



**dfki**  
**ai**  
Deutsches  
Forschungszentrum  
für Künstliche  
Intelligenz  
*German Research  
Center for Artificial  
Intelligence*

# Künstliche Intelligenz: Warum KI die neue Elektrizität ist

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Maaß

# Allzwecktechnologien (General Purpose Technologies – GPT)



Dampfmaschine (1769)



Manuelle Arbeit



Elektrischer Strom  
(Dynamo: 1866)



Manuelle Arbeit/  
Rechenarbeit



Künstliche Intelligenz  
(zwischen 1990 und 2023)



Denkarbeit

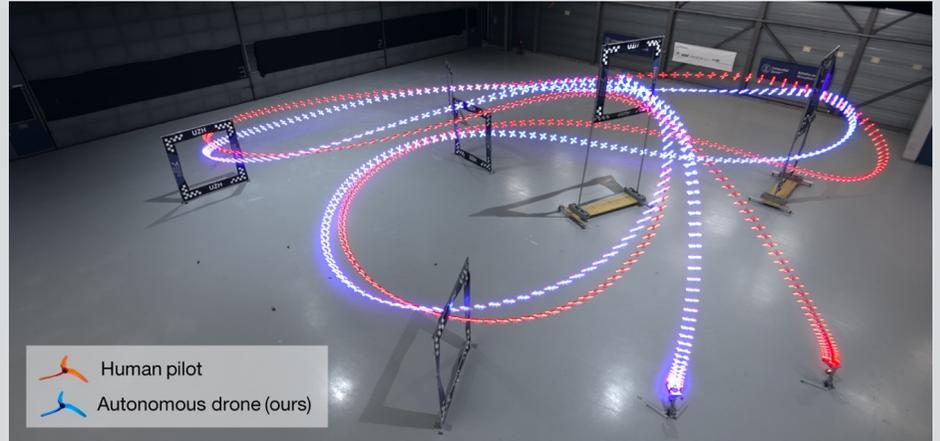




Kaufmann et al. 2023

Wolfgang Maaß

**a** Drone racing: human versus autonomous



**b** Head-to-head competition

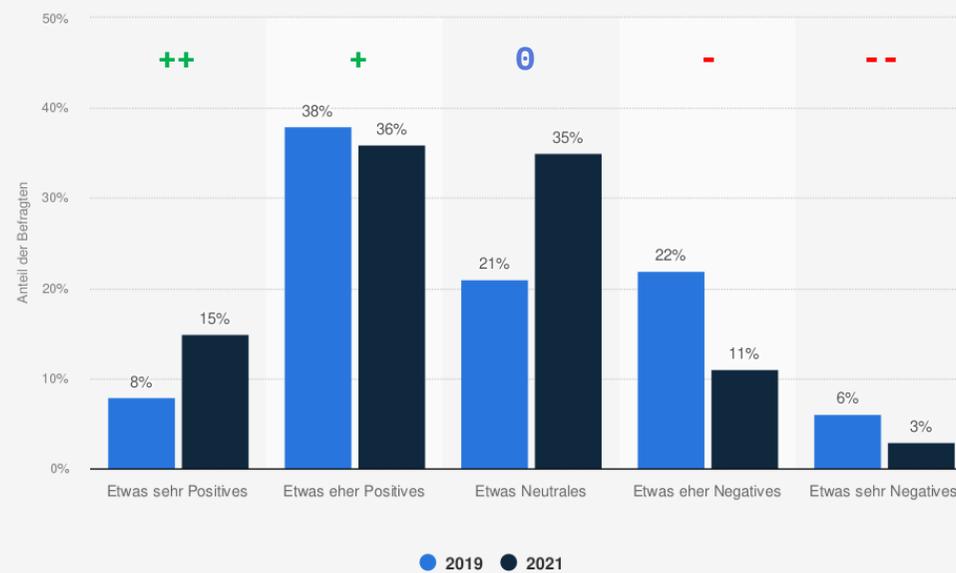


**c** Human champions



Was empfinden Sie, wenn Sie an Künstliche Intelligenz denken?

### Was empfinden Sie, wenn Sie an KI denken?

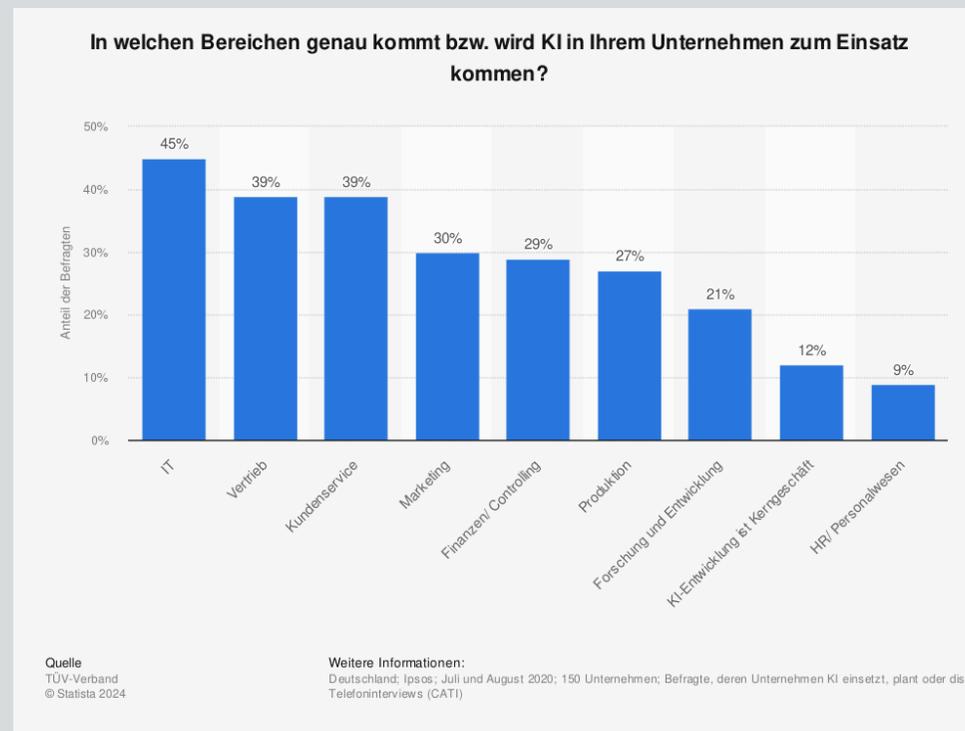


Quelle:  
TÜV-Verband  
© Statista 2024

Weitere Informationen:  
Deutschland; Statista; Juli 2019 und August 2021; 948 (2021); 16-75 Jahre; Befragte, die den Begriff Künstliche Intelligenz

In welchen Bereichen genau kommt bzw. wird KI in ihrem Unternehmen zum Einsatz kommen?

# Einsatzbereiche



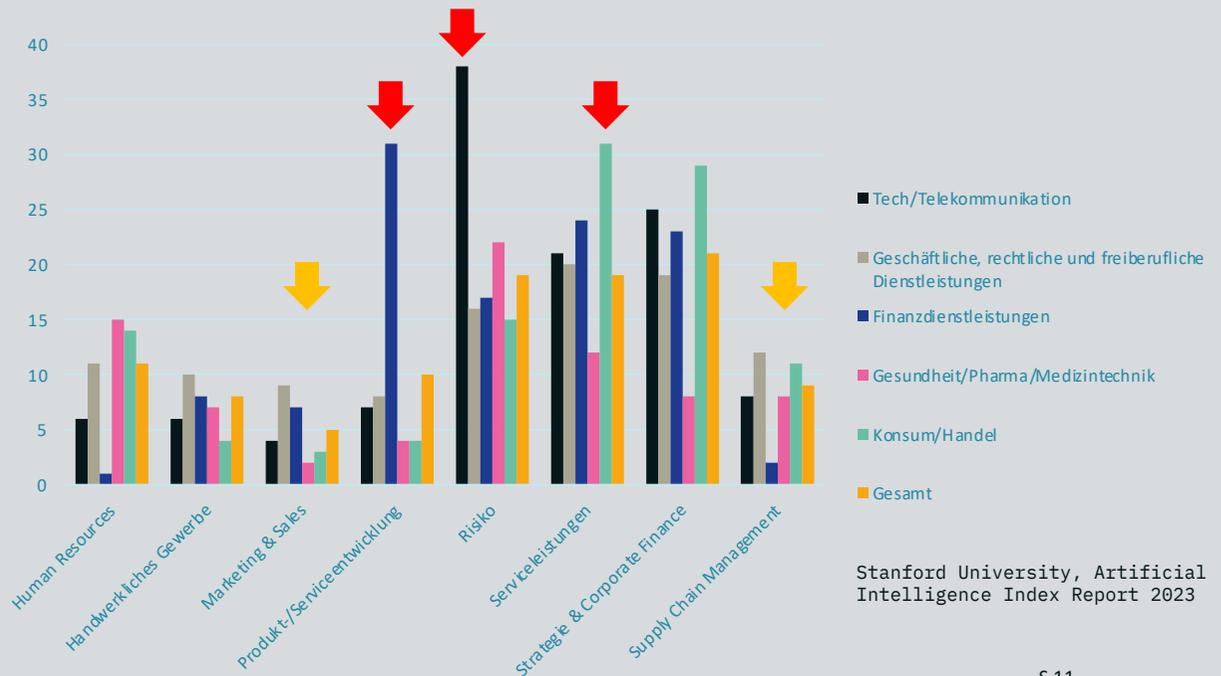
# KI-Adaption weltweit 2022

Finanzindustrie: digitale Produkte

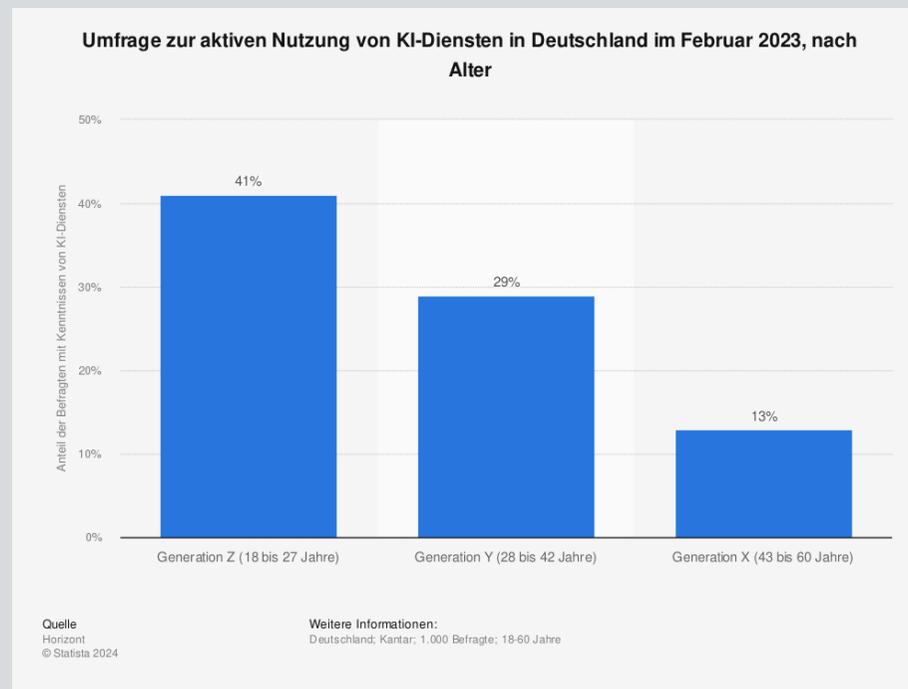
Telco-Industrie: Churn Rate

Handel: Online Business

- Langsame Adoption
- Marketing & Sales
  - Supply Chain Management

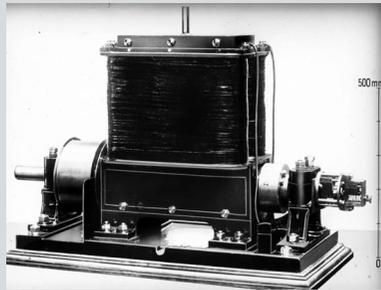


# KI ist ein Generationenthema

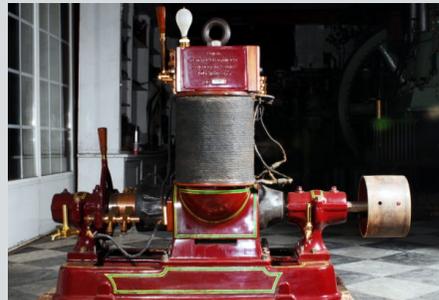


## Elektrischer Strom

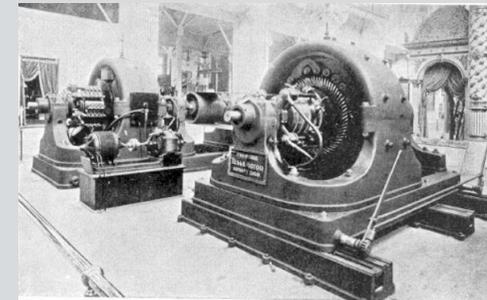
# Infrastruktur



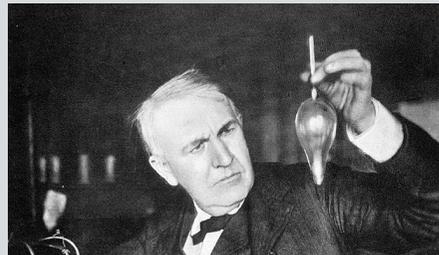
Dynamomaschine (Siemens 1867)



Gleichstromgenerator



Wechselstromgenerator (1893)



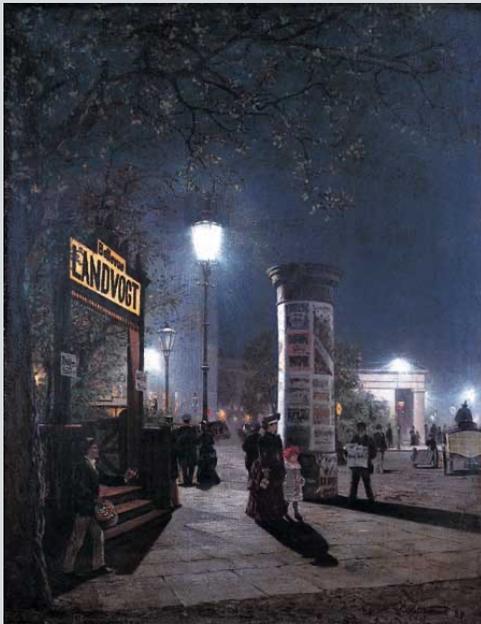
Glühbirne (Edison)



Funktechnik (Marconi)

# Elektrifizierung - Aufbruch

## Beispiele



Berlin  
Leipziger Straße -  
Friedrichstraße  
(Siemens & Halske, 1882)

Wolfgang Maaß



Werbung der Deutschen Edison  
Gesellschaft (DEG, später AEG) 1884

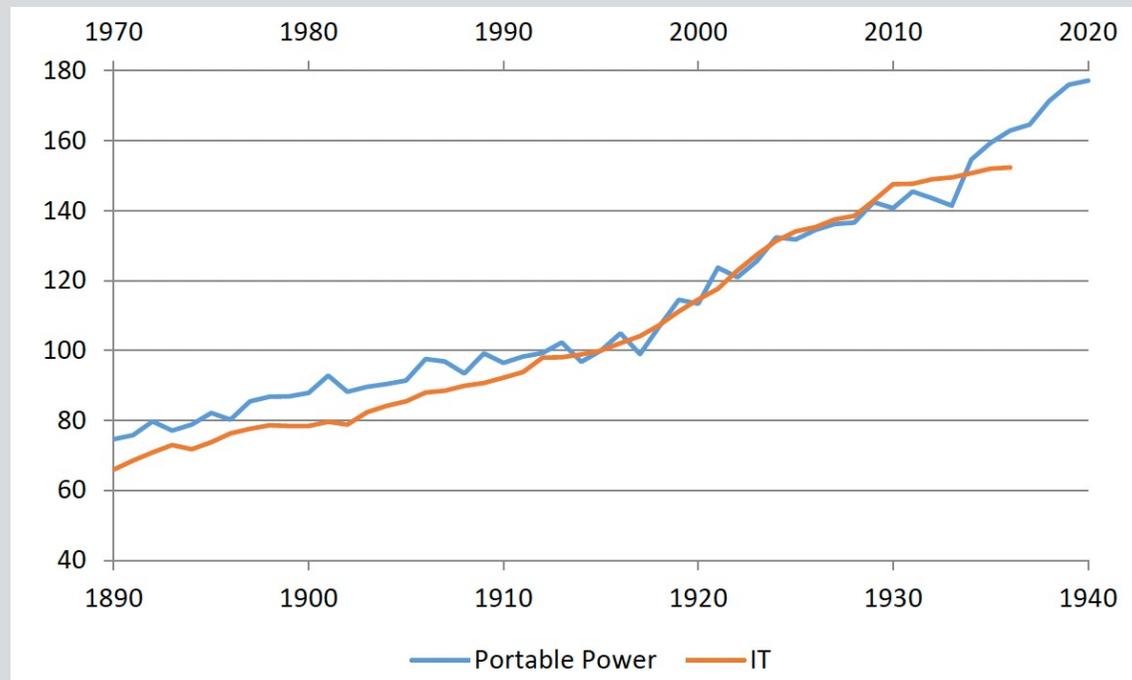


Le palais de l'Électricité  
(Verbrauch: 200 000 kg/h  
Steinkohle → 12 000 PS)

s 15



# Produktivitätsgewinne zwischen Portabler Energie (Motoren und elektrischer Strom) und IT

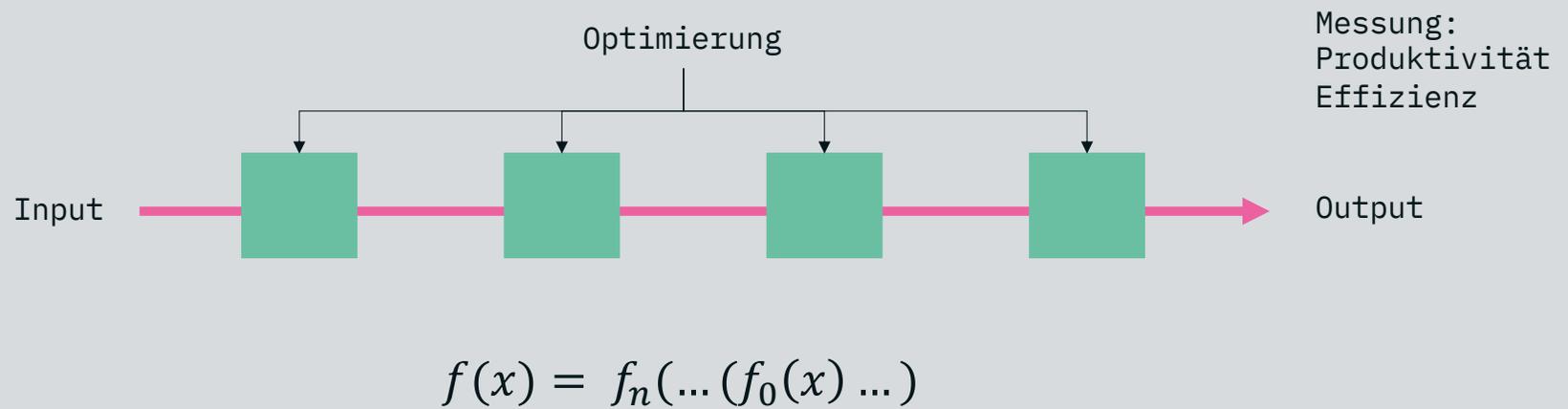


Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2019). Artificial intelligence and the modern productivity paradox. *The economics of artificial intelligence: An agenda*, 23, 23-57.

# Agenda

- 1** Einleitung
- 2** Künstliche Intelligenz
- 3** KI-Infrastrukturen
- 4** KI in Unternehmen

# Ingenieursansatz



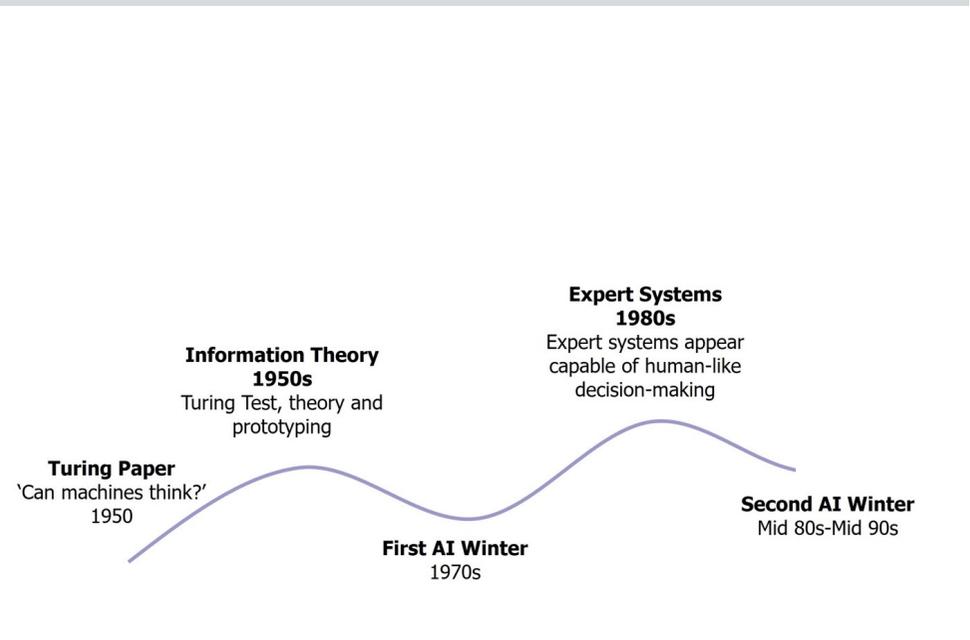
# Ingenieursansatz



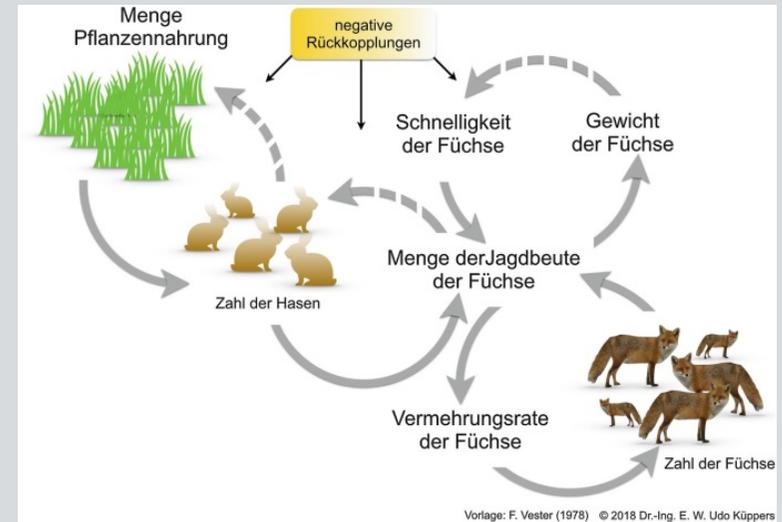
# Ingenieursansatz der Künstlichen Intelligenz

## GOFAI

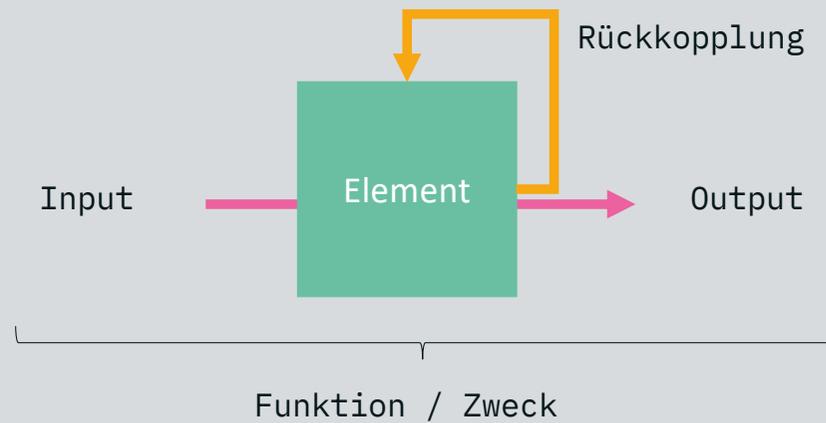
- Regeln (*Falls x Dann y*)
- Prädikatenlogik / Logikprogrammierung  
( $\forall x, y, z g(x) \wedge g(y) \Rightarrow l(z)$ )
- Theorembeweiser
- Heuristiken  
Fallendes Messer:  
Kaufe keine Aktie mit fallendem Kurs



# Systemansatz



# Systemansatz



- Elemente
- Verbindungen
- Funktion / Zweck

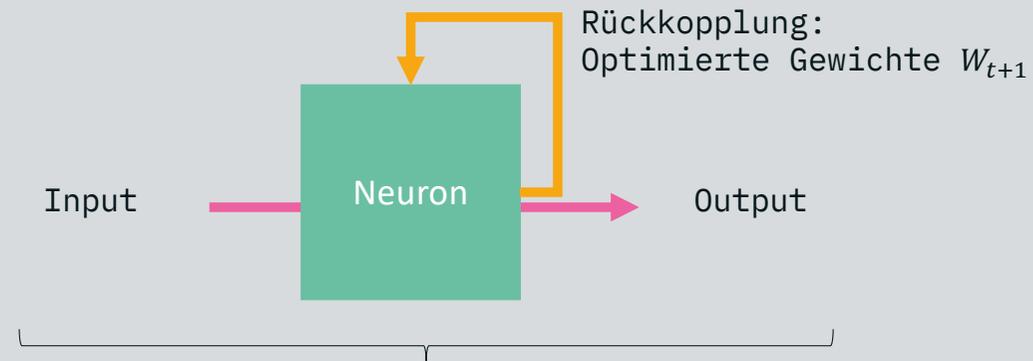
$f(x) = ax$  plus Rückkopplung

# Systemansatz der Künstlichen Intelligenz

## Maschinelles Lernen

- Wahrscheinlichkeitstheorie / Statistik
- Entscheidungsbäume
- Neuronale Netze
- Genetische Algorithmen
- Schwarmintelligenz

# Systemansatz



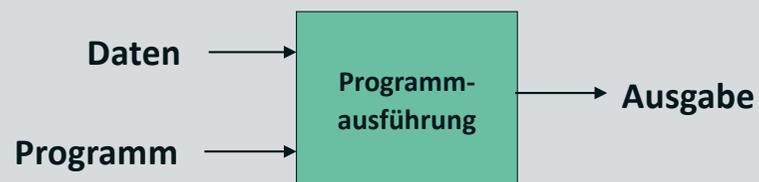
Funktion oder Zweck:  
Optimierung der funktionalen Performanz bzw.  
Minimierung des Fehlers

$f(x) = ax$  plus Rückkopplung + Optimierung

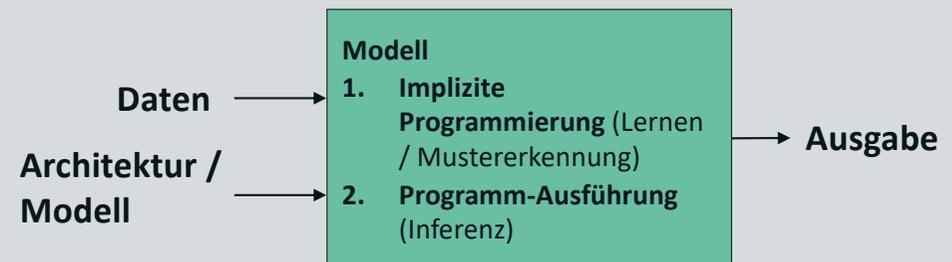
# Was ist Maschinelles Lernen?

- “Lernen ist jeder Prozess, durch den ein System seine Leistung aufgrund von **Erfahrungen** verbessert.” – Herbert Simon
- “Ein Computerprogramm lernt aus **Erfahrung E** in Bezug auf eine Klasse von **Aufgaben T** und ein **Leistungsmaß P**, wenn sich seine Leistung bei Aufgaben in T, gemessen durch P, mit der Erfahrung E verbessert.” – Tom Mitchell (1998)
- **Maschinelles Lernen**: Programmierung eines Algorithmus, der automatisch aus Daten oder aus Erfahrungen lernt.

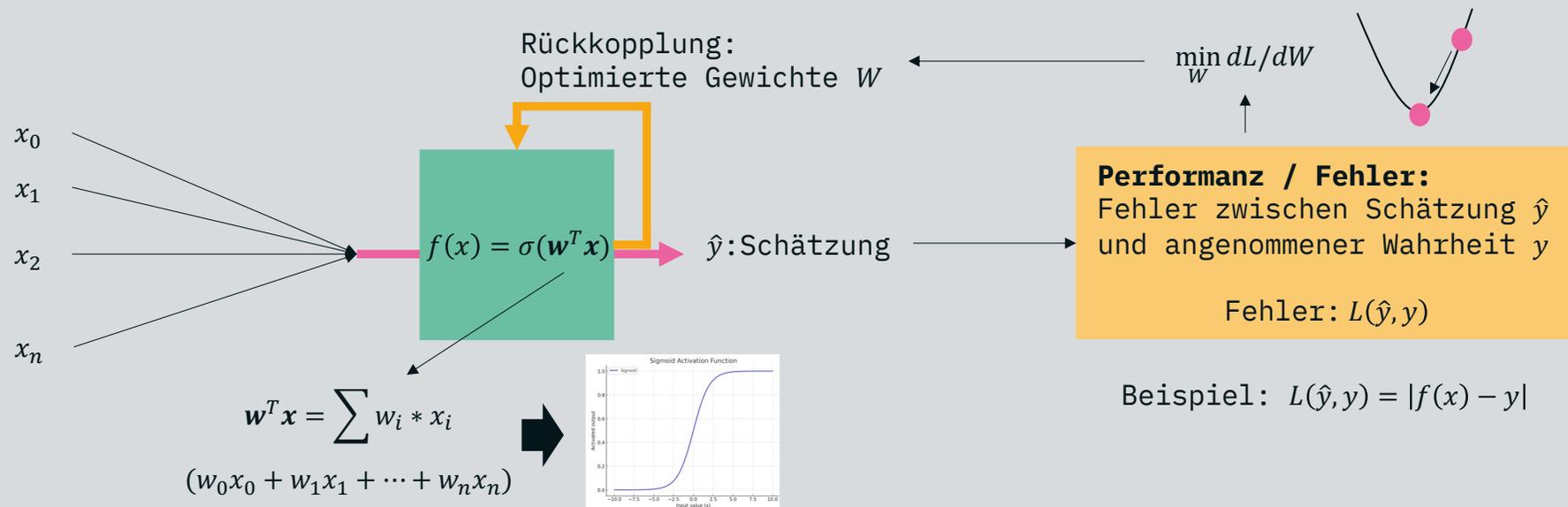
## Traditionelle Programmierung



## Maschinelles Lernen

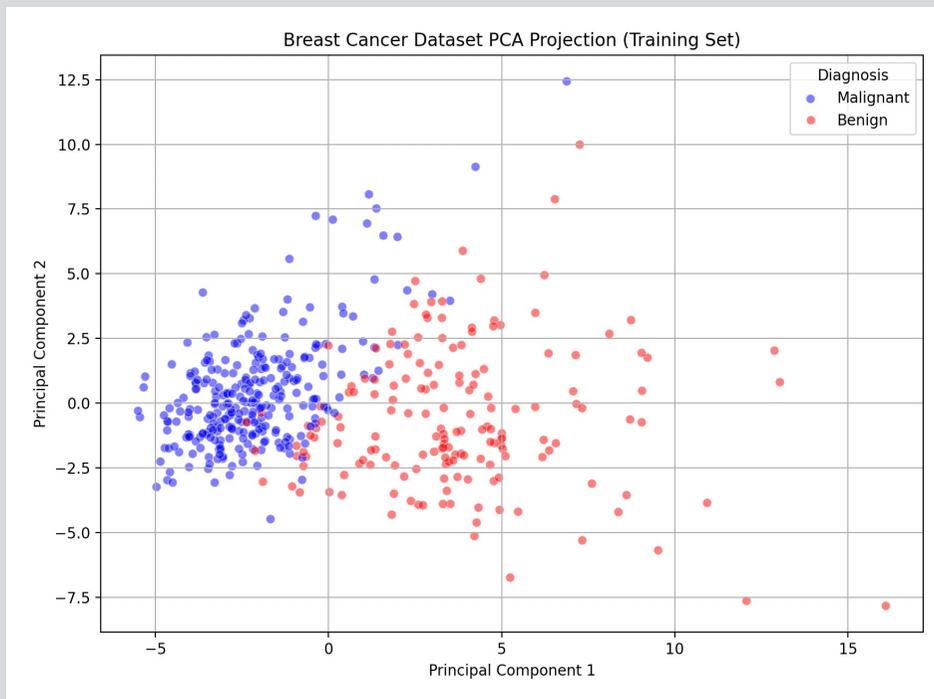


# Das System eines Künstlichen Neurons



Optimierungsaufgabe: Finde die Gewichte  $W$ , welche zum kleinsten Fehler  $L$  führen.

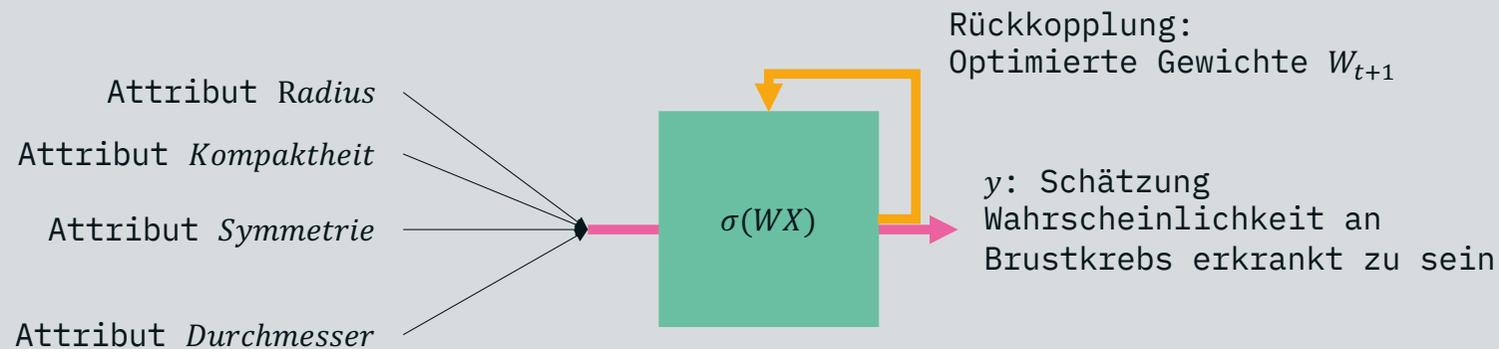
# Beispiel Hautkrebs-Diagnostik



30 Merkmale reduziert auf 2 Dimensionen

# Das System eines Künstlichen Neurons

## Simplex Beispiel Hautkrebs-Diagnostik

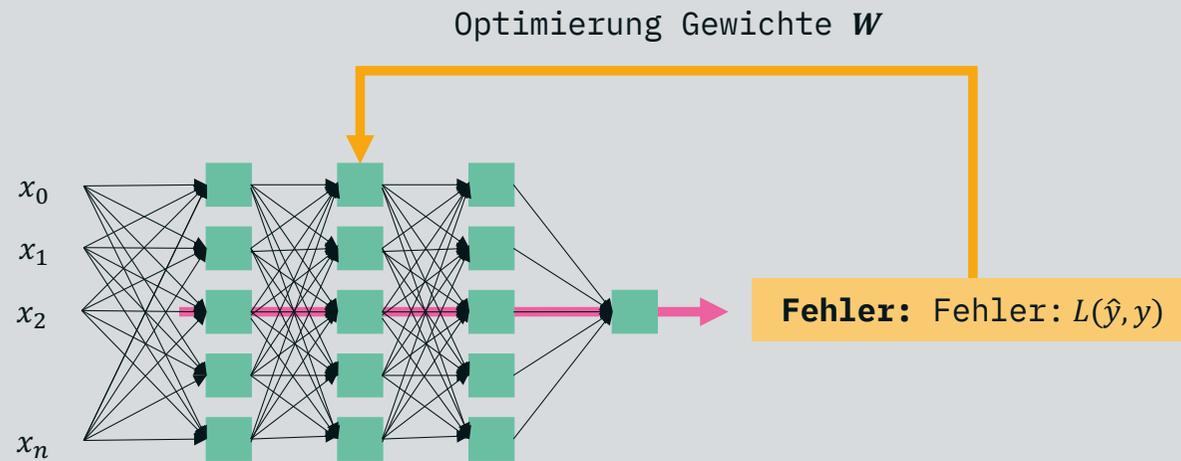


[-1.150365, -0.390641, -1.128550, -0.958763, -0.802490,  
-0.802490, -0.733241, -0.578763, -0.620776, -0.999268,  
-0.495052, -0.577622, -0.623596, -0.537817, -0.217469,  
-0.604512, -0.525559, -0.235222, -0.291240, -0.537817,  
-0.631501, -0.445740, -0.551450, -0.632794, -0.421636,  
-0.715423, -0.631501, -0.445740, -0.551450, -0.632794]

Vorhersagewahrscheinlichkeit: 0,0001

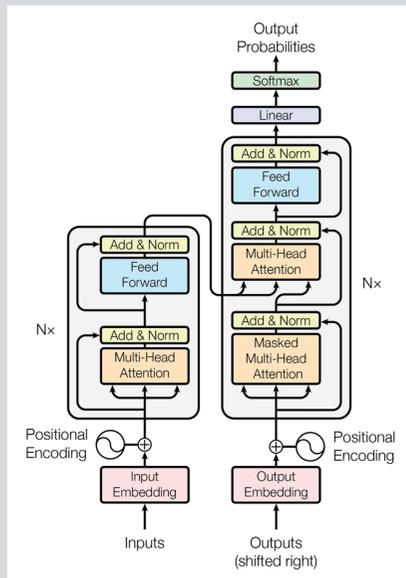
Das Modell sagt mit hoher Wahrscheinlichkeit voraus, dass der Tumor gutartig ist.

# System eines Künstlichen Neuronales Netzwerks

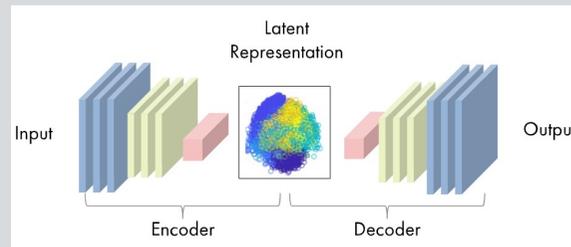


# KI-Architekturen

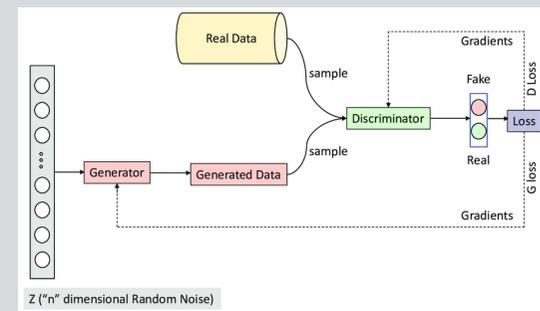
Transformer



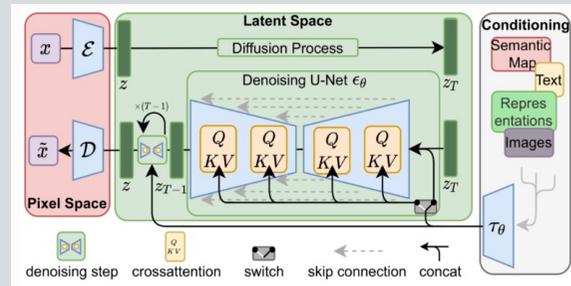
Autoencoder



GAN



Diffusion Models



BERT



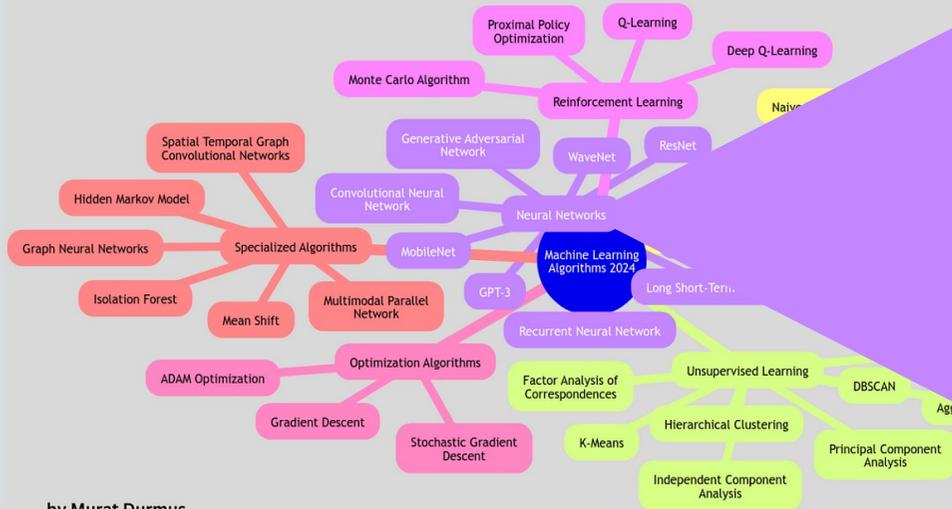
BLM



Llama

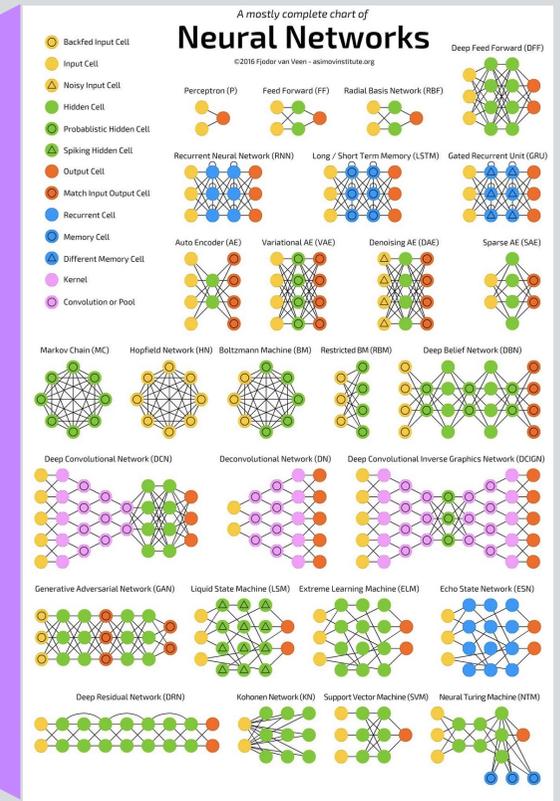
# Modell Zoo

## 42 Most commonly used Machine Learning Algorithms



by Murat Durmus

Excerpt from the Book: A Primer to the 42 Most commonly used Machine Learning Algorithms (With Code Samples)



# Beispiel: Stable Diffusion

## 🗖 Stable Diffusion 2.1 Demo

Stable Diffusion 2.1 is the latest text-to-image model from StabilityAI. [Access Stable Diffusion 1 Space here](#)  
For faster generation and API access you can try [DreamStudio Beta](#).

Wie schön ist das Saarland?

Völklingen ist nicht sehr schön

Generate image

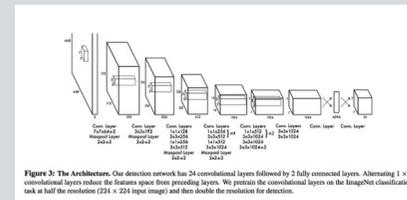
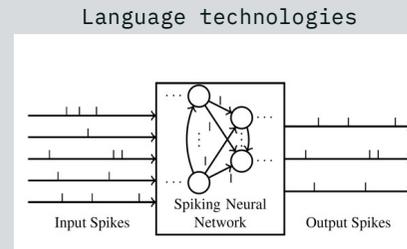
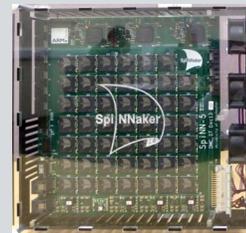


<https://huggingface.co/spaces/stabilityai/stable-diffusion>

# **AUSGEWÄHLTE FORSCHUNGSPROJEKTE**

# Energieeffiziente groß angelegte künstliche Intelligenz für nachhaltige Rechenzentren (ESCADE)

Nachhaltige, deutsche End-to-End-KI-Lösungen auf Basis kognitiver KI-Technologien für den Betrieb energieeffizienter Rechenzentren und dezentraler KI-Recheneinheiten (auf Drohnen) mit neuromorphen Chiptechnologien.



Energy-efficient Datacenter with AI on neuromorphic chips



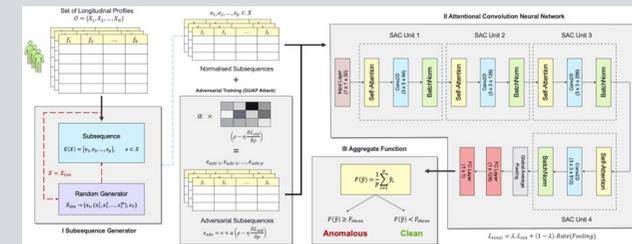
Energy-efficient AI on neuromorphic chips for drones

# Anti-Doping: KI zur Erkennung von Proben-tausch im Sport

- Entwicklung eines KI-basierten Systems zur Erkennung identischer Urinproben im biologischen Pass des Athleten
- Um eine positive Dopingkontrolle zu vermeiden, können Sportler versuchen, ihre vermeintlich positive Urinprobe durch eine andere Probe zu ersetzen, die keine verbotenen Substanzen enthält.
- Dieses Projekt konzentriert sich auf die Möglichkeit des Proben-austauschs mit einer Urinprobe desselben Athleten, die vor der Verabreichung einer verbotenen Substanz gesammelt wurde.



- Multivariate sequenzielle Erkennung von Anomalien in Kombination mit Mechanismen der Selbstbeobachtung, CNN und Subsampling
- Analyse von Längsschnittdaten mit unüberwachtem Lernen und statistischen Tests
- Software-Prototyp: Verwendung von SACNN- und DAP-Algorithmen zur Erkennung von Stichproben-Permutationen
- SACNN: Auf Selbstbeobachtung basierendes neuronales Faltungsnetzwerk zur Erkennung von Stichprobenvertauschungen
- DAP: Digital Athlete Passport ist ein Visualisierungskonzept zur Erkennung der Ähnlichkeit zwischen Proben desselben Athleten



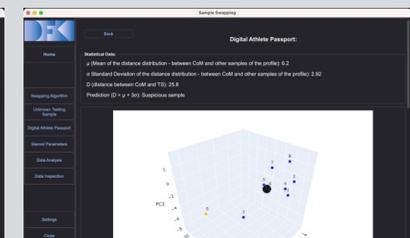
Swapping Algorithm - Athlete Profile

Results:

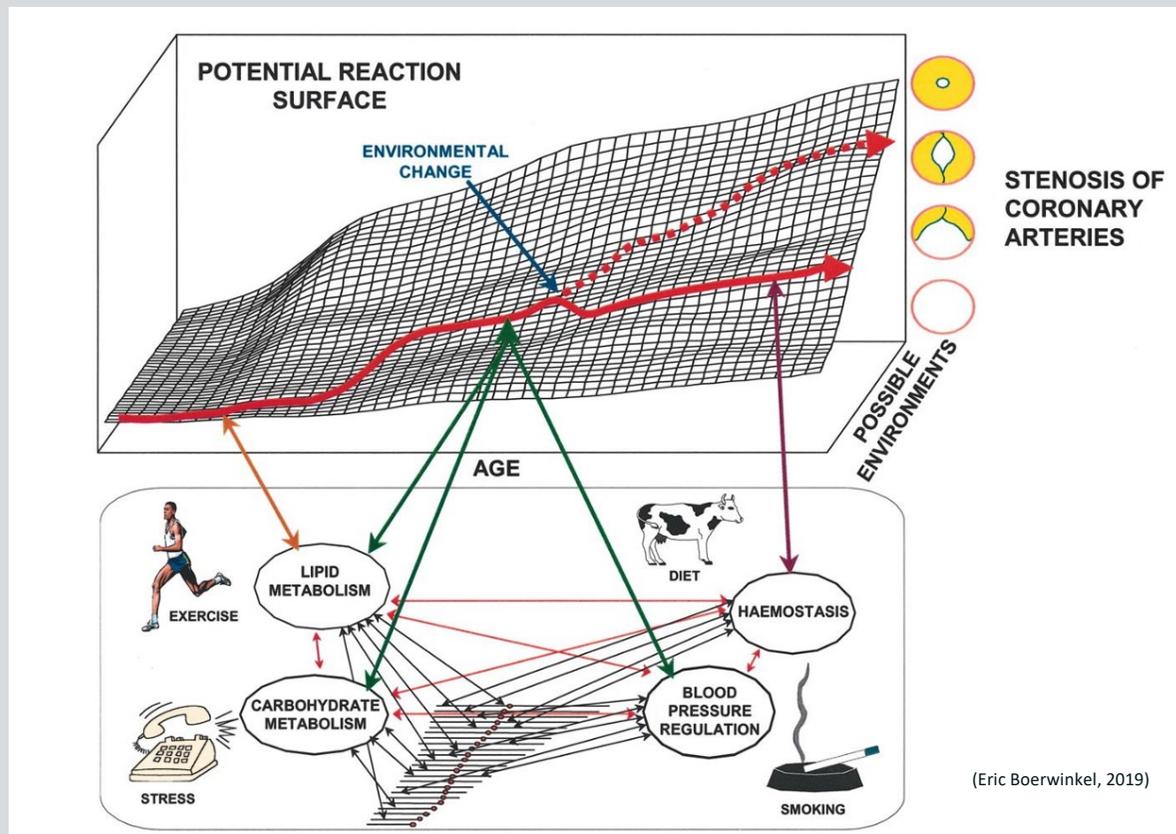
Athlete ID: 1234      Number of samples: 5      Specificity: 95.0

The test samples in the longitudinal profile is a suspicious sample. Confidence: 95.0%

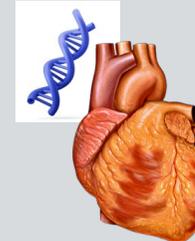
Sample	Time	Value	Standard Deviation	Distance	Probability
1	0.0	112.0	0.7	0.0	0.00
2	1.0	112.0	0.7	0.0	0.00
3	2.0	112.0	0.7	0.0	0.00
4	3.0	112.0	0.7	0.0	0.00
5	4.0	112.0	0.7	0.0	0.00



# Gene, Umwelt und Zeit



# Genetisches Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen



**Herz-Kreislauf-Erkrankungen (CVD): Top-3-Todesursachen in Deutschland** [Stat. Bundesamt, 2013]

- **Polygene Krankheiten**, d.h. Erkrankungen, die von **mehreren Genen** beeinflusst werden und häufig in Kombination mit Umwelt- und Lebensstilfaktoren (z. B. Ernährung, Bewegung und Rauchen).
- Verantwortlich für **17,9 Mill. weltweit im Jahr 2019** [WHO 2021][Branner et al. 2022].

**Personalisierte Medizin** [Hamburg & Collins, 2010]

- Integration **genetischer Information** in die **medizinische Diagnostik**
- Verwendung von **Polygenic Risk Scores (PRS)**: Werte genetischer Varianten von Individuen im Vergleich zu Genom-Assoziationsstudien (**GWAS**) (NHS in Großbritannien  verwendet PRS in der Praxis)



**Herausforderungen der Personalisierten Medizin**

- **Zugang des Arztes** zu **genomischen Erkenntnissen** über **einzelne Patienten**
- **Privatsphäre der genomischen Daten** von **Patienten**

## Zielsetzung

Entwicklung eines **datengesteuerten Systems**, das **Ärzten genomische Erkenntnisse** über **einzelne Patienten** liefert und **gleichzeitig die genomischen Daten der Patienten** durch **Zusammenfassungen relevanter wissenschaftlicher Veröffentlichungen** schützt.

## Vorteile

- **Unterstützung von Ärzten** mit **genomischen Erkenntnissen** und **neuesten wissenschaftlichen Entdeckungen**
- **Import von Fachwissen** des **DKFZ & NCI** ins **Saarland**
- **End-to-end Software-Paket**

Erste Schritte zur **Personalisierten Medizin**



# Personalisierte Medizin



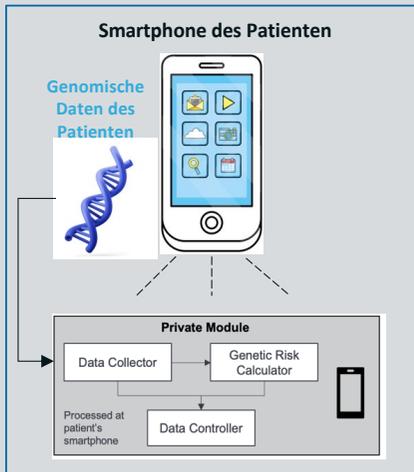
Beratung /  
Untersuchung



Dialog-  
Schnittstelle  
(Chatbot)



Wolfgang Maaß



### Medizinische Geräte des Arztes

#### Bericht für Patient Peter

**Zusammenfassung:** Ein Wert von 0,08 in Verbindung mit der genetischen Variante A PRS von 0,08 könnte auf ein leicht erhöhtes Risiko im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung hinweisen. Es wird angenommen, dass das AG-Allel von rs2107595 bei kaukasiern wie auch bei anderen Ethnien das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch Mechanismen beeinflusst, die die Regulierung der HDAC9-Expression betreffen. HDAC9 spielt eine Rolle bei der Endothelfunktion, bei Entzündungen und bei der Entwicklung von Atherosklerose.

**Studie Prestel et al. (2019)** berichten, dass rs2107595 ein signifikanter Risikofaktor für atherosklerotische Schlaganfälle und koronare Herzkrankheiten ist, der in einer nicht kodierenden Region der DNA liegt, die mit Enhancer-Elementen assoziiert ist...

Wissenschaftliche Publikationen

### Genetische Risikobewertung von CVD

Genetische Variante	PRS-Wert
rs2107595	0.08
rs1052053	0.068
rs1549758	0.053

[Sandoval, L., Jafri, S., Balasubramanian, J., Bhawsar, P., Edelson, J., Martins, Y., Maass, W., Chanock, St., Garcia-Closas, M., Almeida, J.S, Bioinformatics Advances, 3(1), 2023]

Ergebnisse (keine genomischen Patientendaten) an MD senden

### Interpretation durch große AI-Modelle

#### Berichterstattung

- Die Publikation suchen
- Bewertung der Qualität (einschließlich Halluzinationen)
- Zusammenfassungen

**Prompt:** Was bedeutet der polygene Risikoscore von 0,08, der mit der genetischen Variante rs2107595 mit Allel AG assoziiert ist?

**Antwort:** ... Was die spezifische genetische Variante rs2107595 betrifft, so ist es ohne zusätzlichen Kontext schwierig zu interpretieren, was ein PRS von 0,08 konkret bedeutet. Die Interpretation eines PRS-Werts wie 0,08 hängt von mehreren Faktoren ab:

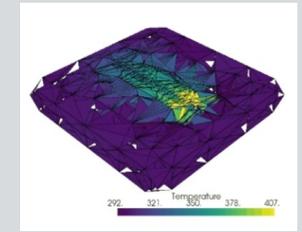
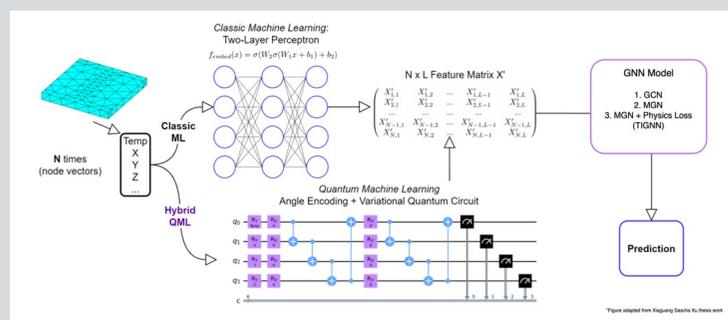
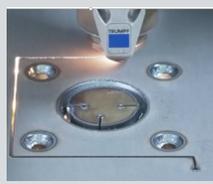
Grundrisiko: Das durchschnittliche Risiko der Krankheit in der Allgemeinbevölkerung. Effektgröße: Die Stärke des Zusammenhangs zwischen der/den genetischen Variante(n) und der Krankheit oder dem Merkmal. Ein PRS von 0,08 könnte auf ein leicht erhöhtes Risiko im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung hinweisen, wenn das durchschnittliche Risiko als 0 betrachtet wird, aber die tatsächliche Auswirkung hängt von der Krankheit und der untersuchten Bevölkerung ab. ...

[Maass, W., Agnes, C.K., Rahman, MR., Almeida, J.S. (2023). SNOOP Method: Faithfulness of Text Summarizations for Single Nucleotide Polymorphisms. Symposium on Human Partnership with Medical AI, AAAI Summer Symposium 2023, Singapore]

# Quantencomputer-gestütztes Service-Ökosystem für die Simulation in der Fertigung (QUASIM)



Auf Quantumcomputing basierende Simulationen der thermischen Ausdehnung für den Laserschneidprozess mit besserer Effizienz und Leistung, die bei der Anpassung der Laserschneidparameter und der Reduzierung der Fehlerquote helfen.



Execution on Quantum Hardware

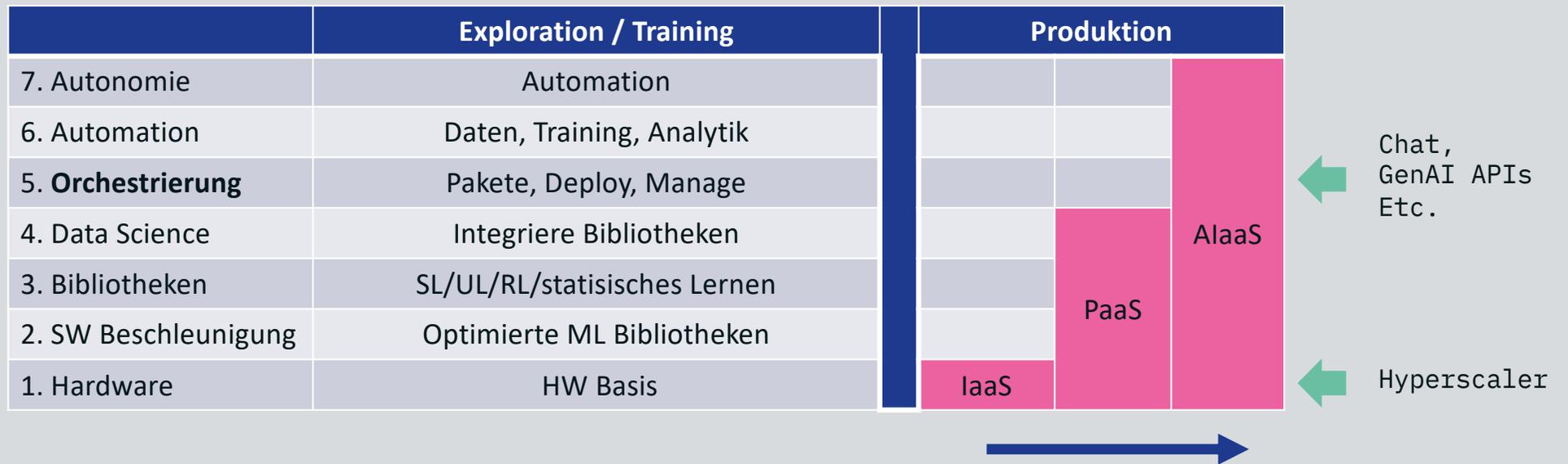
- IBM Quantum System One
- D-Wave Advantage™ System JUPSI

- Reine neuronale Quantengraphennetze (QGNN)
- Hybride Quantengraphen-Neuronale Netze (HyQGNN)
- Quantenbasierte physikalisch informierte neuronale Graphennetze (QPIGNN)

# Agenda

- 1** Einleitung
- 2** Künstliche Intelligenz
- 3** KI-Infrastrukturen
- 4** KI in Unternehmen

# KI Infrastruktur

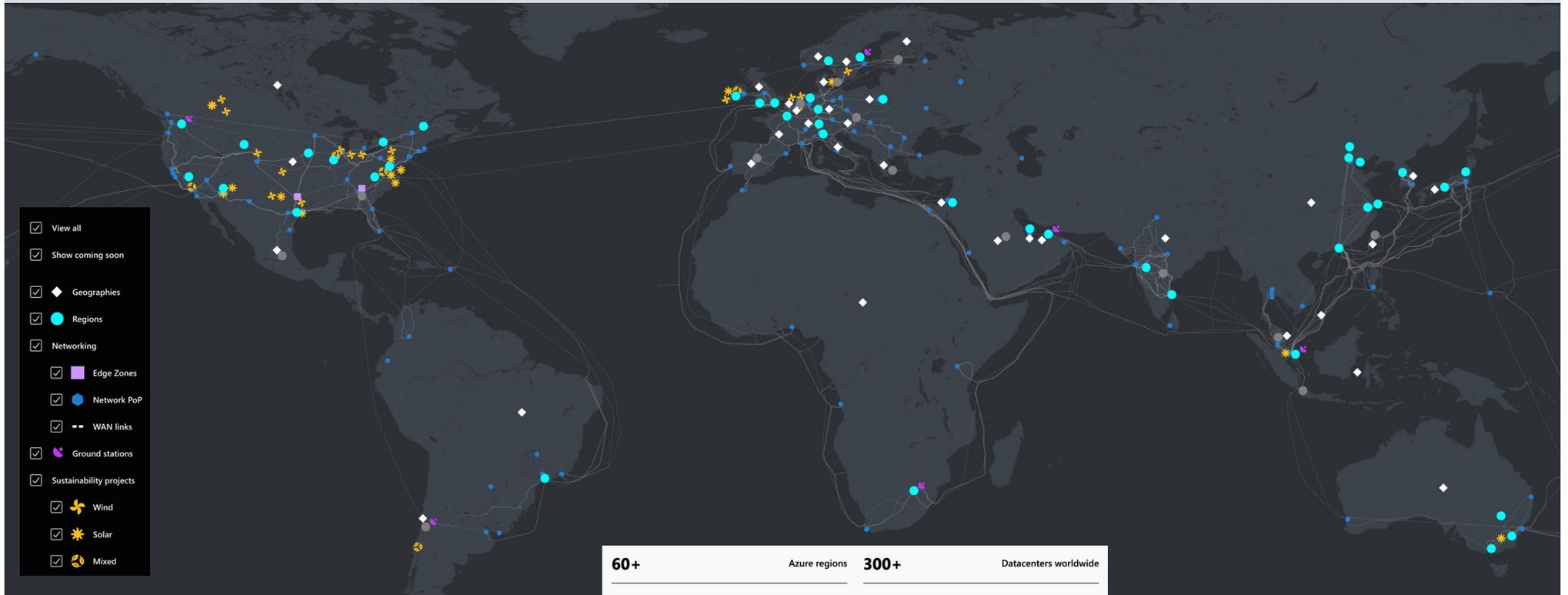


Ziel: Reduktion des Aufwands für die Erstellung von KI-Software



# Datenzentren und Internet-Kabel: Weltweit

## Beispiel Microsoft



- View all
- Show coming soon
- Geographies
- Regions
- Networking
  - Edge Zones
  - Network PoP
  - WAN links
- Ground stations
- Sustainability projects
  - Wind
  - Solar
  - Mixed

<b>60+</b>	Azure regions	<b>300+</b>	Datcenters worldwide
<b>280k+</b>	Kilometers of network	<b>190+</b>	Network PoPs

# Datenzentren und Internet-Kabel: Weltweit

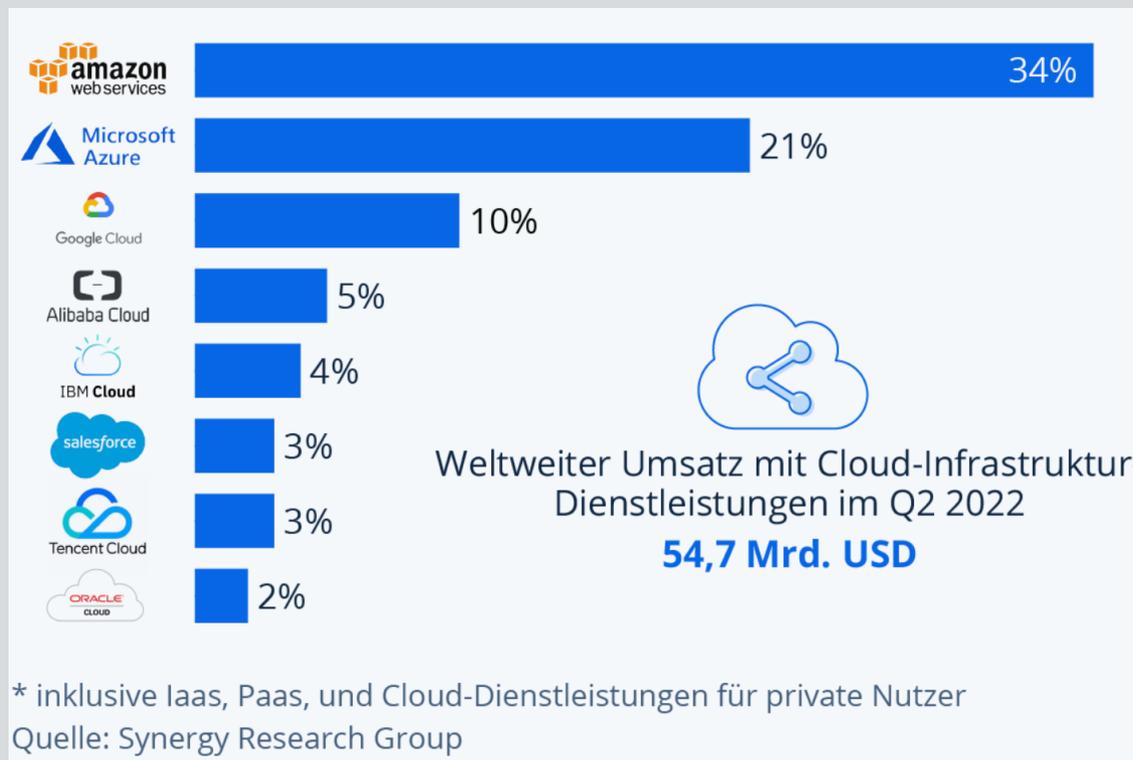
## Beispiel Amazon AWS



# Datenzentren

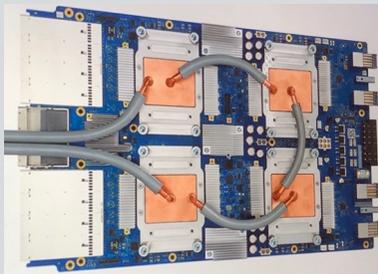
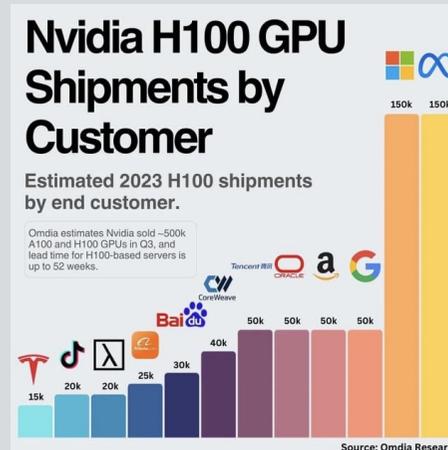


# Hyperscaler Marktanteile: Cloud-Infrastrukturen



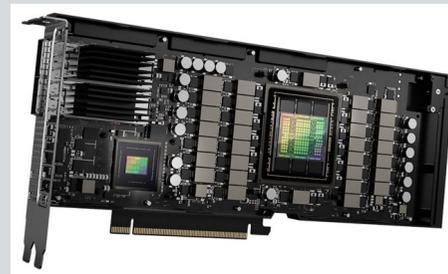
# Generatoren

Beispiel: Microsoft / Meta  
 - Je 150.000 nvidia H100  
 → ca. 5 Mrd€



Tensor Processing Unit (TPU)

Beispiel: Google TPU  
 - Cloud only  
 - TPU v5p pro Stunde:  
 4,2000 \$ on demand



Graphics processing unit (GPU)

Beispiel: nvidia H100  
 - 35k€ Listenpreis  
 - Datenzentrum: x-10k GPU  
 → x\*350M€



Central processing unit (CPU)

Beispiel: Intel Core i9-14900K  
 - 600€ Listenpreis  
 548

# KI Infrastruktur

	Exploration / Training	Produktion
7. Autonomie		
6. Automation		
5. Orchestrierung		
4. Data Science		
3. Bibliotheken		
2. SW Beschleunigung		
1. Hardware		

← LLM, GenAI Modelle

## 🏆 LMSYS Chatbot Arena Leaderboard

[Vote](#) | [Blog](#) | [GitHub](#) | [Paper](#) | [Dataset](#) | [Twitter](#) | [Discord](#)

LMSYS [Chatbot Arena](#) is a crowdsourced open platform for LLM evals. We've collected over 500,000 human preference votes to rank LLMs with the Elo ranking system.

Arena Elo | Full Leaderboard

Total #models: 76. Total #votes: 511252. Last updated: March 29, 2024.

Contribute your vote 🗳️ at [chat.lmsys.org](https://chat.lmsys.org)! Find more analysis in the [notebook](#).

Rank ▲	🏆 Model ▲	★ Arena Elo ▲	📊 95% CI ▲	🗳️ Votes ▲	🏢 Organization ▲	📄 License ▲	📅 Knowledge Cutoff ▲
1	<a href="#">Claude 3 Opus</a>	1255	+3/-4	37663	Anthropic	Proprietary	2023/8
1	<a href="#">GPT-4-1106-preview</a>	1252	+3/-3	56936	OpenAI	Proprietary	2023/4
1	<a href="#">GPT-4-0125-preview</a>	1249	+3/-4	38105	OpenAI	Proprietary	2023/12
4	<a href="#">Bard (Gemini Pro)</a>	1204	+5/-5	12468	Google	Proprietary	Online
4	<a href="#">Claude 3 Sonnet</a>	1200	+3/-4	40389	Anthropic	Proprietary	2023/8
6	<a href="#">GPT-4-0314</a>	1185	+4/-4	35803	OpenAI	Proprietary	2021/9
7	<a href="#">Claude 3 Haiku</a>	1177	+3/-4	26773	Anthropic	Proprietary	2023/8
8	<a href="#">GPT-4-0613</a>	1160	+3/-5	54509	OpenAI	Proprietary	2021/9
8	<a href="#">Mistral-Large-2402</a>	1157	+5/-4	28356	Mistral	Proprietary	Unknown

# Agenda

- 1** Einleitung
- 2** Künstliche Intelligenz
- 3** KI-Infrastrukturen
- 4** KI in Unternehmen

Was bedeutet dies für ein mittelständiges Unternehmen?

Ein kleines Beispiel

# Allseits verfügbare KI

**Interoperabilität** ist die **Grundvoraussetzung** für die **gemeinsame Wertschöpfung** und **-erfassung** in **digitalen Geschäftsökosystemen**, die digitalen Innovationen zugrunde liegen (Teece, 2018)

Yo, Juan Gallo de Andrada, escribano de Cámara del Rey nuestro señor, de los que residen en su Consejo, certifico y doy fe que, habiendo visto por los señores dél un libro intitulado El ingenioso hidalgo de la Mancha, compuesto por Miguel de Cervantes Saavedra, tasaron cada pliego del dicho libro a tres maravedís y medio; el cual tiene ochenta y tres pliegos, que al dicho precio monta el dicho libro docientos y noventa maravedís y medio, en que se ha de vender en papel; y dieron licencia para que a este precio se pueda vender, y mandaron que esta tasa se ponga al principio del dicho libro, y no se pueda vender sin ella. Y, para que dello conste, di la presente en Valladolid, a veinte días del mes de diciembre de mil y seiscientos y cuatro años.



Übersetzungszeit:  
ca. 10-15 Min.  
Das ganze Buch:  
1 Woche – wenn sie sehr gut sind.

Ich, Juan Gallo de Andrada, Notar der Kammer des Königs unseres Herrn, von denen, die in seinem Rat residieren, bescheinige und bezeuge, dass die Herren, die das Buch mit dem Titel El ingenioso hidalgo de la Mancha, verfasst von Miguel de Cervantes Saavedra, gesehen haben, jedes Blatt des besagten Buches auf drei Maravedís und einen halben Maravedís geschätzt haben; das dreiundachtzig Blätter hat, dass das besagte Buch zu dem besagten Preis zweihundertneunzig Maravedís und eine halbe Maravedís beträgt, zu dem es auf Papier verkauft werden soll; und sie erteilten die Erlaubnis, dass es zu diesem Preis verkauft werden kann, und sie ordneten an, dass dieser Satz an den Anfang des besagten Buches gesetzt wird, und dass es nicht ohne ihn verkauft werden darf. Und für das Protokoll habe ich das Geschenk in Valladolid am zwanzigsten Tag des Monats Dezember 1604 Jahre gegeben.

# Allzeit-KI

Produktivitätsgewinn Abschnitt: Faktor > 900 bis  $\infty$

Yo, Juan Gallo de Andrada, escribano de Cámara del Rey nuestro señor, de los que residen en su Consejo, certifico y doy fe que, habiendo visto por los señores dél un libro intitulado El ingenioso hidalgo de la Mancha, compuesto por Miguel de Cervantes Saavedra, tasaron cada pliego del dicho libro a tres maravedís y medio; el cual tiene ochenta y tres pliegos, que al dicho precio monta el dicho libro docientos y noventa maravedís y medio, en que se ha de vender en papel; y dieron licencia para que a este precio se pueda vender, y mandaron que esta tasa se ponga al principio del dicho libro, y no se pueda vender sin ella. Y, para que dello conste, di la presente en Valladolid, a veinte días del mes de diciembre de mil y seiscientos y cuatro años.



Übersetzungszeit:  
ca. 1 Sekunde  
Das ganze Buch: ca. 1 Minute

Ich, Juan Gallo de Andrada, Notar der Kammer des Königs unseres Herrn, von denen, die in seinem Rat residieren, bescheinige und bezeuge, dass die Herren, die das Buch mit dem Titel El ingenioso hidalgo de la Mancha, verfasst von Miguel de Cervantes Saavedra, gesehen haben, jedes Blatt des besagten Buches auf drei Maravedís und einen halben Maravedís geschätzt haben; das dreiundachtzig Blätter hat, dass das besagte Buch zu dem besagten Preis zweihundertneunzig Maravedís und eine halbe Maravedís beträgt, zu dem es auf Papier verkauft werden soll; und sie erteilten die Erlaubnis, dass es zu diesem Preis verkauft werden kann, und sie ordneten an, dass dieser Satz an den Anfang des besagten Buches gesetzt wird, und dass es nicht ohne ihn verkauft werden darf. Und für das Protokoll habe ich das Geschenk in Valladolid am zwanzigsten Tag des Monats Dezember 1604 Jahre gegeben.

# Nutzung von KI in Unternehmen: Ansatzpunkte für KMU

1. Bestandsaufnahme und Zieldefinition → Use Cases
2. Wissensaufbau und Kompetenzen
3. Datenmanagement
4. Technologie und Infrastruktur
5. Pilotprojekte und Skalierung
6. Netzwerk und Partnerschaften
7. Fördermittel und Unterstützung

# Zusammenfassung

- KI hat alle Charakteristika einer Allzwecktechnologie (GPT)
- KI wird zu einem wesentlichen Produktivitätstreiber
- Deutsche Unternehmen haben großen Aufholbedarf bei KI

# Prof. Dr.-Ing. habil. oec. (HSG) Wolfgang Maaß

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)

Universität des Saarlandes

<https://www.linkedin.com/in/wmaass/>

