

Künstliche Intelligenz (KI): Technik und Materie, Arbeit und Macht

Rainer Fischbach

Talk ohne Show : Werkzeug oder Meister?

KI und der Wandel von Arbeit

›Live bei Kleist‹ und Weltgewandt e.V.

Berlin, 29. Oktober 2024



Warnung und Weisung

»Beware of the short-term hype!«

François Chollet (2025)

»... what I call the horrendous oversell—both the frightening Madison Avenue aspect, and the aspect of a religion of the machine—that people hope that machines will succeed us.«

Hilary Putnam (1995)



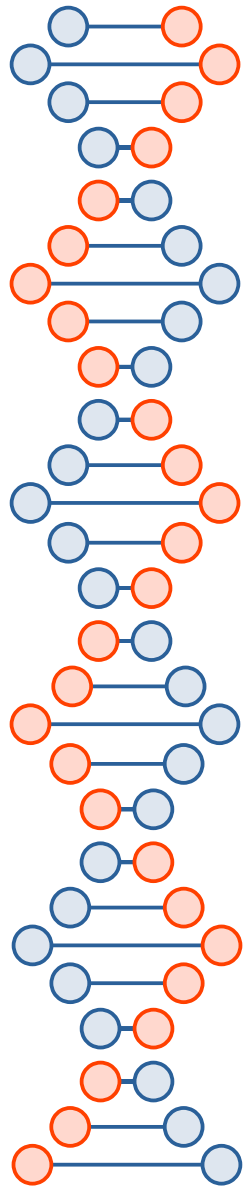
Was bedeutet KI?

- Es gibt nicht ›die KI‹, sondern Ansätze und Anwendungen, die **(formalisierbare) Teilaspekte** von Intelligenz adressieren
- Das Ziel einer ›**artificial general intelligence**‹ (**AGI**) liegt heute in ebenso weiter Ferne wie vor 70 Jahren
- Auf vielversprechende Ansätze folgte jeweils Ernüchterung (**AI Winter**), die jetzt wieder zu erwarten ist
- Die aktuelle (statistische) KI hat **weit zurückreichende Wurzeln**, die mehrere Entwicklungen der letzten Jahrzehnte zum Treiben befähigten



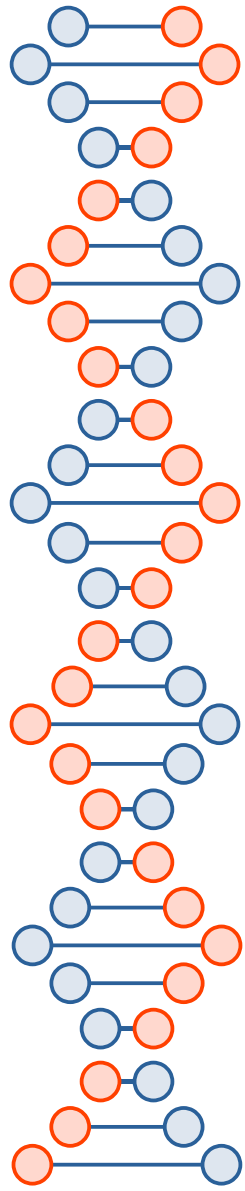
Klassische KI (GOFAI)

- Einfache **Spiele** (Schach und Go blieben lange unerreicht)
- **Optimierungsprobleme**
- Manipulation einfacher **Kunstwelten** (Bauklötzchen)
- Automatisierte **Übersetzung auf Basis linguistischer Theorien** (generative Transformationsgrammatik) erwies sich trotz hohen Aufwands als **Fehlschlag**
- Expertensysteme mit beschränktem Erfolg auf **explizit strukturierten** Gebieten. Implizites Wissen (*tacit knowledge*) und **Abduktion** blieben größtenteils unerreicht.

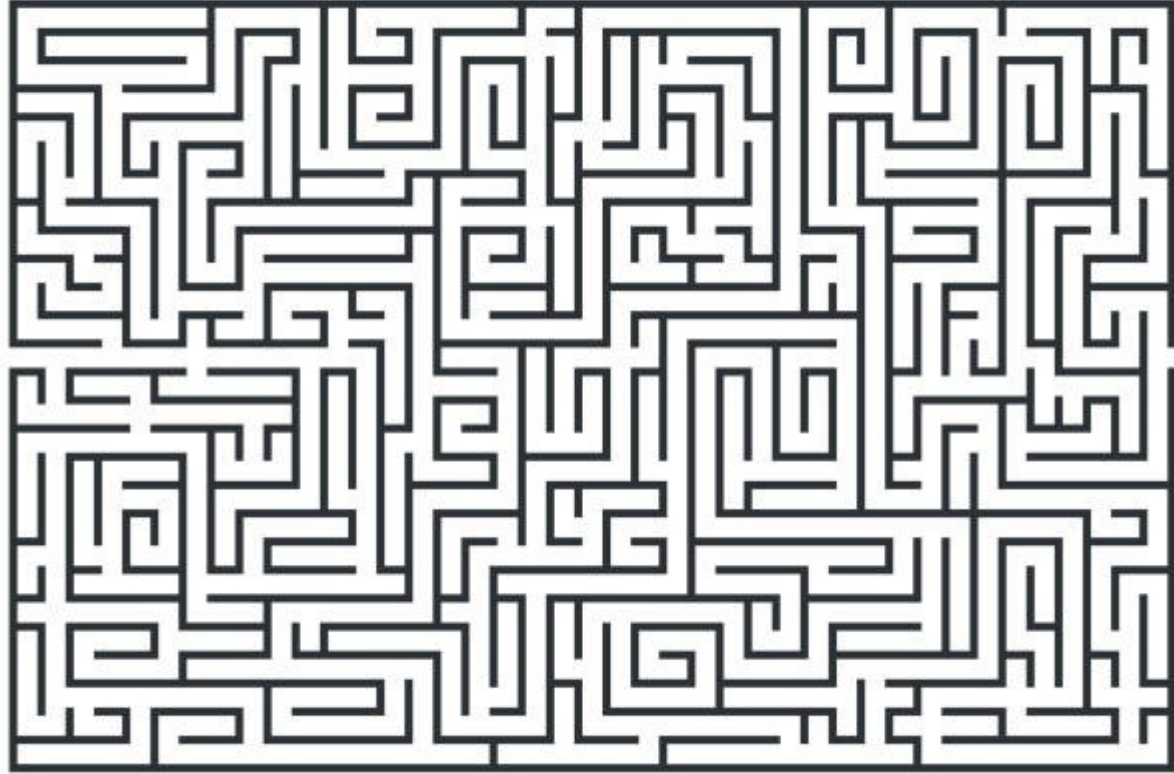


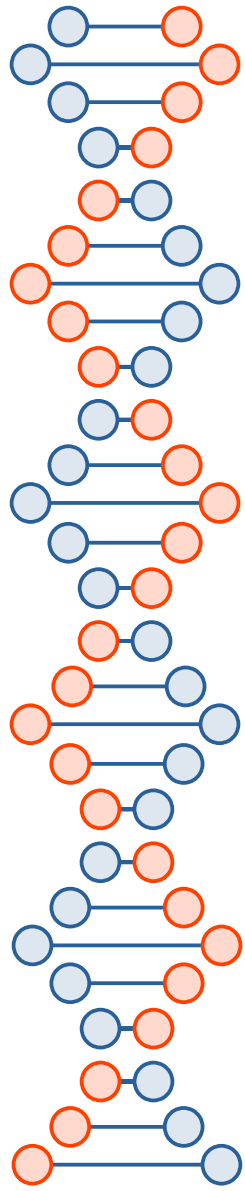
Expertensysteme (Knowledge-based Systems)

- ... sollten einmal **menschliche Experten ersetzen!**
- Trennung von **Inferenzmaschine und Wissensbasis**, die
- als erweiterbares Modell in einer **formalen Sprache** vorliegt
- Expertenwissen ist oft **implizit oder intuitiv**, d.h. nicht verbal und deshalb schwer oder nicht zu formalisieren
- Viele Aufgaben sind **nicht deduktiv, sondern abduktiv** zu lösen: medizinische Differentialdiagnostik, Fehleranalyse und Reparatur in der Technik, Kriminalistik etc.
- **Nichtmonotones Schließen** bleibt unerreichbar



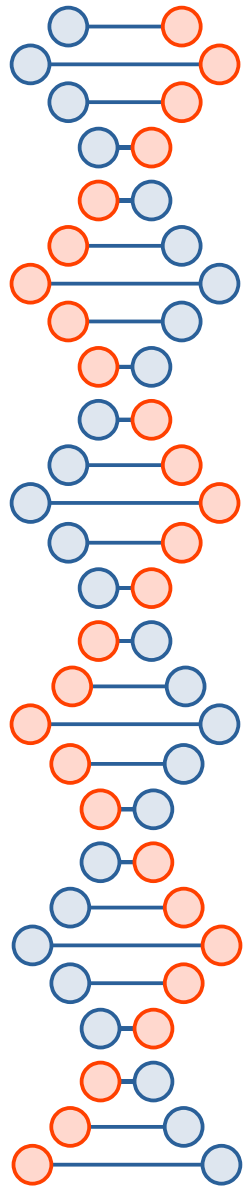
Labyrinth





Eine KI-Aufgabe: Exploration eines Suchraums

- Das **Labyrinth** ist dafür ein bildhaftes Paradigma.
- Viele Aufgaben sind ähnlich (auch Spiele!).
- Es gibt zwei unverzichtbare Werkzeuge und zwei Strategien:
 - Ein **Modell des Labyrinths** in Form geeigneter Datenstrukturen.
 - Der **Ariadnefaden**: erinnere die begangenen Wege.
 - **Tiefensuche**: nimm den ersten Zweig und gehe nur zurück, wenn es nicht weitergeht, um den jeweils nächsten zu nehmen.
 - **Breitensuche**: gehe auf jedem Zweig einen Schritt und gehe dann zum ersten davon, um dort ebenso zu verfahren.

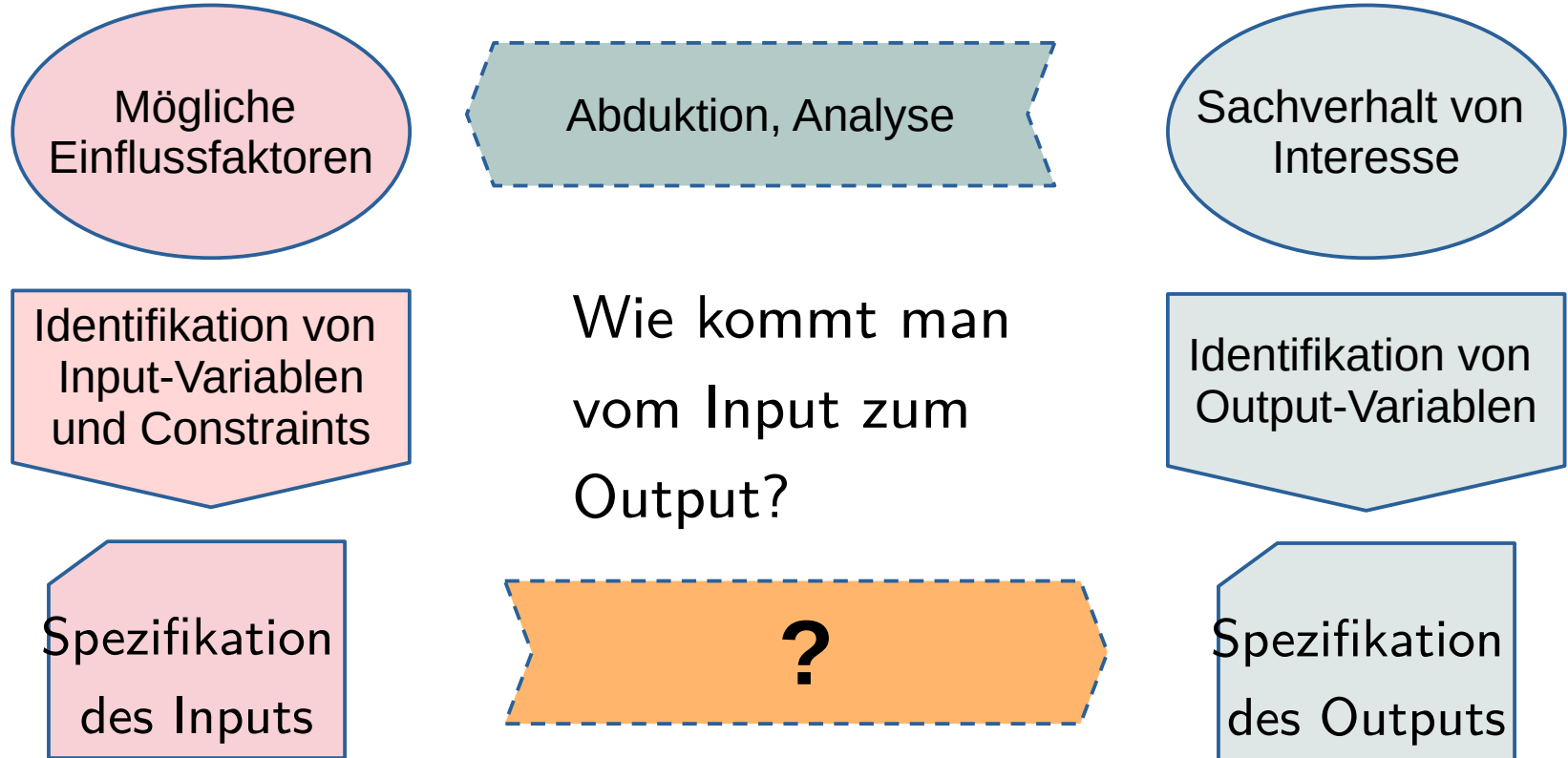


Woher kommt die statistische KI (LLMs etc.)?

- Keine singuläre Innovation.
- Konfluenz von Entwicklungen:
 - Statistik, Korrelation, Lineare Algebra, Tensoranalysis (100+a)
 - Perceptron, tiefe neuronale Netze, Backpropagation (60–70a)
 - Preis/Leistungsverhältnisses von Hardware (Moore's Law, 60a)
 - parallele Prozessoren für Tensoroperationen, ursprünglich für Graphik, Technik & Wiss. (GPUs, 30a) + API (CUDA, 20a)
 - Popularisierung des Internet, Onlinehandel, Social Media (30a)
 - Verbreitung von Mobile Computing und Smartphones (20a)
- Geringer Erfolg der klassischen KI (GOF AI).



Sachverhalte berechenbar machen





Zwei Wege vom Input zum Output

Statistische KI

Imitation der
Relation in den
Beispieldaten

Näherungsverf.
(>Induktiv<)

Input

?

Output

Klassische Software

Ableitung einer
Funktion aus einem
Strukturmodell

abduktiv /
deduktiv



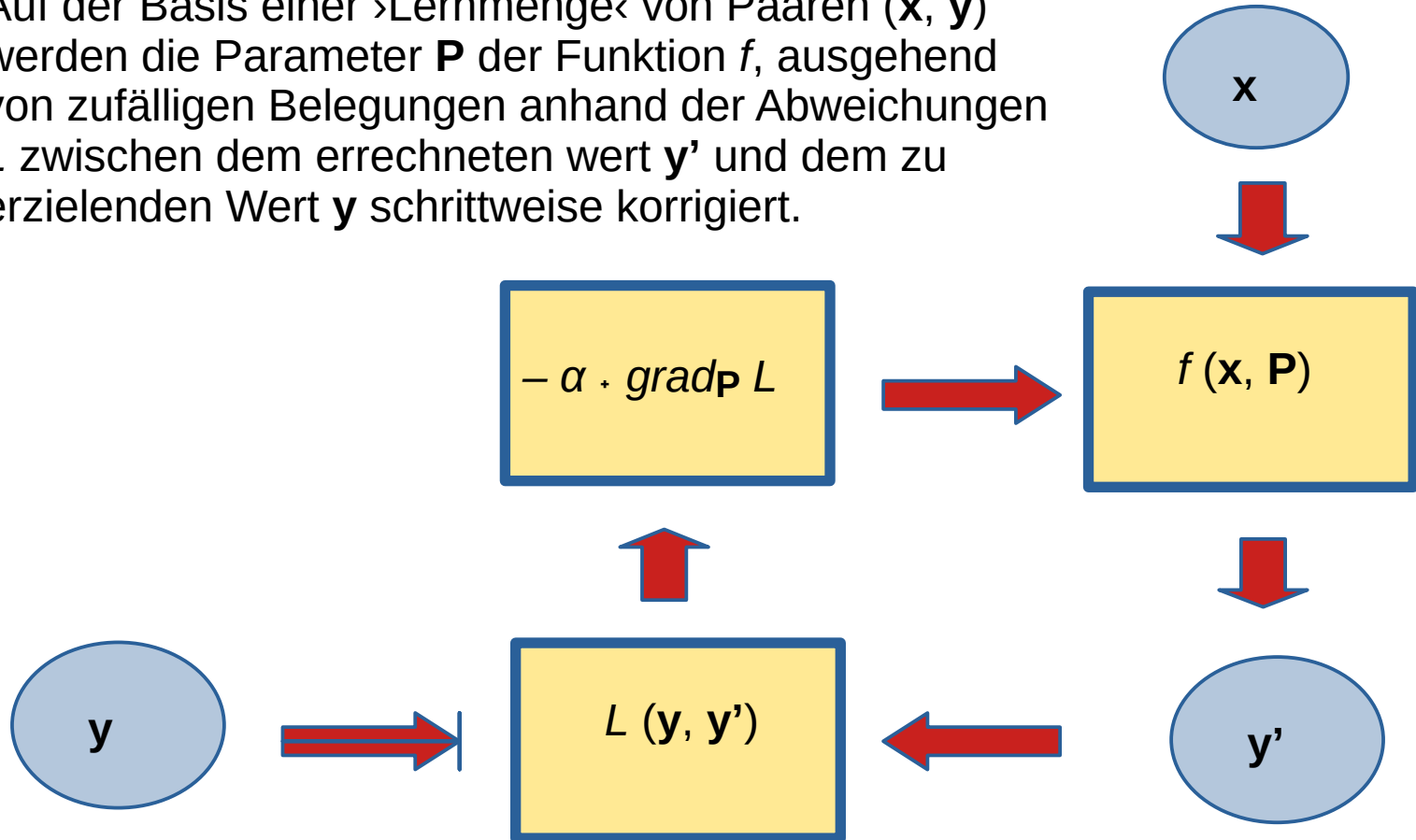
Imitation einer Relation (›Maschinelernen‹)

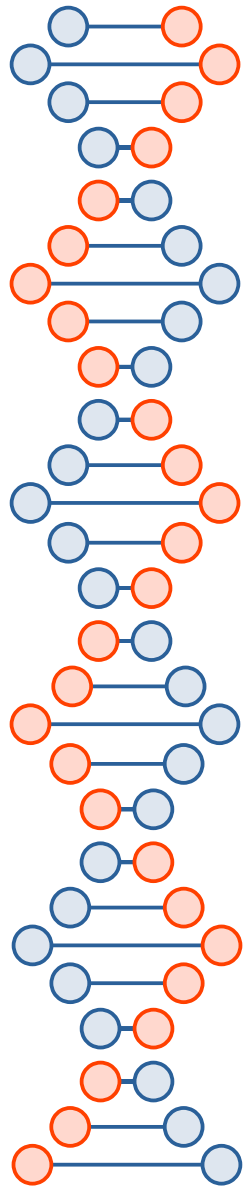
- Grundlage dafür ist eine Menge von Input-Output-Paaren
- Wahl von Typ und Gestalt einer Näherungsfunktion und
 - Anpassung von (u.U. Milliarden) Parametern,
 - um die Abweichung der Funktionswerte von den vorgegebenen Output-Werten zu minimieren (Gradient descent, Backpropagation),
 - ohne die Möglichkeit, die ›relevanten‹ Datenpunkte eines Input-Wertes zu identifizieren (man kann z.B. nicht in einem Bild das zu erkennende Objekt markieren).



›Lernprozess‹ (Gradient descent, Backpropagation)

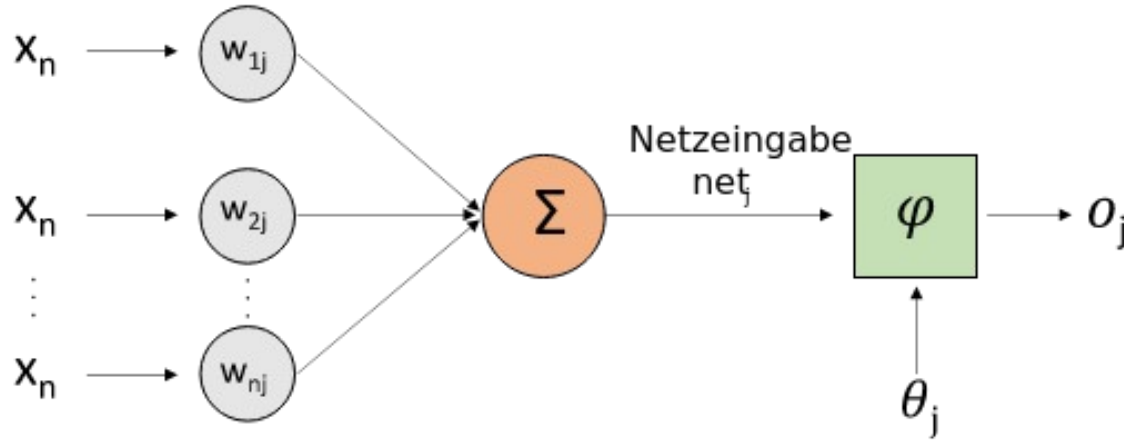
Auf der Basis einer ›Lernmenge‹ von Paaren (\mathbf{x}, \mathbf{y}) werden die Parameter \mathbf{P} der Funktion f , ausgehend von zufälligen Belegungen anhand der Abweichungen L zwischen dem errechneten Wert \mathbf{y}' und dem zu erzielenden Wert \mathbf{y} schrittweise korrigiert.





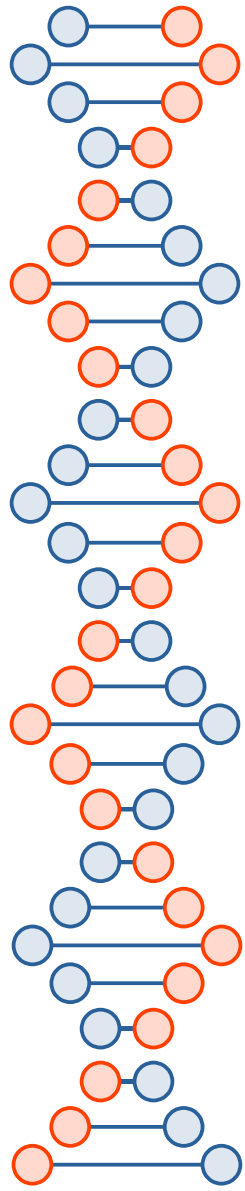
Künstliche Neuronale Netze (KNN): Knotensicht

Eingaben Gewichtungen

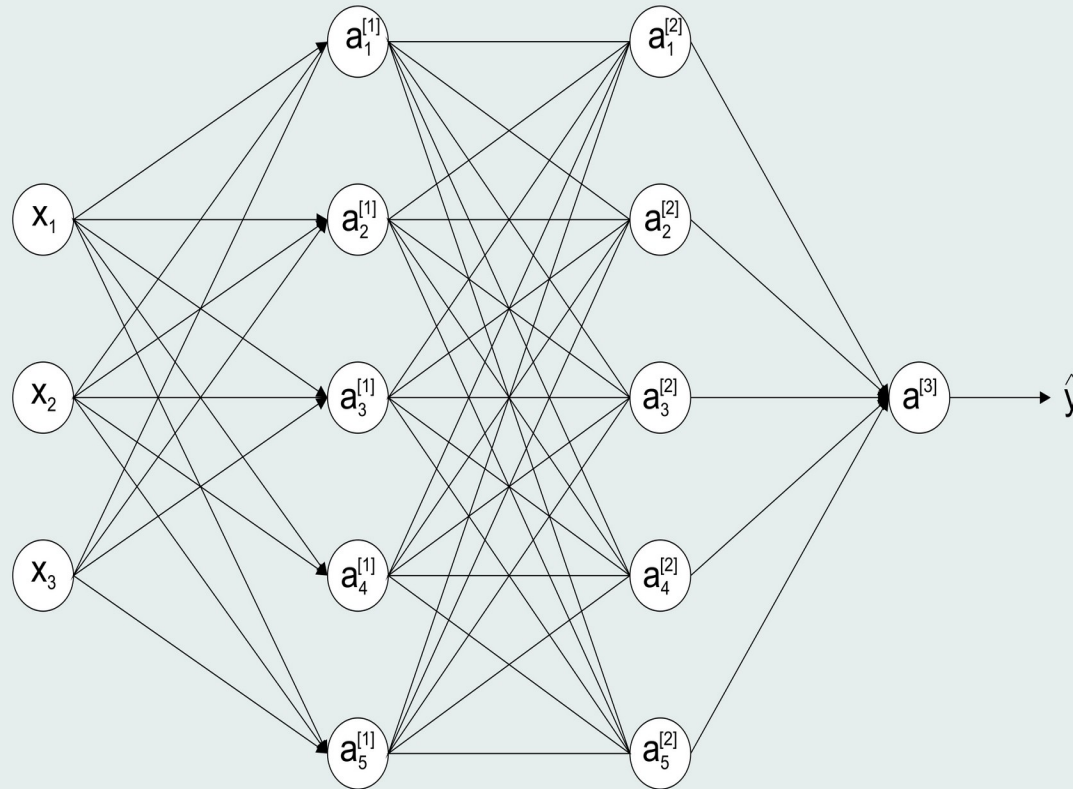


Das »Lernen« von KNN erfolgt, indem die Gewichte w_i , von Zufallswerten ausgehend, gezielt variiert werden, um die Differenz der Ausgabe zu den Sollwerten zu minimieren. Leitend ist dabei die Ableitung der Netzfunktion nach den Gewichten (Backpropagation).

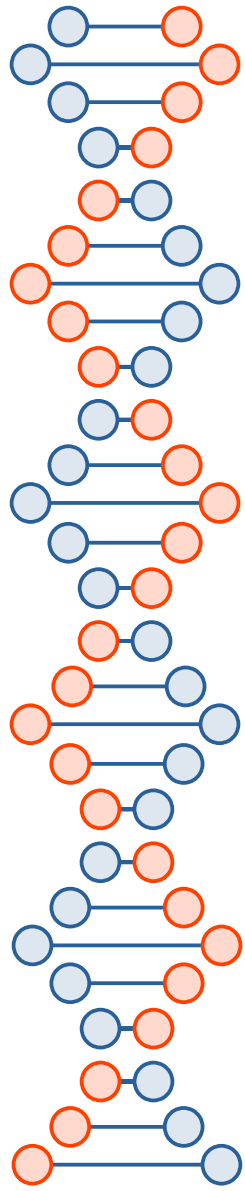
Die Inputs x_i werden mit Gewichten w_i multipliziert, addiert, um eine Konstante erhöht und darauf die Aktivierungsfunktion φ angewandt. Liegt deren Wert über der Schwelle θ , »feuert« das Neuron. KNN können in Schichten übereinander angeordnet werden (Tiefe KNN).



Künstliche Neuronale Netze (KNN): Netzsicht

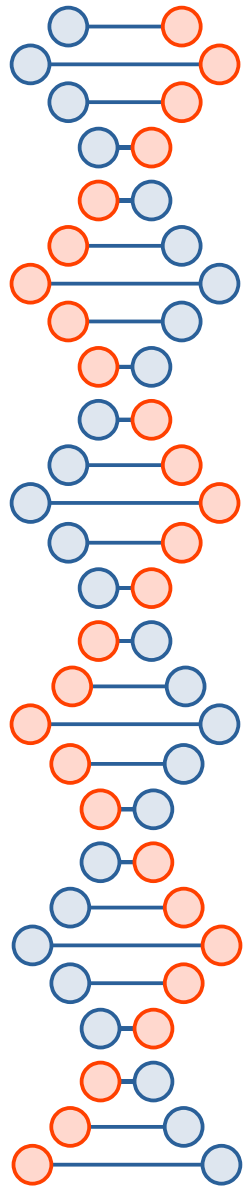


Die Ausgaben der tieferen Schicht (links) werden zu den Eingaben der darüber liegenden. Die Anzahl der Schichten und der Knoten darin ist von der Aufgabenstellung abhängig. Der Aufwand für das »Lernen« steigt mit der Anzahl der Knoten und Schichten.



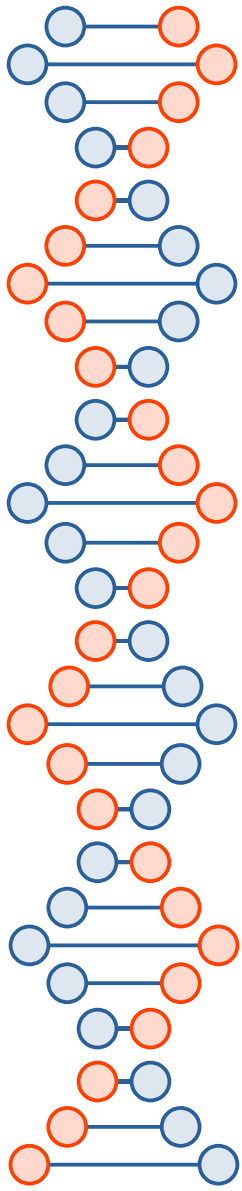
Aufgaben und Methoden der statistischen KI

- Vorhersage, Mustererkennung und Klassifizierung.
- ›Maschinenlernen‹ mittels Beispieldaten zur Bestimmung der Systemparameter ist aufwendig und energieintensiv.
- Techniken:
 - Partitionierung: finde signifikante Häufungen im Datenraum
 - Extrapolation durch Regression (linear, multilinear, nichtlinear)
 - Bedingte Wahrscheinlichkeit (Bayes) und Entscheidungsbäume
 - Künstliche Neuronale Netze (KNN) plus Backpropagation (heute die am häufigsten eingesetzte Technik)



Anwendungen statistischer KI

- Spamfilter, Erstellung und Klassifikation von Profilen
- Muster- bzw. Bilderkennung, z.B.
 - in der Medizin (Röntgen, MRT, Ultraschall)
 - in fahrerlosen Automobilen (mit ernststen Problemen)
 - in der Fernerkundung (Geowissenschaften, Geheimdienste ...)
 - in Betriebsdaten für vorausschauende Wartung
- automatische Übersetzung (mit beschränkter Qualität)
- Generative KI (LLMs, AlphaFold, ...) in der symbolischen Produktion und naturwissenschaftlichen Problemen



Die beschränkte Basis

- Endlichkeit der Datenbasis, d.h. ungewisse Verallgemeinerungsfähigkeit
- Gefahr von Overfitting: Reproduktion von Rauschen
- Es ist nicht klar, was genau korreliert wurde:
 - Zufall, Unzugänglichkeit der primären Variablen, d.h.
 - Probleme mit Artefakten und Proxy-Variablen bei klassischer Korrelation
 - prinzipielle Unkenntnis der Faktoren von Resultaten bei neuen Verfahren (KNN, SVM, PCA)



Supervised Learning: was hat die Maschine gelernt?

x_1	x
x_2	x
x_3	x
...	...
x	?

$U x$	x
$U x$	x
$U x$	x
...	...
x	?

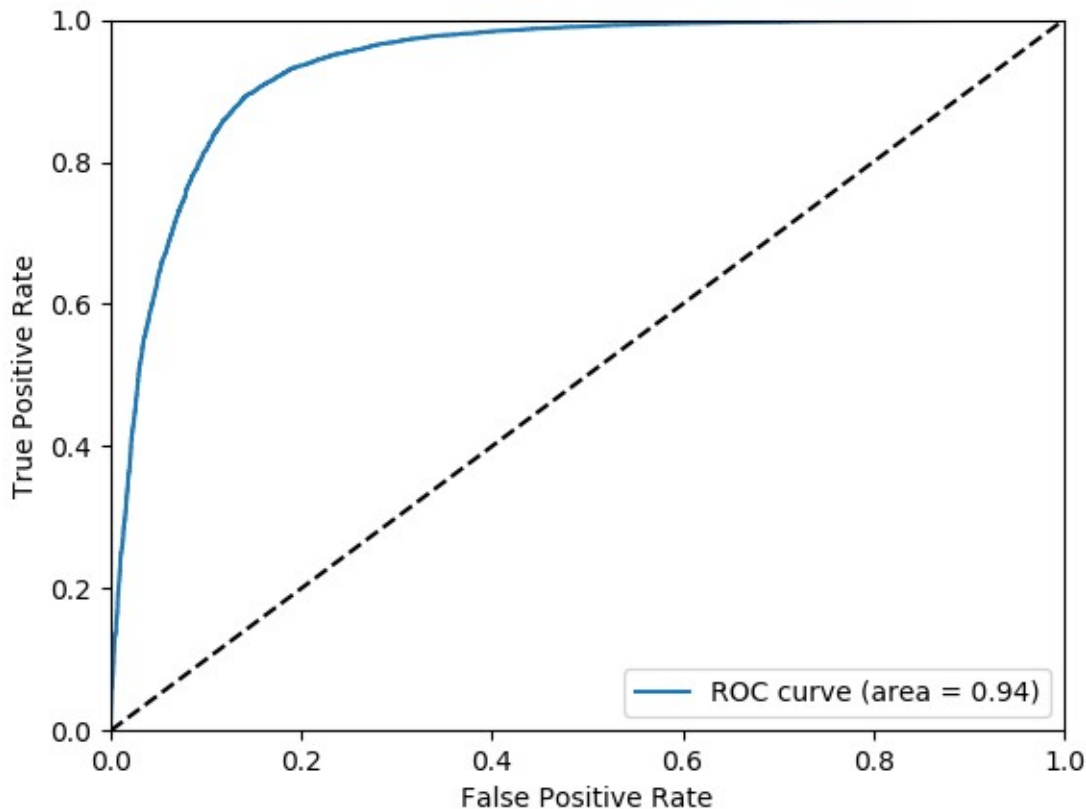
x	x
x	x
x	x
...	...
$U x$?

Anwendung vs. Lernen.
Linke Spalte: Datensatz mit Merkmal.
Rechte Spalte: vergebenes Label bzw. nicht erkanntes Merkmal.

Datensätze werden mit Kennzeichnungen versehen. Gekennzeichnete Merkmale sollen in neuen Datensätzen erkannt werden. Was durch unvollständige oder verschmutzte Daten scheitern kann.



Die ROC-Kurve: Sensitivität vs. Spezifität



Jede Steigerung der True Positive Rate (TPR) durch Senkung des Schwellenwertes führt auch zu einer Erhöhung der False Positive Rate (FPR) um wachsende Beträge.



Large Language Models (LLMs): ChatGPT, Grok, ...

- ... besitzen kein Wissen,
 - sondern versuchen, auf Basis eines **gigantischen Datenkorpus**,
 - mittels der daraus **›gelernten‹ Wahrscheinlichkeiten**
 - das **nächste Token** hinter dem Context Window vorherzusagen
- ... machen Fehler und leiden unter **Halluzinationen**
 - in der Folge fehlenden Weltverständnisses
 - und **fehlender Fähigkeit zur Logik** (z.B. keine Negation!)
- **Sinkender Grenznutzen** bei wachsendem Aufwand, der in die Billionen Dollar geht!



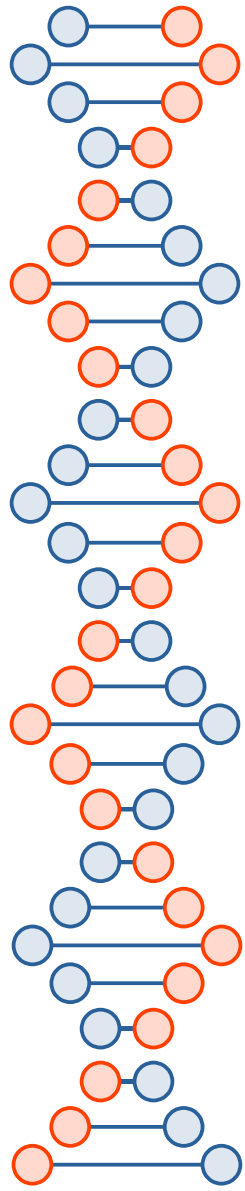
Googles Erzählungen

Amylase ist ein Enzym, das Stärke in kleinere Zuckermoleküle zerlegt
....

Messwerte der Amylase werden zur Diagnose von Bauchspeicheldrüsen- oder Speicheldrüsenerkrankungen verwendet und finden auch in der Lebensmittelindustrie (z.B. bei der Herstellung von Sirup, Bier und Backwaren) sowie in Waschmitteln Anwendung, wo sie stärkehaltige Verschmutzungen entfernen.
....

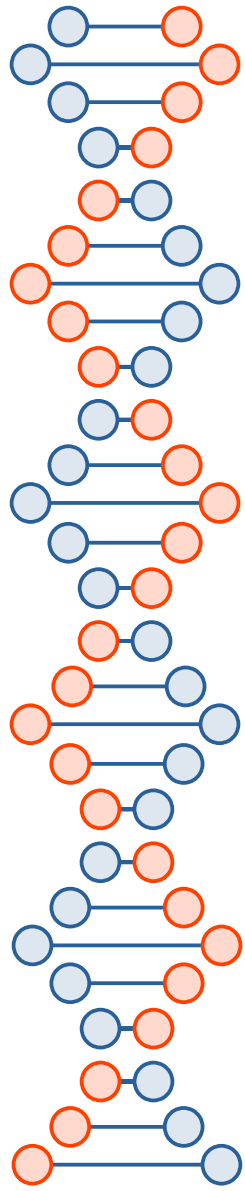
Amylase wird eingesetzt, um stärkehaltige Produkte wie Glukosesirup, Bier und Backwaren zu verarbeiten.

→ LLMs kennen keine Logik, weder Syntax noch Semantik!



Wandel der Arbeit?

- **Substitution** von Arbeit:
 - First Level Support: Qualität, Vertrauen und Akzeptanz?
 - Abstracts, Reviews etc.: wer kennt wirklich noch den Inhalt?
 - Autonome Roboter (inkl. Militär): unvorhergesehene Situation?
- **Unterstützung** von Arbeit:
 - Diagnostik: Zuverlässigkeit, Einbettung, Erhalt der Kompetenz?
 - intellektuelle Produktion: Verständnis, Autorschaft, Korrektheit, Verantwortlichkeit, Erhalt der Kompetenz?
 - Entscheidungen: Grundlagenkenntnis, Kriterien?



Risikante Investitionen



Maine ✓
@TheMaineWonk

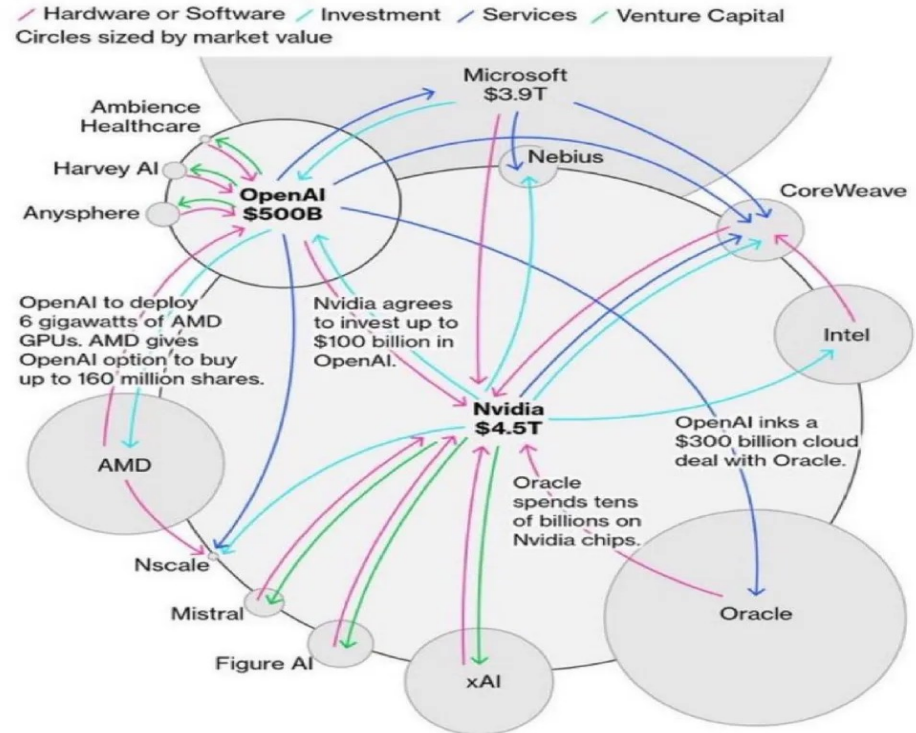
Follow

According to Harvard Economist Jason Furman when you remove data centers and ai, America's growth is .01%.

It's a bubble.

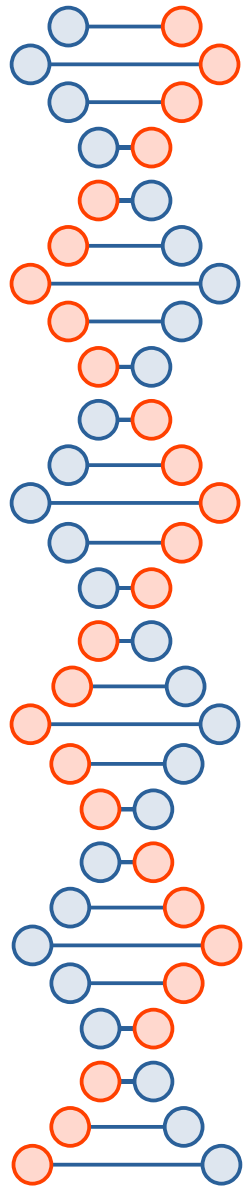
It's going to burst.

And it will bring our economy to its knees.



Source: Bloomberg News reporting

Bloomberg



Einige Beobachtungen

- Tendenz zur **Blasenbildung**: hunderte Milliarden für Rechenzentren und Kraftwerke ohne klaren Nutzen
- Verschärfung der **Ressourcen- und Umweltprobleme**: weiter steigender Bedarf an Energie und strategischen Metallen
- Schäden durch **mangelhafte/fehlerhafte** Anwendungen
- Medizin/Biowissenschaften: **Krise der Reproduzierbarkeit**, Tendenz zur **Medikalisierung** insbesondere via Genetik
- Industrie: begrenzte Erfolge/Produktivitätssteigerung bei der Entwicklung und Einbettung von Anwendungen



Wo stehen wir?

- Die tief hängenden Früchte (**Distributivkraft**) sind geerntet
- **Produktive industrielle Anwendungen** sind bei ungewissem Erfolg technisch-organisatorisch **aufwendig**
- Extensiver Einsatz von LLMs bedeutet
 - weitere **Entmenschlichung** und Verschlechterung von Diensten
 - **Diffusion von Verantwortung**, Tendenz zu **unethischem Verhalten**
 - **Degeneration kognitiver Fähigkeiten**, deren Entwicklung bei der **jungen Generation** zunehmend unterbleibt,
 - einen verschwenderischen und destruktiven **Entwicklungspfad**



Die statistische KI ist mehr als eine Technik

- Sie beruht auf einer **Asymmetrie der Macht**, nämlich
 - der zur **Ausbeutung von Ressourcen**: Arbeit, Energie, Metalle, ...
 - der Daten zu machen, zu sammeln, auszuwerten, d.h. zu **intensiver und extensiver werdenden Kontrolle**
- **Sie steigert diese Asymmetrie**
- **Epistemische Macht**: die Macht, zu definieren, was die gültigen Begriffe sind, was Realität ist, ...
- **zirkuläre Selbstbestätigung**
- **Kompetenzverlust und Abhängigkeit**



Ressourcen

Ausführliches, kommentiertes Literaturverzeichnis

https://www.rainer-fischbach.info/ki_literatur.html

Publikationen mit qualifizierten Hinweisen:

Der Westen in der Sackgasse. 7. Februar, Ergänzungen vom 2. März 2025

https://www.rainer-fischbach.info/westen_sackgasse_20250207_0301.pdf

Intelligenz-Wunderwelt: Wer daran glaubt, darf sich nicht wundern.

Globalbridge, 31. Oktober 2024

<https://globalbridge.ch/intelligenz-wunderwelt-wer-daran-glaubt-darf-sich-nicht-wundern/>

Big data — big confusion: Weshalb es noch immer keine künstliche Intelligenz gibt«. *Berliner Debatte Initial*, H. 1, 2020. 136–147

https://www.rainer-fischbach.info/2020-1_Fischbach_big_data.pdf