

KI in der Bildung

Was bedeutet KI für uns und für die Bildung?

Wolfgang Spahn

05.05.2025

PH Bern

Agenda

- Was ist künstliche Intelligenz in 2025? (5min)
 - Definition, Kognition, Roboter
- Wie funktionieren diese KI Systeme? (30min)
 - Mustererkennung, Trainingsarten, Verstehen von Worten/Sätzen
 - KI ist mehr als Imitation
 - GPT ins “Gehirn” geschaut
- KI verändert geistiges Arbeiten (10 min)
 - KI/Mensch Zusammenarbeit
 - ICT Arbeitsmarkt
 - körperliche Arbeit als Model der zu erwartenden Transformation für geistige Arbeit?
- KI im Schulumfeld (45min)
 - Chatbots in der Bildung
 - KI bewusste Pädagogik
 - AIDu - pädagogische KI-Lernbegleiter

Was ist künstliche Intelligenz in 2025?

KI – Intelligenz?

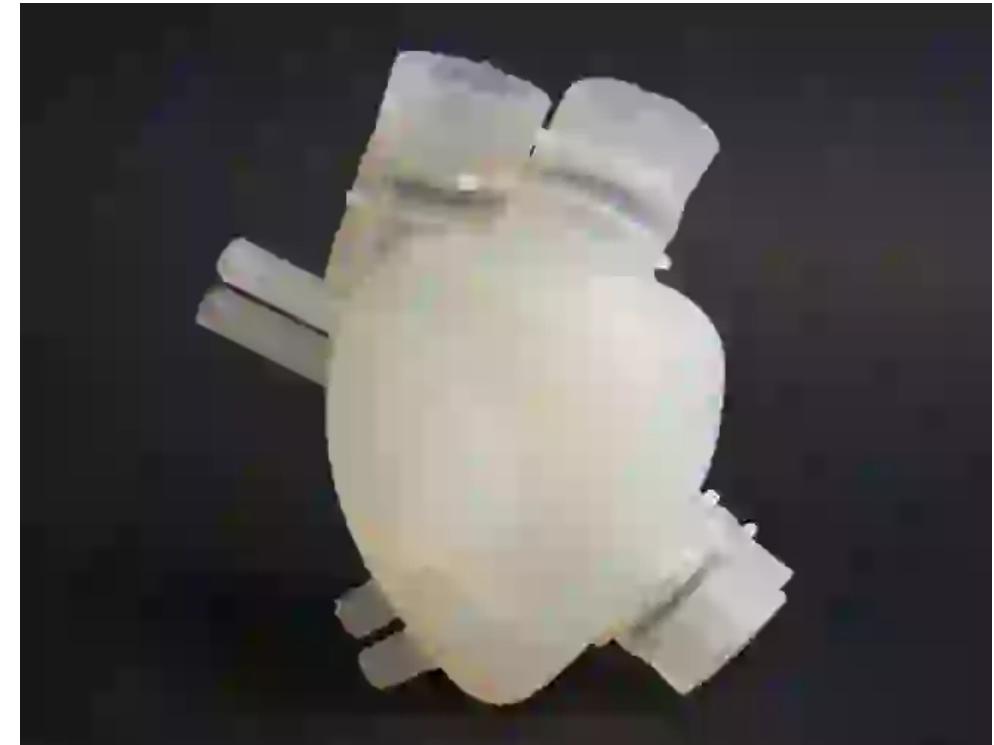
Viele Definitionen für Intelligenz

- **Intelligenz (ganzheitlich)** ist die Hauptfunktion des menschlichen Gehirns, um kognitive Funktionen bereitzustellen, die einem Lebewesen das Überleben in einer feindlichen Umgebung ermöglichen.
- **Intelligenz (kommerziell)** wird benötigt, um Aufgaben zu erledigen, die von geistigen Arbeitern ausgeführt werden.
- 1000 andere: ...

Künstliche Intelligenz

- eine Software kann bis zu einem gewissen Grad geistige Arbeit leisten.

Analogie



Ein künstliches Herz ersetzt ein menschliches Herz. Ja/Nein

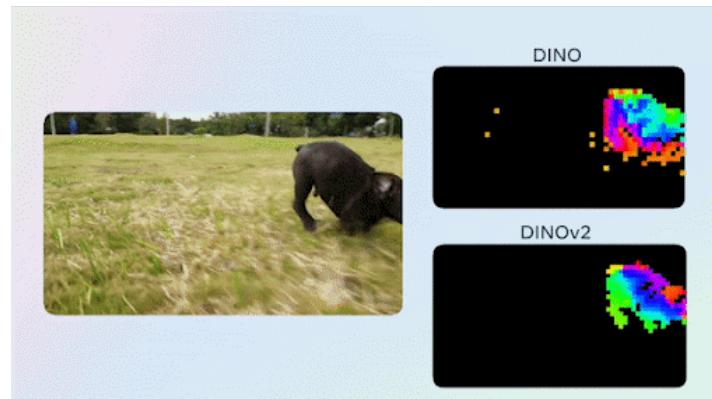
Kognition – 2025

You
was sind "foundation models"

ChatGPT
"Foundation Models" sind eine Kategorie von KI-Modellen, die durch das Trainieren auf umfangreichen Datensätzen in einem oder mehreren Domains entwickelt werden. Sie bieten eine breite Basis an Fähigkeiten und Wissen, die anschließend für spezifischere Aufgaben angepasst werden können. Einige der Schlüsselmerkmale und Funktionen von Foundation Models umfassen:

- Großmaßstabiges Training:** Foundation Models werden typischerweise auf extrem großen Mengen diversifizierter Daten trainiert. Dies ermöglicht ihnen, eine breite Palette von Fähigkeiten zu entwickeln, die über die Grenzen traditioneller Modelle hinausgehen.
- Anpassungsfähigkeit:** Obwohl sie auf breiten Daten trainiert werden, sind Foundation Models in der Lage, sich auf spezifische Aufgaben und Domains durch Prozesse wie Fine-Tuning (Feinabstimmung) und Transferlernen anzupassen.
- Multidisziplinäre Anwendung:** Diese Modelle finden Anwendung in verschiedenen Feldern wie Sprachverarbeitung, Bilderkennung, automatisches Schreiben, Übersetzung und mehr.
- Funktionalität über Modalitäten hinweg:** Einige Foundation Models sind multimodal, was bedeutet, dass sie mehrere Arten von Eingaben (wie Text, Bilder und Töne) verarbeiten können, um ein kohärentes Verständnis oder eine Ausgabe zu erzeugen.

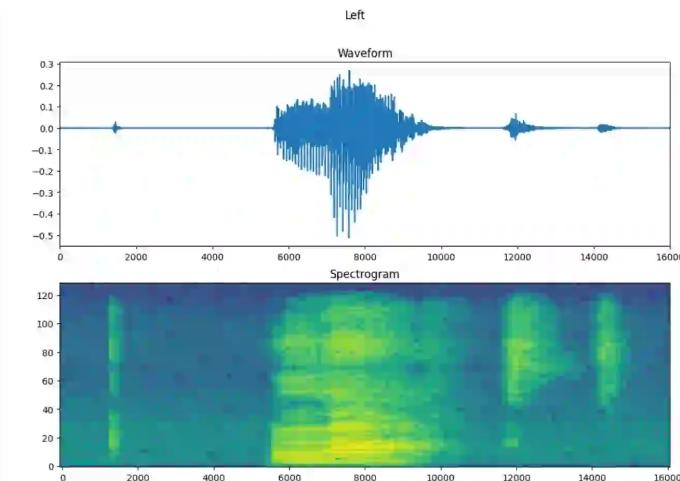
Text



Video



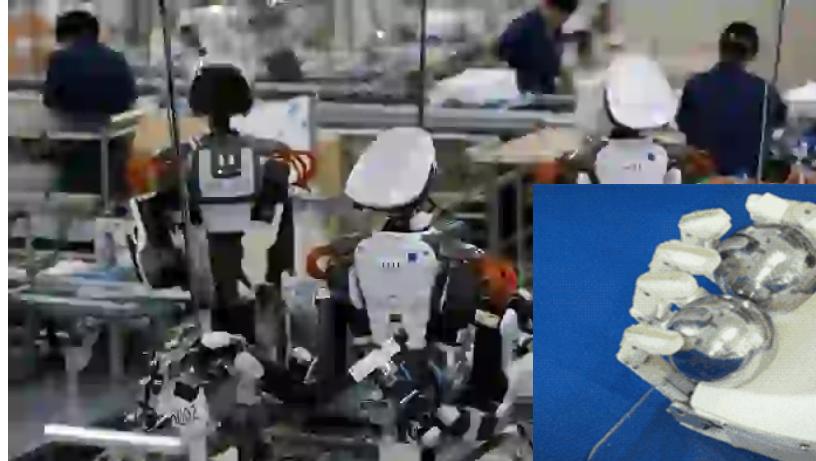
Bild



Sound

Dr. Wolfgang Spahn

Humanoide Roboter 2025



Dr. Wolfgang Spahn

Wie funktionieren diese KI Systeme?

Mustererkennung (A)

"

show 1 show 2 show 3 show 4

show labels zero

links-oben

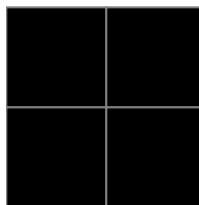


einfarbig

rechts-oben



vertikal



links-unten



horizontal

rechts-unten



schachbrett

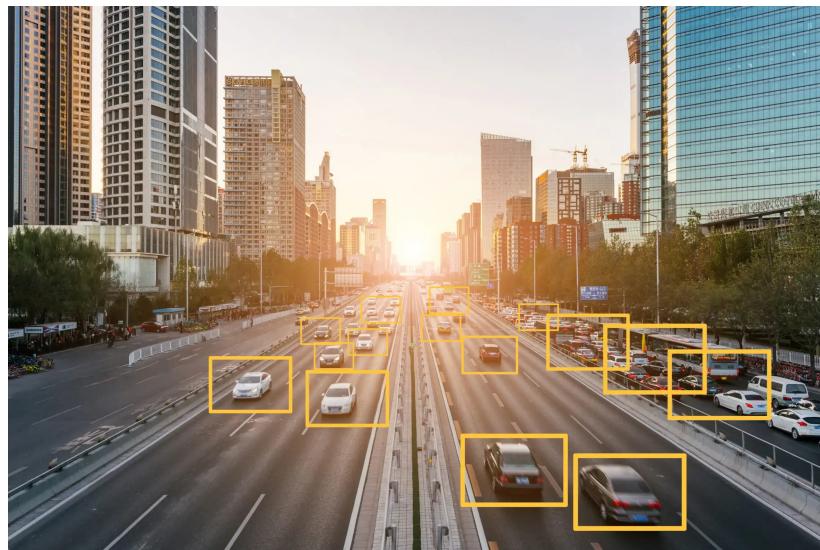
Error: 1

Dr. Wolfgang Spahn

Trainingsarten

Überwachtes Lernen

Menschliche Experten klassifizieren/ markieren die Daten. Aufgrund dieser Daten wird das Modell trainiert. Aufwendig und teuer.



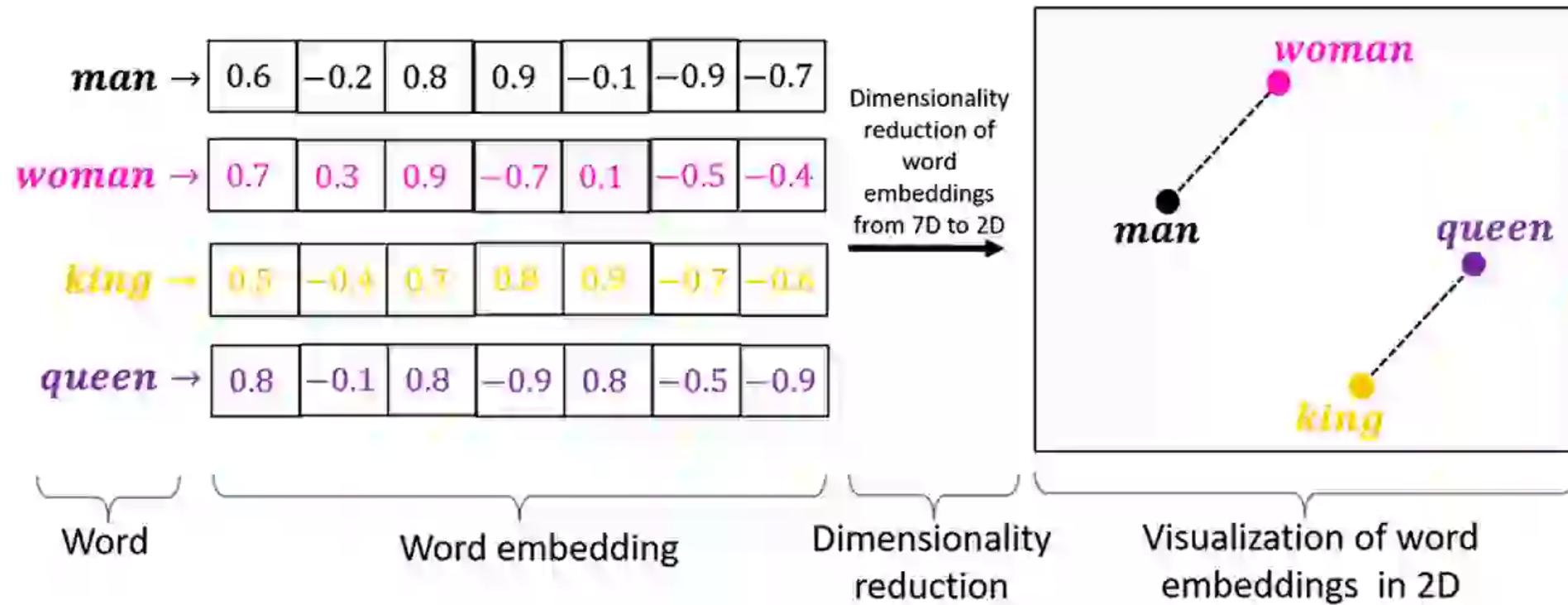
Unüberwachtes Lernen Das Modell lernt aus den Daten ohne menschliche Eingriffe. Rekonstruiert verrauschte Daten. [source](#)



Findet das nächste Wort/Bild in einer Sequenz. [how are \[you\]](#)

Wie versteht KI Worte?

- Ein Wort/Token entspricht einem Zahlen Vektor
- Wort Beziehungen entsprechen Vektor Beziehungen



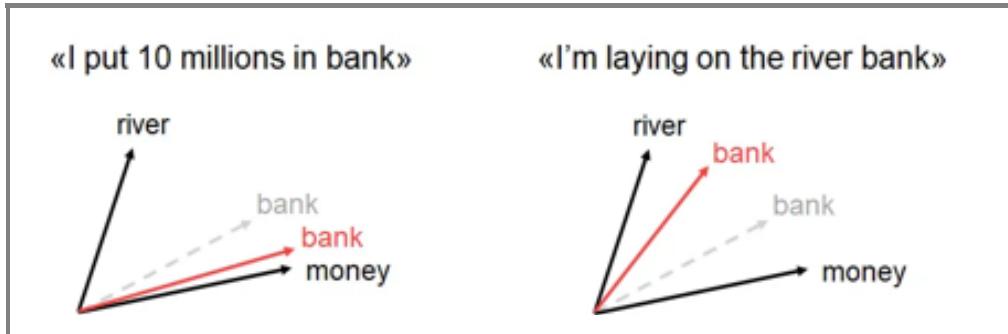
OpenAI Tokenizer

Dr. Wolfgang Spahn

Mehrdeutigkeit @!?

Ein Wort, zwei Bedeutungen

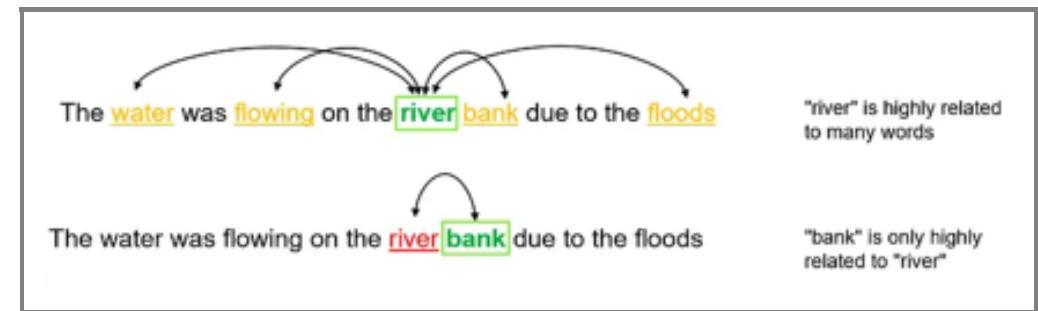
- Ein Wort hat zunächst nur eine Bedeutung (embedding).
- Um Text realistisch zu bearbeiten, müssen Worte im Kontext prozessiert werden.



Beispiel: bank (Geldinstitut), bank (Ufer)

Das Wort im Kontext

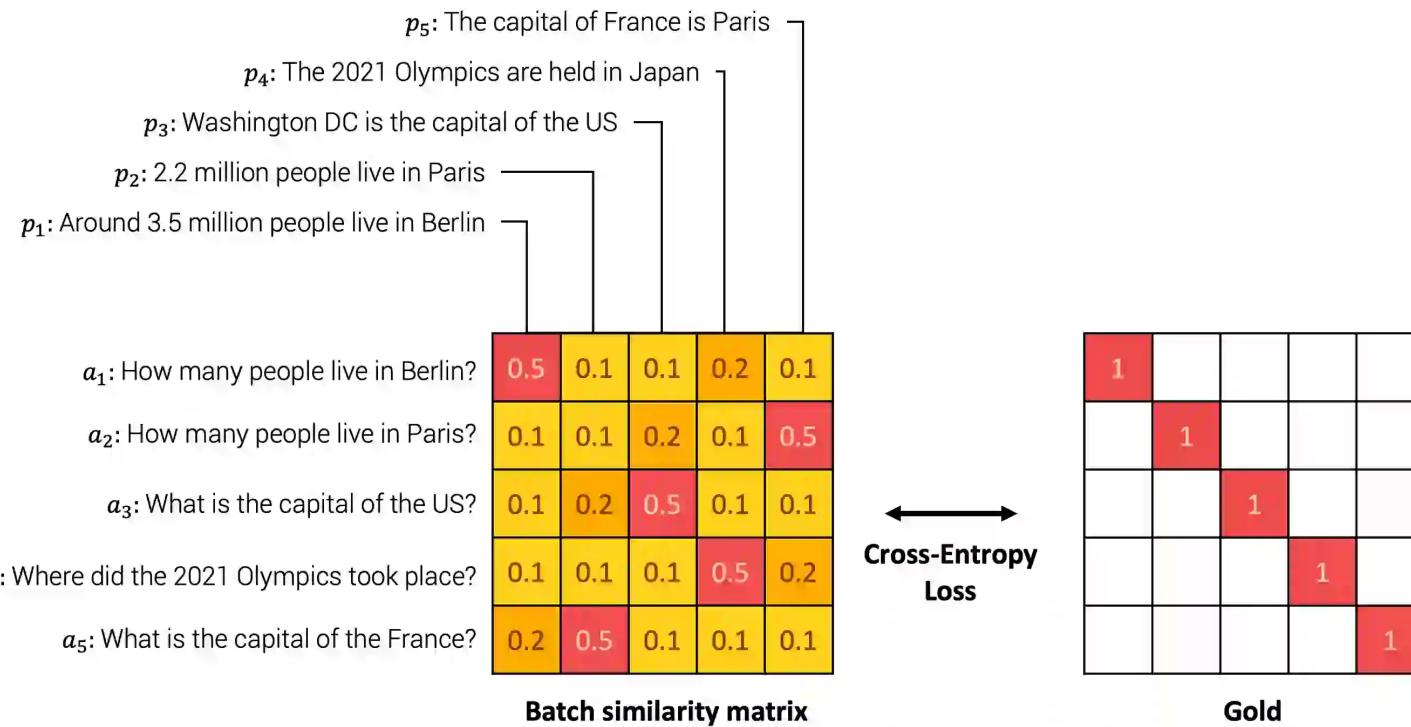
- Ein neuronal Netz analysiert die Beziehungen der Worte im Kontext (Satz, Paragraph, Buch)
- Daraus lernt es das wahrscheinlichste Wort vorherzusagen.



Beispiel: river, bank

Wie versteht KI Sätze? 1/2

- Ein Satz entspricht einem Zahlen Vektor
- Satz Beziehungen entsprechen Vektor Beziehungen



Wie versteht KI Sätze? 2/2

Indizien für Verstehen:

- Vektorrepräsentationen von Sätzen
 - Kann genutzt werden Informationen zu extrahieren
 - **Nicht perfekt:** Probleme mit Verneinung
- Eine speziell trainierte KI kann:
 - Zahlenvektoren in Sätze zurückverwandeln
 - Kombinationen von Vektoren erzeugen sinngemäße Sätze

Original text

Hypothesis (Round 0)

Embedding



Versteht KI auch abstrakte Konzepte?

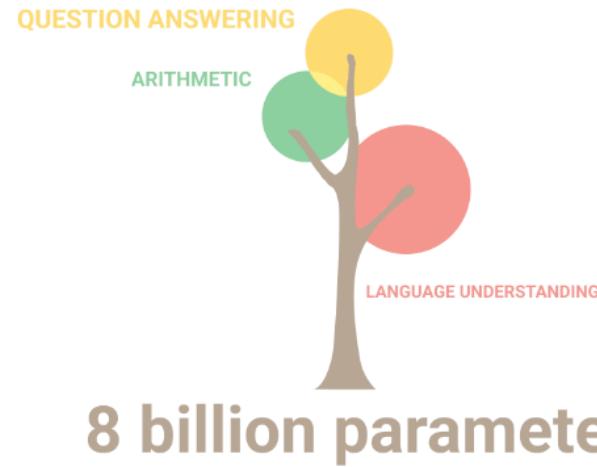
Mittels Sparse Autoencoder (ein weiteres neuronales Netz) können innerhalb eines GPTs abstrakte Konzepte lokalisiert und manipuliert werden.

1M/3 Transit infrastructure

lly every train line has to cross one particular bridge, which is a massive choke point. A subway or o many delays when we were enroute. Since the underwater tunnel between Oakland and SF is a choke p le are trying to leave, etc) on the approaches to bridges/tunnels and in the downtown/midtown core ney ran out and plans to continue north across the aqueduct toward Wrexham had to be abandoned." "N running. This is especially the case for the Transbay Tube which requires a lot of attention. If E

Beispiel: Anwesenheit eines Konzepts in einem Text markiert mit rot.

KI ist mehr als Imitation



Modelle zeigen überraschende Eigenschaften die unvorhersehbar auftauchen

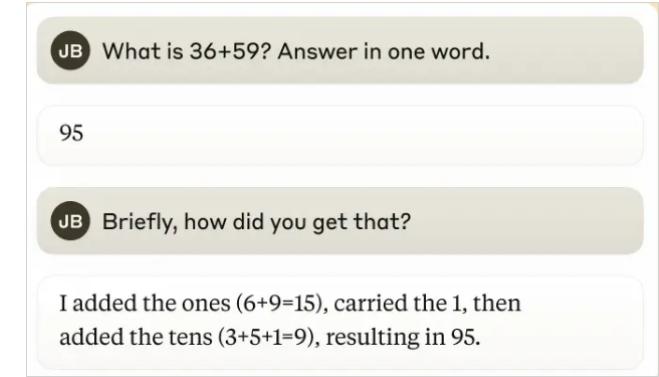
GPT ins "Gehirn" geschaut

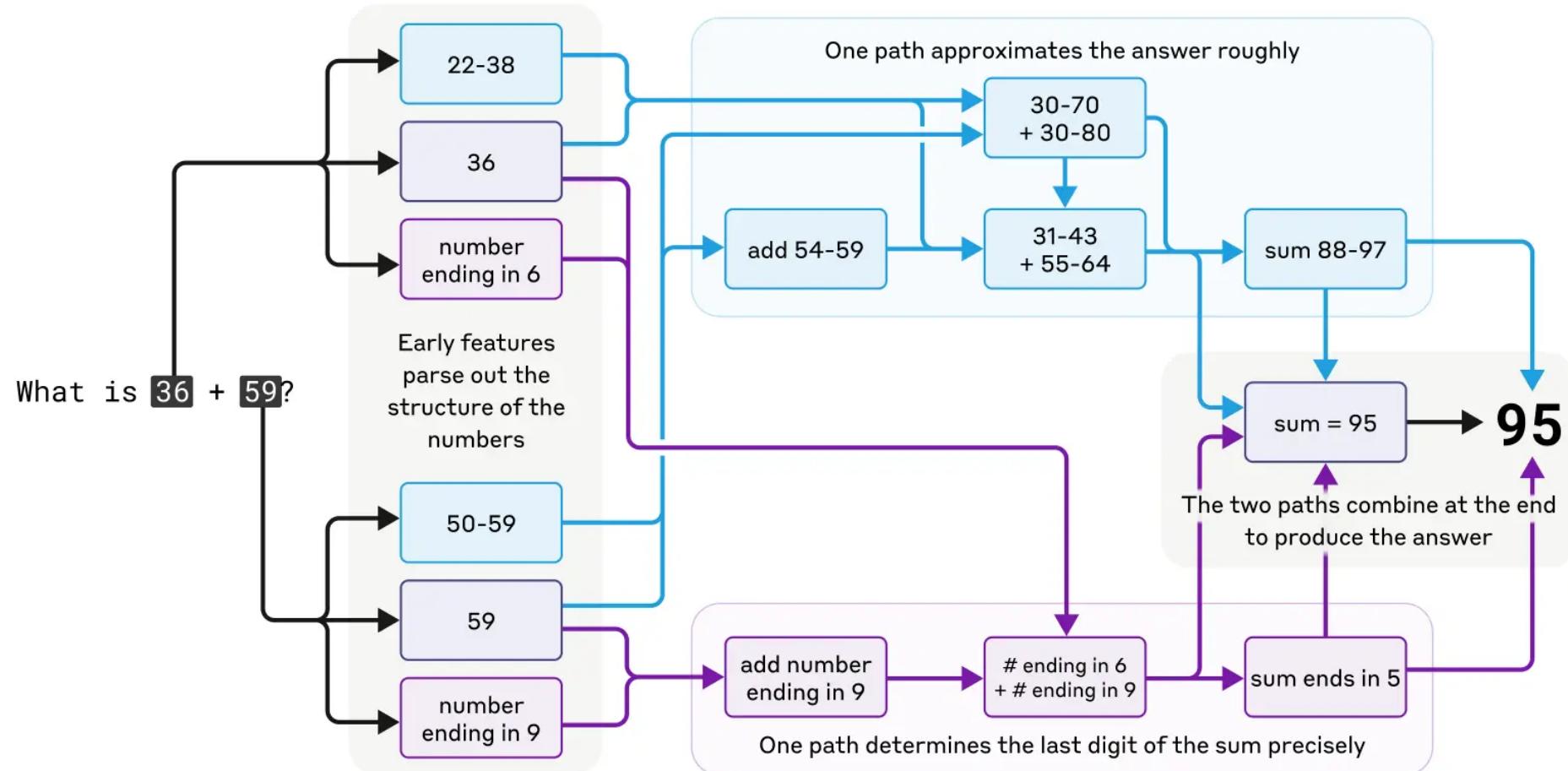
(A)

- Vektorarithmetic = geistige Arbeit
 - Input Sequenz von Worten(Token) erzeugt ein Output Wort.
 - Worte werden in Vektoren (768d) umgewandelt.
 - Über 12 Vektorgenerationen wird Bedeutung akkumuliert,
 - “Verrechnung” der Vektoren erzeugt neue Bedeutung, Schlüsse und Entscheidungen.
 - 7 x 17 Vector Maschinen erfassen die Bedeutung des Textes und erzeugen das nächste Wort.



Beispiel: Wie addiert ein LLM Zahlen?





Wie können KIs "denken"?

LLMs „denken“ nicht wie Menschen, sondern sie **verdichten** Informationen.

Cognitive Fähigkeiten als Nebenprodukt des Trainings:

- Neue cognitive Fähigkeiten entstehen unvorhersehbar mit zunehmender Größe des Modells
- Auf vielen Gebieten erreichen LLMs menschliches Niveau

Verdichtung führt zu „echten“ kognitiven Fähigkeiten:

- Stelle sehr großer Sprachmengen mit möglichst wenigen Parametern dar
- Verhindere einfaches Merken, fördere Generalisieren

Auswirkungen

- Neuronale Netze müssen nach Strukturen, Mustern, Abstraktionen und Verallgemeinerungen suchen
- Je besser diese Komprimierung je grösser das Model, desto „intelligenter“ agieren die LLMs

How many Rs?

KIs sind schlau und doof zugleich

How many Rs are in strawberry?

The word "Strawberry" contains 2 R's.

Wieviele Rs sind in strawberry?

"Erdbeeren" (strawberries) enthalten in der Regel keine signifikanten Mengen an Resveratol (Rs)

Wieviele R Zeichen sind in strawberry?

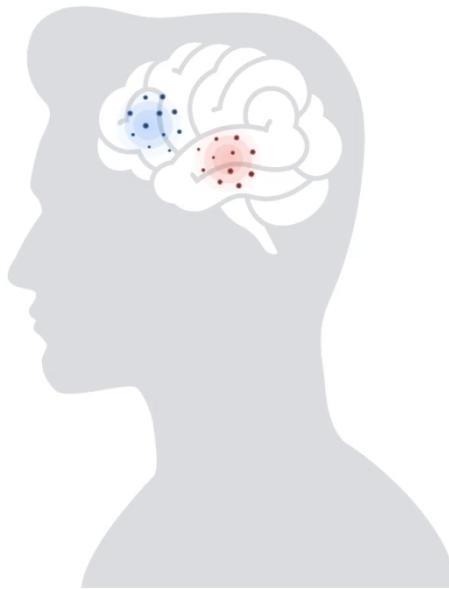
Das Wort «strawberry» enthält 2 Zeichen «R»

Bitte zähle die R Zeichen in strawberry – Zeichen für Zeichen - mit Python?

Im Wort «strawberry», kommt der Buchstabe «r» insgesamt 3 mal vor. [code]

```
# Definieren des Wortes "strawberry"
word = "strawberry"
# Zählen der Buchstaben 'r' in "strawberry"
r_count = word.count('r')
r_count
```

Google Research



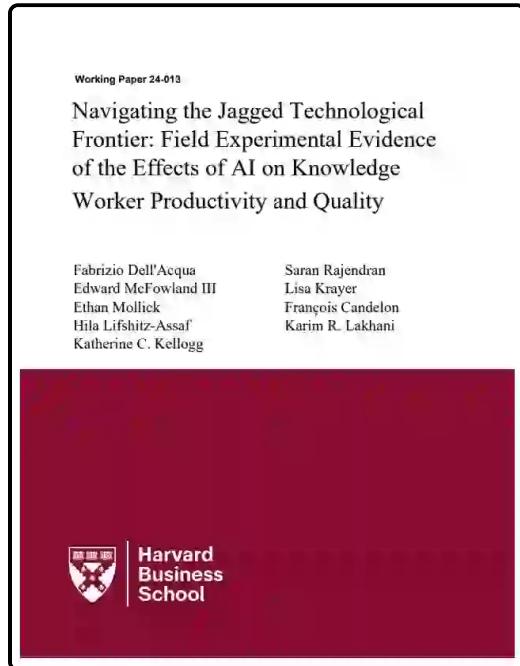
*This study shows that neural activity in the **human brain** aligns linearly with the internal contextual embeddings of speech and language within **large language models (LLMs)** as they process everyday conversations.*

Nature Human Behaviour - 2025/03/07 - Goldstone, A., et al. - A unified acoustic-to-speech-to-language embedding space captures the neural basis of natural language processing in everyday conversations

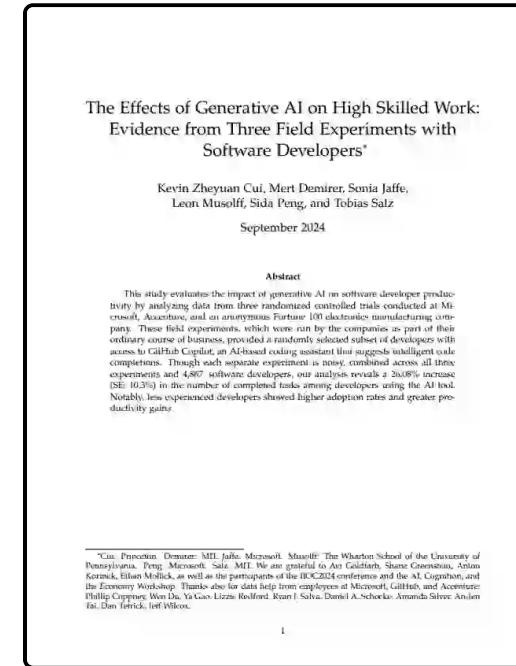
KI verändert geistiges Arbeiten

Erste Untersuchungen über KI/Mensch Zusammenarbeit

758 consultants



4867 software developers



sehen 25-40% Zunahme der Produktivität: skales with detached (-), delegating (+) or immersive usage (++)

Dr. Wolfgang Spahn

KI in der Forschung

Ein Team von Wissenschaftlern hat eine **chemische KI** entwickelt, die in der Lage ist, **Moleküle zu entwerfen**, die auf dem Mars Sauerstoff produzieren könnten. Dazu hat sie Marsproben analysiert und zerlegt, mehr als **3,7 Millionen mögliche Moleküle** für die Spaltung von Wasser und die Bildung von Sauerstoff auf dem Roten Planeten **identifiziert** und die **234 besten Kandidaten durch Synthese charakterisiert**. Dies würde etwa **2.000 Jahre menschlicher Arbeit** erfordern, schreiben die Autoren der Studie.

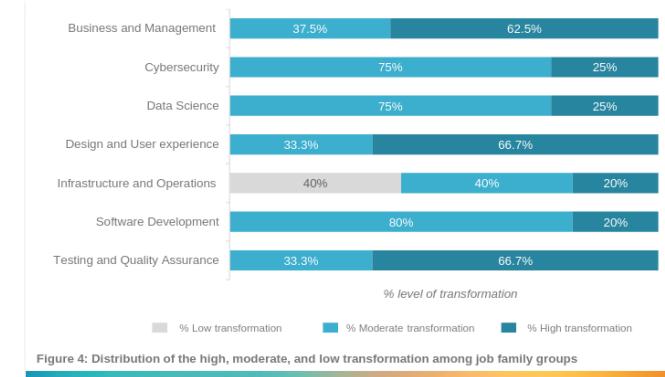
Supplementary Video



ICT Arbeitsmarkt

Nicole Helmer, Vice President & Global Head of Development Learning bei SAP

Neben dem unbestreitbaren Bedarf an einer verantwortungsvollen KI-Entwicklung und einer breiten KI-Kompetenz in sämtlichen IT-Berufen müssen alle Mitarbeitenden ihre übergeordneten Fähigkeiten wie kritisches Denken, Kreativität und komplexes Problemlösen verbessern.



Study: "The Transformational Opportunity of AI on ICT Jobs": Accenture, Cisco, Eightfold, Google, IBM, Indeed, Intel, Microsoft and SAP.

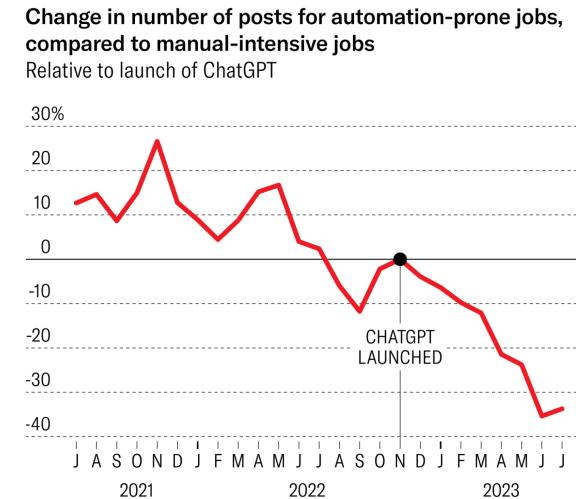
Freelancer Market

Harvard Business Review: Research: How Gen AI Is Already Impacting the Labor Markets

After the introduction of ChatGPT, there was a 21% decrease in the weekly number of posts in automation-prone jobs compared to manual-intensive jobs. **Writing jobs were affected the most** (30.37% decrease), followed by software, app, and web development (20.62%) and engineering (10.42%).

The Impact of ChatGPT on Automation-Prone Jobs vs. Manual-Intensive Jobs

Following the introduction of ChatGPT in November 2022, there was steep decrease in demand for automation prone jobs, compared to manual-intensive ones.



Source: Ozge Demirci, Jonas Hannane, and Xinrong Zhu

HBR

körperliche Arbeit

1900



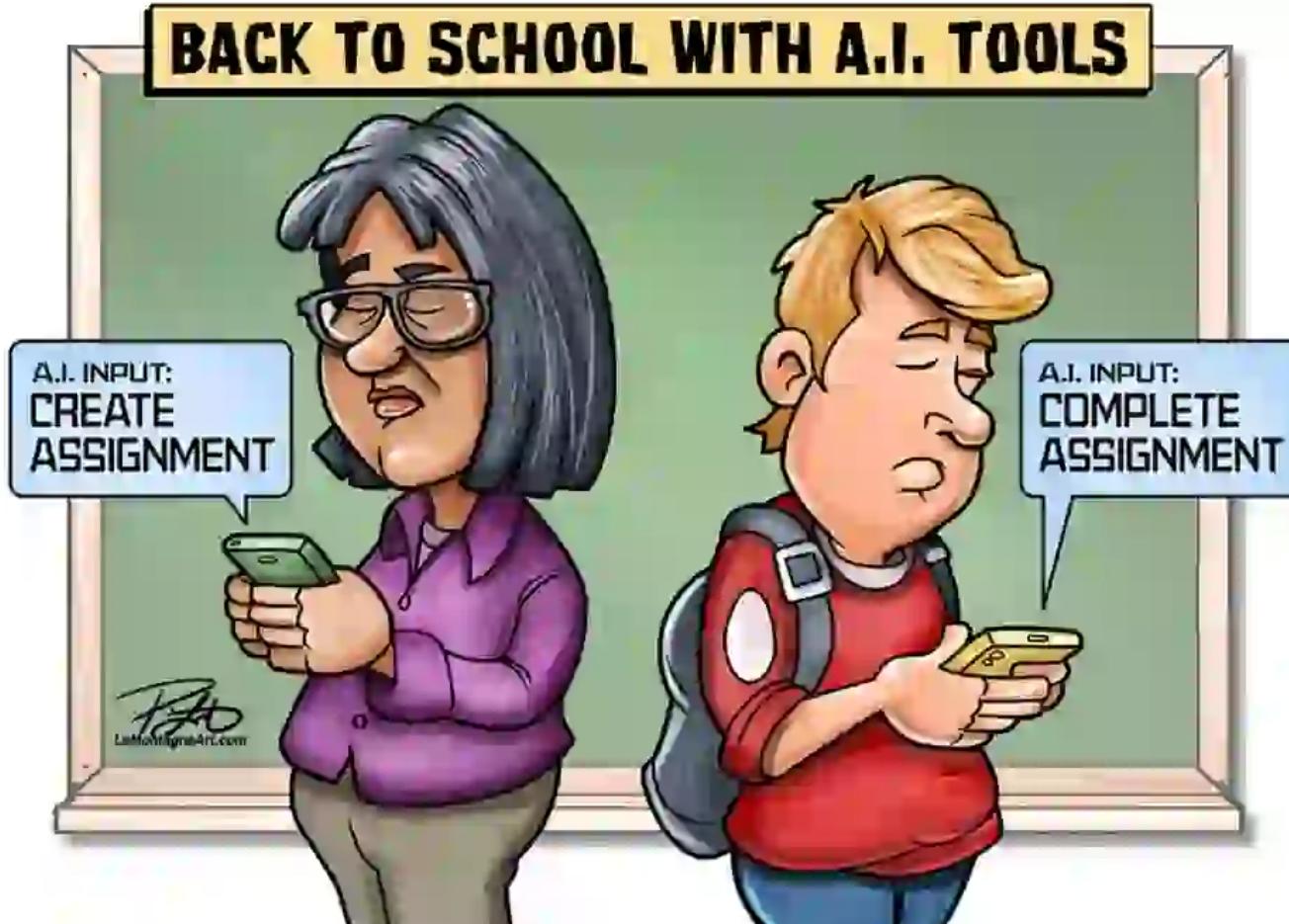
2024



als Model der zu erwartenden Transformation für geistige Arbeit?

KI im Schulumfeld

Chatbots in der Bildung



Source

Dr. Wolfgang Spahn

bidt Bayerisches Forschungsinstitut
für Digitale Transformation
EIN INSTITUT DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

“... unter den untersuchten Schülerinnen und Schülern 73 % [haben] 73 % bereits generative KI für die Text- und/oder Bildgenerierung genutzt.”

BIDT: März 2024

VALS
ASLA

“.... Auch konkrete Unterrichtskonzepte und -materialien für die Thematisierung der Toolnutzung sind gefragt. Die Ergebnisse dieser Studie [über Deepl/LEO Nutzung] legen nahe, dass es sinnvoll wäre, die Lernenden dieser Stufe im kritischen Umgang mit Übersetzungstools zu schulen, um sie gewinnbringender und lernförderlicher in der fremdsprachigen Kommunikation einzusetzen.”

Bulletin Suisse de Linguistique Appliquee

KI Bots im Schulumfeld

Vergleichsstudie an 1000 Lernenden:
Prüfungsvorbereitung mit und ohne KI
Chatbots

- Unterschiedliche Hausaufgaben zur Mathe Prüfungsvorbereitung
 - Gruppe 1: Basis - traditionell
 - Gruppe 2: +48% - ChatGPT
 - Gruppe 3: +127% - einfacher sokratischer GPT-Tutor (nicht adaptiv)
- Prüfung über den Lernstoff
 - ChatGPT Gruppen sind schlechter als die traditionelle Gruppe
 - GTP-Tutor Gruppe erzielt gleiche Ergebnisse wie die traditionelle Gruppe

Generative AI Can Harm Learning

Hamsa Bastani,^{1,*} Osbert Bastani,^{2*} Alp Sungu,^{1,†}
Haosen Ge,³ Özge Kabakci,⁴ Rei Murman⁴

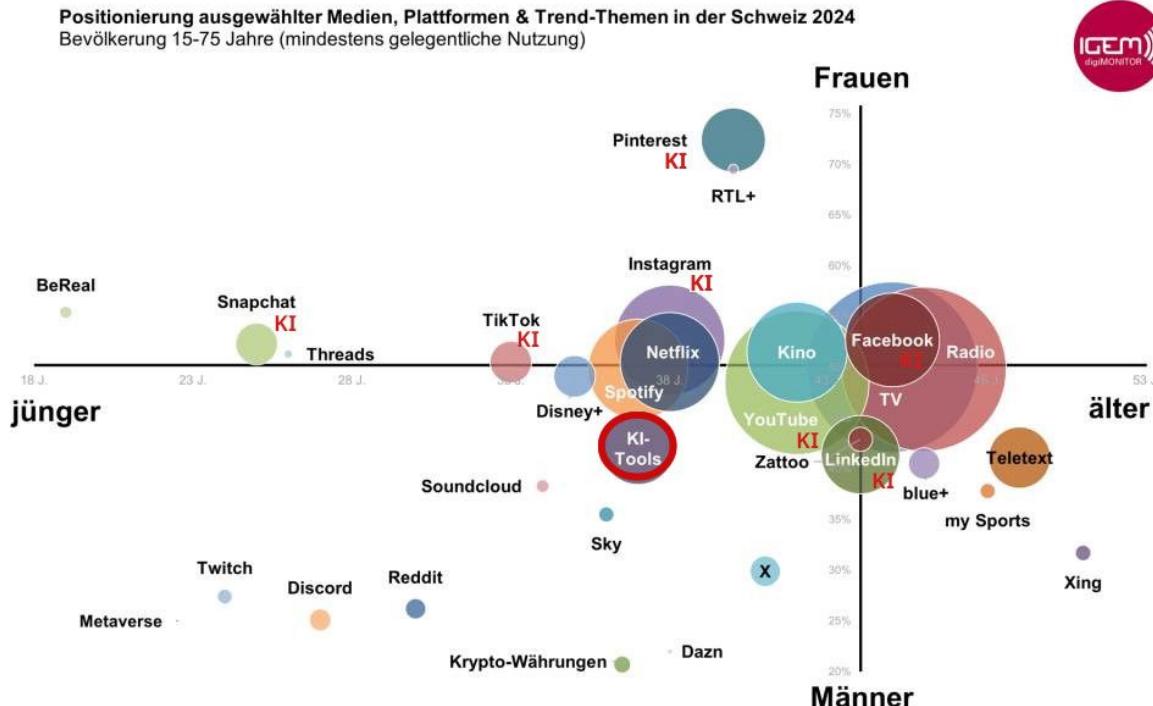
¹Operations, Information and Decisions, University of Pennsylvania
²Computer and Information Science, University of Pennsylvania
³Wharton AI & Analytics, University of Pennsylvania
⁴Budapest British International School

*These authors (H.B., O.B., A.S.) contributed equally.
[†]To whom correspondence should be addressed: E-mail: alpsungu@wharton.upenn.edu.

Generative artificial intelligence (AI) is poised to revolutionize how humans work, and has already demonstrated promise in significantly improving human productivity. However, a key remaining question is how generative AI affects learning, namely, how humans acquire new skills as they perform tasks. This kind of skill learning is critical to long-term productivity gains, especially in domains where generative AI is fallible and human experts must check its outputs. We study the impact of generative AI, specifically OpenAI's GPT-4, on human learning in the context of math classes at a high school. In a field experiment involving nearly a thousand students, we have deployed and evaluated two GPT based tutors, one that mimics a standard ChatGPT interface (called GPT Base) and one with prompts designed to safeguard learning (called GPT Tutor). These tutors comprise about 15% of the curriculum in each of three grades. Consistent with prior work, our results show that ac-

Sprach-KI ist etabliert

OpenAI hat über 300 Mio wöchentliche Nutzer weltweit. Schweiz:



DALL-E 3: Social Media Rabbit Hole an AI Application

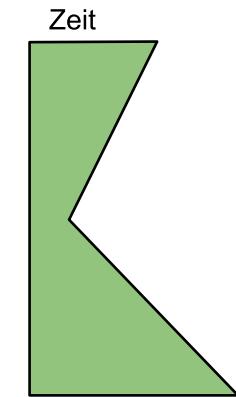
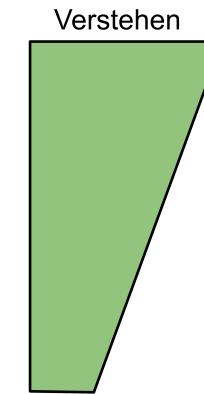


KI Nutzung

Mit KI können wir auf sehr unterschiedliche Weise umgehen.

Lernende können:

- **Sich Bilden:** Sie **erzeugen auf Augenhöhe** zusammen mit KI neue Inhalte und Ideen und bauen so **Kompetenzen** auf
- **Optimieren:** Sie **automatisieren** den Umgang mit Information/Wissen mithilfe von KI
- **Reproduzieren:** Sie **übernehmen KI** generierte Inhalte ohne dass sie diese verstehen oder hinterfragen



KI bewusste Pädagogik

Es braucht Methodik um die Vorteile von KI pädagogisch zu nutzen. KI:

- bringt Kapazität für **individuelle Förderung**
- ermöglicht Schöpfungstiefe durch **komplexere Aufgabenstellungen**
- fördert Durchdringung durch direkten **Start an der Kompetenzgrenze**
- zielt auf tiefes Wissen durch **Vernetzung von Wissen und Kompetenzen**
- motiviert durch lebensnahe, **exploratives Lernen** von komplexen Zusammenhängen



DALL·E 3: Education as Exploration

Das bedeutet eine enge Lernbegleitung durch Lehrpersonen und Tools

Ansprüche 21. Jahrhundert

Der Kompetenzbegriff nach Weinert

Kompetenzen bezeichnen „*die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen ... Bereitschaften, damit die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll genutzt werden können.*“

Quelle: Weinert (Hrsg.) Leistungsmessungen in Schulen; 2001

Welche KI Lernsituationen?

Eine individuelle KI unterstützte Lernsituation kreiert intrinsische Motivation bei den Lernenden, Kompetenzen aufzubauen und zu erproben, und nicht diese zu simulieren.



AFS Flugagentur - Leipzig - Markranstädt - Flugsimulator - Airbus A320 - Professional

Dr. Wolfgang Spahn

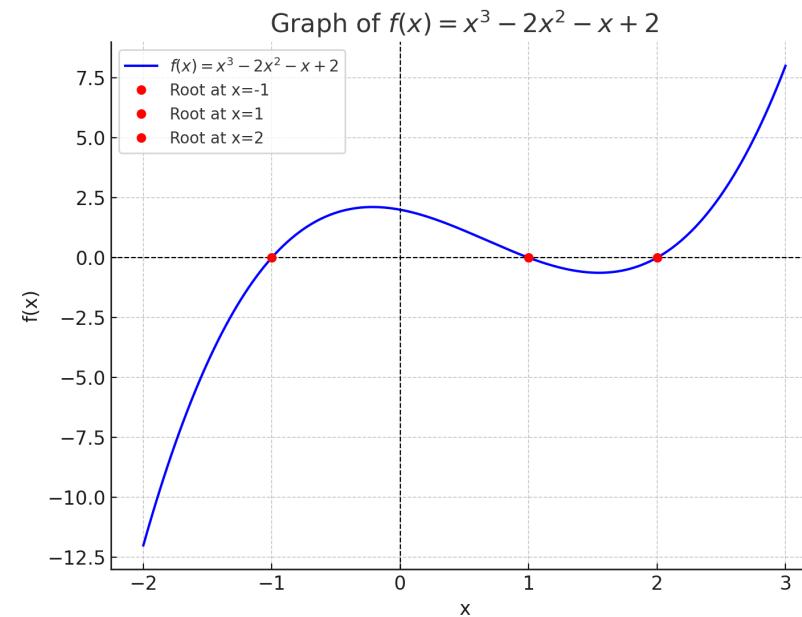
Kurvendiskussion mit KI

Workshop mit 9. Klässlern

Aufgabe nach kurzer Einführung in prompt engineering:

Prompt: Bitte gib mir den Matplotlib code um die function $y = x^3 - 3x^2 - 9x + 27$ zu zeichnen. Verwende das Canvas.

- Und nun beginne einen Dialog über Nullstellen, Extrema, Wendepunkte,
 - Frage die KI nach was die obigen Begriffe bedeuten.
-
- GPT 4o



Wir zeichnen ein Comic

Workshop mit 11. und 12. Klässlern

Nach einer kurzen Einführung in Prompting fürs Comiczeichnen:

Comic Zeichnen ist richtig aufwendig.
ChatGPT kann uns dabei helfen. Die Story
muss aber von uns kommen.

- **Storyline:** Die Geschichte in einem Satz.
- **Storyboard:** Wie sieht die Geschichte aus?
- **Bildbeschreibung:** Was ist auf den einzelnen Bildern zu sehen? Was passiert wenn Du Details weglässt?
- **Dialoge:** Was sagen die Figuren?
- **Zeichnungen:** Zeichne die Bilder.
- **Zusammenfügen:** In einem Graphikprogramm:
füge die Bilder und Dialoge zusammen.



Was kann man hier besser machen?

Welche KI Dialogführung?

AIDu - pädagogische KI-Lernbegleitung

Erste Experimente mit 10-12 Klässlern: Allg., Geschichte, Französisch und Physik

The screenshot displays the AIDu platform interface with four main panels:

- Left Panel:** Shows a historical figure, Voltaire, in a 18th-century setting, working at a desk with scientific instruments.
- Middle Left Panel:** Shows a caricature of a woman named Elizabeth, who is described as a tutor. She is smiling and appears to be guiding the user through the process.
- Middle Right Panel:** Shows a portrait of Isaac Newton. A physics problem is displayed: "Tom zieht einen Schlitten horizontal auf einer eisigen Oberfläche. Der Schlitten wiegt 10 kg und der Koeffizient der Gleitreibung ist 0.2 zwischen dem Schlitten und dem Eis. Tom zieht den Schlitten mit einer Kraft von 50 N. Was ist die Beschleunigung des Schlittens?" (Tom pulls a sled horizontally on an icy surface. The sled weighs 10 kg and the coefficient of friction between the sled and the ice is 0.2. Tom pulls the sled with a force of 50 N. What is the acceleration of the sled?)
- Right Panel:** Shows a physics problem involving a sled on ice. The text includes: "Hallo! Bist du bereit, mit einem physikalischen Rätsel Spaß zu haben? 🎉 Lass uns herausfinden, was wir lösen müssen!" (Hello! Are you ready for a physics puzzle? 🎉 Let's find out what we can solve!), "Ach, komm schon! Es gibt nichts Besseres, um das Gehirn in Schwung zu bringen als ein gutes Rätsel! 😊 Lassen wir den Schlitten reibungslos über das Eis gleiten. Bist du bereit?", "Keine Sorge, wir gehen das gemeinsam entspannt an. Stell dir einfach vor, wir ziehen einen Schlitten über das Eis! 🚶 Wollen wir das Problem einfach nur lesen? Der Rest kommt von alleine!", and "Nicht wirklich." (Not really.). There is also a "Your input" field at the bottom.

At the bottom center, it says "Dr. Wolfgang Spahn". In the bottom right corner, there is a logo for "PHBern Pädagogische Hochschule".

AIDu – Demo

Demonstration von AIDu Lernsituationen:

- Allgemeines Assessment von Lernenden
- Exploratives Lernen
 - Mathematik - Vektorrechnung ohne Vorkenntnisse
 - Physik - Streuung von Licht an Grenzflächen untersuchen ohne Vorkenntnisse
 - Französisch - Ein Schulkollegen in einem Pariser Café treffen mit sehr wenig Vorkenntnissen

[Link](#)

Zusammenfassung

- KI hat das Potential die Bildung zu revolutionieren
 - oder zu ruinieren
- KI Chatbots im Schulumfeld sind Realität
 - und werden heute (falsch?) genutzt
- KI bewusste Pädagogik
 - ist aus unserer Sicht notwendig
- KI Lernsysteme können dabei
 - die nötigen Ressourcen bieten



DALL·E 3: Education as Exploration

- Danke für die Aufmerksamkeit -

>/

Was ist das Problem?

KI im Schulumfeld ist per se nicht förderlich

- KI Technologie **reduziert Durchdringung**
 - verleitet zu **Kompetenzsimulation**
 - **reduziert die Notwendigkeit von Wissen** durch schnelle Verfügbarkeit von Information
- **Miss- und Fehlinformation** sind leichter verfügbar
- ChatBots verführen zu **Plagiat und Betrug**
- Führt zur **fehlerhaften Selbsteinschätzung** der eigenen Kompetenz

Aber KI ist Realität. Daher ist **Wegschauen ist keine Lösung!**



DALL·E 3: Consumer Education