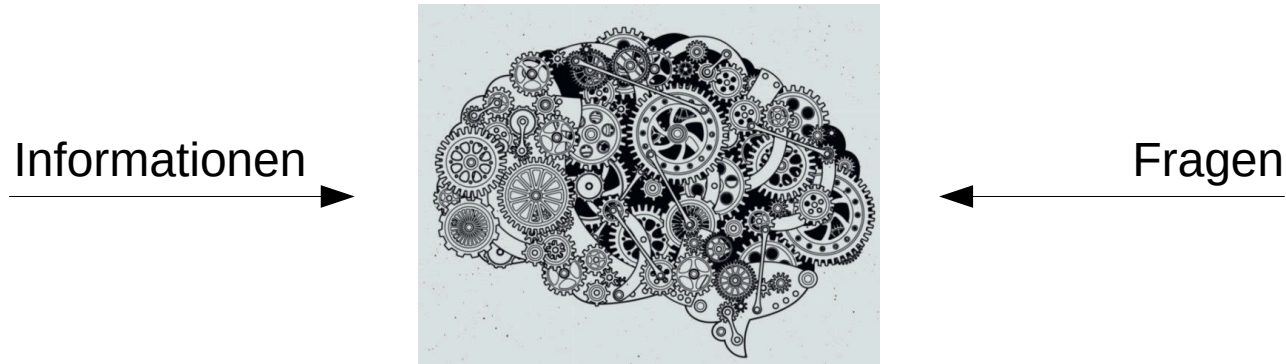
- z.B. Videodaten → Positionen von Autos
- Modellierung über Bayes'sche Netze



Modellierung
Schlussfolgerung Lernen

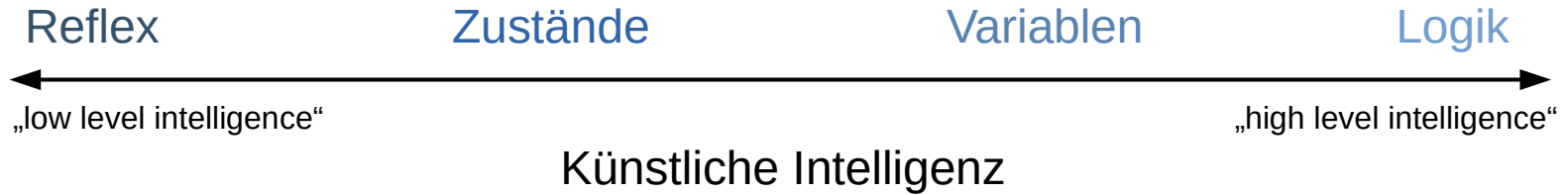


Logik



- Adaptiv
- Heterogene Informationen
- Logische Schlussfolgerungen
- Natürliche Sprache
- Logik: Nicht als Alternative zu statistischen Modellen, sondern komplementär

Modellierung
Schlussfolgerung Lernen



Überblick und Ziele der heutigen Vorlesung



Allgemeine Informationen zur Vorlesung

- Termine, Inhalt, Fragen

1. Einsatz von KI

- (Unsortierter) Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten

2. Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden

3. KI Begriffserklärung und Taxonomie

- Systematische Einsortierung von KI Methoden

Vorlesungsüberblick

Semesterüberblick

Teil 1: Einführung

VL1 Überblick	PF	27.10.
VL2 Lineare Algebra, Grundlagen, Lineare Regression, Maximum Likelihood	PN	03.11.

Teil 2: Machine Learning - Grundlagen

VL3 Klassifikation, Logistic Regression, Gradient Descent	PF	10.11.
VL4 MLPs/NNs, Back-Propagation, Teil 1	PF	17.11.
VL5 MLPs/NNs, Back-Propagation, Teil 2	PF	14.11.
VL6 Over/underfitting, Double-descent, Model selection, Ensembles	PN	01.12.
VL7 Unsupervised Learning, Dimensionalitätsreduktion, clustering	PN	08.12.
VL8 Density Estimation, Gaussian Mixture Models (GMMs)	PF	15.12.

Teil 3: Machine Learning - Vertiefung und Anwendung

VL9 Convolutions, CNNs, Computer Vision	PF	22.12. (hybrid)
VL10 RNNs, Encoder/Decoder, Natural Language Processing	PN	12.01.

Teil 4: Problem Solving & Reasoning

VL11 Search, Reasoning & Planning	PF	19.01.
VL12 Graphische Modelle, Kalman/Bayes Filter, HMMs, Viterbi	PN	26.01.

Teil 5: Acting

VL13 Markov Decision Processes (MDPs)	GN	02.02.
VL14 Reinforcement Learning, Robotik	GN	09.02.
VL15 Wiederholung und Fragen	PN+PF	16.02.

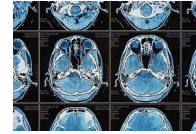
Übung

Termine

- Übung: Freitag, 15:45 – 17:15 Uhr, Chemie, Neuer Hörsaal (6 Termine)

	Thema	Publikation	Abgabe	Saalübung
Übung 1	Python/Numpy Tutorial (ohne Bewertung)	27.10.	06.11.	07.11.
Übung 2	Teil 2: Lineare und logistische Regression	10.11.	20.11.	21.11.
Übung 3	Teil 2: Neuronale Netze, Backpropagation	24.11.	04.12.	05.12.
Übung 4	Teil 2: PCA, AE	08.12.	18.12.	19.12.
Übung 5	Teil 3: CNNs	22.12.	15.01.	16.01.
Übung 6	Teil 3/4: RNNs und Suche	19.01.	05.02.	06.02.
Übung 7	Teil 5: Reinforcement Learning, Q-learning	09.02.	19.02.	20.02.

Zusammenfassung

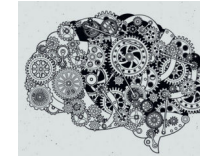


1. Überblick über Erfolge und Einsatzmöglichkeiten von KI

- Viele Alltagsbereiche: Sprache, Bilder, Fahren, Spiele, Vorhersage, Empfehlungen, ...

2. Überblick über die Geschichte der Künstlichen Intelligenz

- Zeitliche / Historische Einsortierung von KI Methoden
- Viele parallele Entwicklungen
- Auf und ab (KI Winter)



3. KI und ML: Begriffserklärung und Taxonomie

- Deep Learning \subset ML \subset KI
- Taxonomie der Machine Learning Methoden
 - Lernmethoden, Datentypen, Modelltypen

Modellierung
Schlussfolgerung Lernen

