

Ulrich Engelke | Barbara Engelke

# ChatGPT & Co. in der **Schule**

## Modern unterrichten mit KI

Effizient vorbereiten,  
lehren, prüfen und  
korrigieren



# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	11
Was Sie in diesem Buch erwartet .....	12
Über die Autoren .....	13
<b>1 KI, Machine Learning &amp; ChatGPT</b> .....	<b>15</b>
1.1 Wie funktionieren KI-Chatbots? .....	15
1.1.1 Überblick über KI und maschinelles Lernen .....	15
1.1.2 Die Dartmouth-Konferenz und führende Köpfe der KI ....	16
1.1.3 Kurzer Abriss der KI-Entwicklung bis heute .....	18
1.1.4 Machine Learning und Deep Learning .....	20
1.1.5 Sam Altman, OpenAI und ChatGPT .....	24
1.1.6 Und wie funktionieren KI-Chatbots nun wirklich? .....	26
1.2 Datenschutz, Urheberrecht und Einschränkungen .....	32
1.2.1 Datenschutz und KI-Bots .....	32
1.2.2 Urheberrecht und LLMs .....	34
1.2.3 Einschränkungen von KI-Chatbots .....	38
1.2.4 Halluzinieren von KI-Sprachmodellen .....	45
1.2.5 Sind KI-Suchmaschinen die Zukunft? .....	48
1.3 Erste Schritte mit ChatGPT .....	51
1.3.1 Als neuer Nutzer registrieren .....	51
1.3.2 Erste Schritte des Promptings .....	52
1.3.3 Kostenlose oder kostenpflichtige Nutzung? .....	55
<b>2 Richtig prompten – Ein Prozess</b> .....	<b>57</b>
2.1 Simple Prompts und einfache Erweiterungen .....	57
2.2 Die wichtigsten zehn Prompting-Parameter .....	59
2.2.1 Aufgabe, Limitierung und Ausgabeform .....	60
2.2.2 Das Ziel .....	61
2.2.3 Der Tonfall .....	62
2.2.4 Die Rolle .....	63
2.2.5 Das Publikum .....	64
2.2.6 Die Terminologie .....	65
2.2.7 Schlüsselwörter .....	67
2.2.8 Die Sprache .....	69
2.2.9 Top 10 der Prompting-Parameter im Überblick .....	73

2.3	Weitere Prompting-Parameter .....	73
2.3.1	Kontext .....	73
2.3.2	Statistik .....	75
2.3.3	Standpunkte .....	75
2.3.4	Begründungen .....	76
2.3.5	Gegenargumente .....	78
2.3.6	Analogien .....	79
2.3.7	Expertenurteile .....	80
2.3.8	Zitate .....	83
2.3.9	Beispieltexte und Prompt-Rückschluss-Technik .....	85
2.3.10	Sensible Inhalte .....	88
2.4	Allgemeine Regeln für bessere Prompts .....	89
2.5	Was sind Power-Prompts? .....	92
2.6	Basis-Prompts setzen Rahmen für folgende Anfragen .....	94
2.7	Rollenspiele mit der KI: »Du bist jetzt mein ...« .....	95
2.8	Temperatur der Ausgabe steuern .....	98
2.9	Iteratives Prompting, Feedback-Schleifen und Optimierungen ....	101
2.10	Prompts von ChatGPT verbessern lassen .....	103
<b>3</b>	<b>ChatGPT als Assistent des Lehrenden .....</b>	<b>111</b>
3.1	Unterrichtsvorbereitung .....	111
3.1.1	Jahresplanung und Strukturierung .....	111
3.1.2	Fächerübergreifende Projekte .....	113
3.1.3	Binnendifferenzierung .....	115
3.1.4	Vereinfachen komplizierter Regeln .....	119
3.1.5	Vereinfachen von Texten – Hilfen für förderungsbedürftige Schüler oder bei schwierigen Inhalten (inklusive Ansatz) .	121
3.1.6	Eilige Unterrichtsvorbereitung .....	123
3.1.7	Größere Methodenvielfalt .....	125
3.2	Herausforderungen außerhalb des Unterrichts .....	128
3.2.1	Artikel für den Jahresbericht der Schule .....	128
3.2.2	Zwischenmenschliche Probleme .....	129
3.2.3	Tipps für Disziplinprobleme und Elterngespräche .....	131
3.2.4	Vorbereitung von Studienfahrten (inkl. Elterninformation)	135
3.3	ChatGPT im Unterricht .....	139
3.3.1	Kognitive Schulung: Erörtern und Debattieren .....	141
3.3.2	Die Arbeit mit Bildern .....	142
3.3.3	Einführung in ChatGPT .....	143
3.4	Prüfungsvorbereitung .....	145
3.4.1	Allgemeine Prüfungsvorbereitung .....	145
3.4.2	Prüfungsvorbereitung mit Custom GPTs .....	147

3.5	Korrigieren mit KI .....	149
3.5.1	PEER .....	150
3.5.2	DeepL-Write-Schreibassistent .....	151
3.5.3	ChatGPT 4o .....	152
3.6	Weitere digitale Tools für Lehrkräfte .....	154
<b>4</b>	<b>Einsatz von KI für verschiedene Schularten und Fächer .....</b>	<b>157</b>
4.1	Grundschule .....	158
4.1.1	Unterrichtsvorbereitung .....	158
4.1.2	Unterstützung im Unterricht .....	162
4.1.3	Nachbereitung (Korrekturen und Prüfungen) .....	165
4.1.4	Pädagogische Arbeit an den Grundschulen .....	173
4.2	Mittelschule (ehemals Hauptschule) .....	179
4.2.1	Unterrichtsvorbereitung .....	180
4.2.2	Unterstützung im Unterricht .....	182
4.2.3	Nachbereitung, Korrekturen und Prüfungen .....	185
4.2.4	Nebenfächer an der Mittelschule .....	187
4.2.5	Pädagogische Arbeit an den Mittelschulen .....	192
4.3	Realschulen und Gymnasien .....	193
4.3.1	Unterrichtsvorbereitung .....	194
4.3.2	Unterstützung im Unterricht .....	199
4.3.3	Nachbereitung, Korrekturen und Prüfungen .....	202
4.3.4	Weitere Fächer an Realschulen und Gymnasien .....	206
4.4	Pädagogische Arbeit an weiterführenden Schulen .....	225
4.4.1	Ethnische Heterogenität und Rassismus .....	227
4.4.2	Bildungsferne Stammfamilien .....	228
4.5	Verfassungsviertelstunde in Bayern .....	230
4.5.1	Grundschule .....	230
4.5.2	Mittelschule .....	231
4.5.3	Realschule .....	231
4.5.4	Gymnasium .....	232
<b>5</b>	<b>Unterrichtsziel: KI-Kompetenz .....</b>	<b>233</b>
5.1	Wie Jugendliche die Relevanz von KI für sich und die Schule einschätzen .....	233
5.2	Warum der Umgang mit ChatGPT und anderen KI-Technologien entscheidend ist .....	234
5.2.1	Die Zukunft (und Gegenwart) des Arbeitsmarkts .....	234
5.2.2	Fähigkeit zum kritischen Urteil .....	235
5.2.3	Verbesserung der Lernprozesse .....	237
5.2.4	Lebenslanges Lernen .....	237

5.3	Die 4 Ks der Bildung im 21. Jahrhundert .....	238
5.4	Reformpädagogik und KI – das geht .....	246
5.4.1	Erfahrungsorientiertes Lernen .....	246
5.4.2	Neue Rolle der Lehrkraft .....	247
5.4.3	Kooperatives Lernen .....	247
5.4.4	Offene Unterrichtsformen .....	248
<b>6</b>	<b>Datenschutzkonform unterrichten .....</b>	<b>255</b>
6.1	Die Unsicherheit der Lehrkräfte im Umgang mit KI .....	255
6.2	Grundprinzipien des Datenschutzes und die DSGVO .....	256
6.2.1	Was sind personenbezogene Daten? .....	256
6.2.2	Lehrkräfte und Datenschutz .....	257
6.2.3	Die sechs Grundprinzipien der DSGVO .....	257
6.3	Warum Datenschutz im Unterricht mit KI meist gar kein Problem ist .....	259
6.4	KI-Tools und Plattformen für Lehrkräfte mit Datenschutzversprechen im Faktencheck .....	259
6.4.1	KI-Tools für Lehrkräfte im Überblick .....	260
6.4.2	Datenschutzkonformität von KI-Tools für Lehrkräfte .....	263
6.4.3	ChatGPT und Datenschutz – Welche Version für Lehrkräfte? .....	264
6.5	Vorschlag für einen DSGVO-konformen KI-Einsatz in Schulen ...	265
6.5.1	Vermeidung der Eingabe personenbezogener Daten .....	265
6.5.2	Team-, Enterprise oder Edu-Version von ChatGPT mit korrekter Einstellung .....	266
6.5.3	Nutzung einer lokalen KI ohne Internetverbindung .....	266
6.6	Konkrete Handreichung mit Checkliste für Schulen .....	267
6.7	Quelle: datenschutz-schule.info .....	269
6.8	Regeln für künstliche Intelligenz – der EU AI Act und die KI-Verordnung .....	270
<b>7</b>	<b>Herausforderungen für den Bildungssektor .....</b>	<b>273</b>
7.1	Betrug durch KI? .....	273
7.1.1	Selbstverständlicher Umgang mit KI-Modellen im Schulalltag .....	274
7.1.2	Prüfungsleistungen aus dem häuslichen Umfeld .....	275
7.1.3	Wie zitiert man die Ergebnisse von KI-Textgeneratoren? ..	275
7.2	Generative KI im W-Seminar .....	276
7.2.1	Assistenz der Lehrkräfte .....	276
7.2.2	ChatGPT als Schülerwerkzeug für die W-Seminararbeit ...	278

7.3	Prüfen mit Sprachgeneratoren – ein Blick in die Zukunft . . . . .	284
7.3.1	Zukunftsformat 1: Text im Team . . . . .	284
7.3.2	Zukunftsformat 2: Gamifiziertes Prüfen . . . . .	286
	<b>Sei nett zu deiner KI . . . . .</b>	<b>289</b>
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>293</b>

# KI, Machine Learning & ChatGPT

Das nächste große Ding ist da und es passt in jede Hosentasche: Künstliche Intelligenz ist dabei, den Alltag zu erobern und klopft nun auch an den Türen der Klassenzimmer an. Zwischen Schulbüchern, Tafel, Heften und Stundenplänen ist ein neues Thema aufgetaucht, das nicht mehr verschwinden wird. Wie verändert KI im Allgemeinen und ChatGPT im Besonderen die Schule und unseren Unterricht?

Wir zeigen Ihnen, wie diese intelligenten Technologien funktionieren und wie sie nicht nur unseren Alltag, sondern auch das Lernen und Lehren revolutionieren. Zunächst werfen wir mit diesem einführenden Kapitel einen Blick hinter die Kulissen der digitalen Revolution im Bildungsbereich. Statt trockener Theorie erwartet Sie eine anschauliche Reise von den Anfängen der KI bis zu aktuellen Entwicklungen wie ChatGPT, die weit mehr können, als nur einfache Antworten auf simple Fragen zu geben.

## 1.1 Wie funktionieren KI-Chatbots?

Ein Chatbot alias *Large Language Model* (LLM) ist ein KI-Modell, das auf einer riesigen Menge an Textdaten trainiert wurde, um natürliche Sprache zu verstehen und zu generieren. Es kann Texte verfassen, Fragen beantworten und viele sprachbasierte Aufgaben unterstützen. KI und maschinelles Lernen haben eine Revolution eingeläutet, von der erst spätere Generationen wissen werden, welche tiefgreifenden Veränderungen sie ausgelöst hat. Klar ist aber längst, dass die Veränderungen bahnbrechend sind und dass die Auswirkungen auf unser Leben ebenso vielfältig wie unabsehbar sind.

### 1.1.1 Überblick über KI und maschinelles Lernen

KI als Thema wirft uns notgedrungen immer wieder auf die Frage zurück, was *Intelligenz* eigentlich ist. Das ist gar nicht so einfach zu beantworten. Auf jeden Fall ist die Frage nach der Intelligenz eine, an der sich unterschiedliche Fächer und Forschungsrichtungen seit vielen Jahren abarbeiten und noch zu keiner gemeinsamen und allgemeingültigen Definition gefunden haben. Intelligenz kann man als ein komplexes und vielschichtiges Konzept beschreiben, das sich auf die Fähigkeit von Individuen bezieht, Informationen zu verarbeiten und darauf basierend zu handeln. Wir können also **lernen** und das Gelernte **sinnvoll anwenden** und immer **weiterentwickeln**, bis wir Dinge tun, die wir so niemals gelernt haben. Das wäre

eine zumindest vorläufige und grundlegende Definition von natürlicher, menschlicher Intelligenz.

Das eigentlich Faszinierende daran ist der *Transfer*, also unsere Fähigkeit, Probleme zu lösen, die teilweise weit über das Gelernte hinausgehen. Dass wir unser Wissen ganz offensichtlich an immer neue Situationen anpassen und dort erfolgreich anwenden, ist ein ganz wichtiger Teil unserer Intelligenz. Um zu verstehen, wie das möglich ist, müssen wir uns die ganze Palette unserer kognitiven Fähigkeiten möglichst detailliert ansehen, einschließlich des **logischen Denkens**, der kreativen **Problemlösungskompetenz**, der gezielten **Wahrnehmungsfähigkeit**, des **Verständnisses von Zusammenhängen**, der Fähigkeit zur **Kommunikation** und des **Lernens aus Erfahrungen**. Aus diesen und anderen Grundfertigkeiten entstehen neue und zunehmend komplexere Fertigkeiten: die Fähigkeit, aus der Interaktion mit der Umwelt zu lernen, anspruchsvolle Konzepte zu erfassen, effektiv zu planen und zu handeln sowie kreativ und innovativ auf immer neue Herausforderungen zu reagieren.

Die Urväter der KI waren von der natürlichen, menschlichen Intelligenz auf jeden Fall so fasziniert, dass sie diese unsere Fähigkeiten auf Maschinen übertragen und Computern das selbstständige Lernen und Denken beibringen wollten. Die Ursprünge der Künstlichen Intelligenz sind stark mit dem Streben verbunden, maschinelle Systeme zu schaffen, die ähnliche kognitive Fähigkeiten wie der Mensch aufweisen. Die Urväter der KI, darunter Wissenschaftler wie Alan Turing, John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell und Herbert A. Simon, waren von der Komplexität und Vielseitigkeit der menschlichen Intelligenz tief beeindruckt und inspiriert. Sie wollten verstehen, wie Intelligenz funktioniert, und diese Erkenntnisse nutzen, um Maschinen zu entwickeln, die ähnliche Aufgaben ausführen können. Heute ist Künstliche Intelligenz – oder im englischen Original Artificial Intelligence (AI) – der Überbegriff für durch Maschinen erbrachte, menschenähnliche Intelligenzleistungen.

### 1.1.2 Die Dartmouth-Konferenz und führende Köpfe der KI

Wie immer ist die Entwicklung neuer Technologien eng mit der Leistung ihrer Pioniere und bestimmten Ereignissen verbunden. **Alan Turing** gehört zu den ersten Visionären, der die Frage stellte, ob Maschinen denken können. Der berühmte **Turing-Test** war damals (1950) eher eine Idee als ein Test, der mit den vorhandenen Programmen schon hätte durchgeführt werden können: Wenn eine Maschine in der Lage ist, in einem Gespräch nicht von einem Menschen unterscheidbar zu sein, könnte sie als *intelligent* betrachtet werden und hätte damit den Turing-Test bestanden.

Die **Dartmouth-Konferenz** von 1956 gilt als die Geburtsstunde der KI als eigenständiges Forschungsfeld der Informatik, hier wurde die Grundlage für die zukünftige

Forschung in diesem Bereich gelegt. Eine Vielzahl führender Köpfe kam auf dieser Konferenz zusammen.

**John McCarthy** ist eine Schlüsselfigur in der Geschichte der Künstlichen Intelligenz, er gilt vielen sogar als der eigentliche Vater der KI. Zumindest hat er schon während der Vorbereitung der Dartmouth Konferenz den Begriff *Künstliche Intelligenz (KI)* geprägt. Außerdem entwickelte er 1958 die Programmiersprache *LISP*, die zur bevorzugten Sprache in der KI-Forschung wurde und es in einigen Bereichen bis heute ist. McCarthy hat bedeutende Beiträge in mehreren Kernbereichen der KI verfasst, war ein Vorreiter bei der Entwicklung von Theorien und Modellen, die es Computern ermöglichen sollen, Alltagswissen zu nutzen, das für Menschen selbstverständlich ist. Er arbeitete sogar bereits an der Konzeptualisierung von autonomen Systemen, einschließlich autonomer Fahrzeuge, und entwickelte Technologien, wie sie heute in selbstfahrenden Autos zum Einsatz kommen.

**Marvin Minsky** war ein weiterer Pionier und gilt als der einflussreichste Theoretiker im Forscherfeld. Er gründete zusammen mit John McCarthy das *MIT Artificial Intelligence Laboratory*, das zu einem der weltweit führenden Zentren für KI-Forschung wurde. Dieses Labor zog viele talentierte Forscher an und war der Geburtsort zahlreicher bahnbrechender Ideen und Technologien im Bereich der KI. Minsky entwickelte die sogenannte *Frametheorie*, die ein Konzept zur Wissensrepräsentation in KI-Systemen darstellt. Minskys Buch *Society of Mind* ist ein bahnbrechendes Werk, das eine Theorie der menschlichen Intelligenz und des Bewusstseins als Netzwerk aus vielen kleinen und einfachen Prozessen bzw. Agenten entwirft. Diese Idee hat die Forschung in den Bereichen kognitive Wissenschaften und KI beeinflusst, insbesondere im Hinblick auf das Verständnis davon, wie komplexe geistige Prozesse aus simpleren Interaktionen entstehen können. Minsky hat Generationen von Studenten beeinflusst, die später zu führenden Wissenschaftlern und Technikern in der KI und verwandten Feldern wurden.

**Nathaniel Rochester** arbeitete bei IBM und war einer der Architekten des *IBM 701*, des ersten wissenschaftlichen Computers des Unternehmens. Seine Arbeit trug wesentlich dazu bei, die technische Basis für spätere Entwicklungen in der KI zu ermöglichen. Rochester war auch an der Entwicklung eines der ersten Programme beteiligt, das als KI-Experiment angesehen werden kann. Das Programm wurde auf dem *IBM 704*-Computer implementiert und zielte darauf ab, einfache algebraische Probleme zu lösen.

**Claude Shannon** revolutionierte das Verständnis von Datenübertragung, -verarbeitung und -speicherung. Seine Grundprinzipien der Informationstheorie sind für viele Aspekte der KI, wie Datenkompression und Fehlerkorrektur in maschinellen Lernsystemen, von großer Bedeutung. Shannon war einer der Ersten, der die Möglichkeiten von Computern zum Spielen von Schach und anderen Spielen erforschte. Seine Arbeiten in den 1950er-Jahren, insbesondere seine Strategien zur Schach-

programmierung, gelten als Pionierleistungen und beeinflussten die Entwicklung von KI-Algorithmen im Bereich der *Spiele* und *Entscheidungstheorien*.

Die führenden Köpfe der Dartmouth-Konferenz und ihre unterschiedlichen Schwerpunkte machen uns begreiflich, wie viele unterschiedliche Forschungsansätze nötig waren und an einem Ort zusammenkommen mussten, damit wir heute die Früchte ihrer visionären Gedanken und ambitionierten Bemühungen ernten können.

### 1.1.3 Kurzer Abriss der KI-Entwicklung bis heute

Nach der Dartmouth-Konferenz als Geburtsstunde der Künstlichen Intelligenz entwickelte sich die Forschung in mehreren Phasen weiter. Hier sind die wichtigsten Etappen und eine kurze Beschreibung der wesentlichen Entwicklungen von 1956 bis heute:

#### Frühphase (1956 bis 1970er-Jahre)

Die ersten Jahrzehnte der KI-Forschung konzentrierten sich stark auf symbolische Methoden und Expertensysteme. Diese Systeme basierten auf Logik und regelbasierten Entscheidungsprozessen, die menschliches Wissen speichern und versuchen, komplexe Problemlösungsfähigkeiten zu imitieren. Zu Beginn herrschte großer Optimismus über die Möglichkeiten der KI und die Forscher gingen davon aus, dass bedeutende Fortschritte schnell erreicht werden könnten. Allerdings stießen sie bald auf erhebliche technische und konzeptionelle Herausforderungen, die das Fortschrittstempo verlangsamten.

#### KI-Winter (1970er- bis 1980er-Jahre)

Der (erste) KI-Winter ist geprägt von allgemeiner Ernüchterung und unerwarteten Finanzierungsproblemen. Aufgrund der enttäuschten Erwartungen und der begrenzten Fortschritte kam es in den 1970er- und 1980er-Jahren zu einem Rückgang des Interesses für die KI-Forschung und einer zunehmend unsicheren Finanzierung. Trotz der allgemeinen Stagnation gab es in einigen spezifischen Bereichen Fortschritte, wie z.B. in der Entwicklung von Algorithmen für das maschinelle Lernen und in der Robotik.

#### Aufstieg der Maschinen und neuronalen Netze (1980er- bis 2000er-Jahre)

In den 1980er-Jahren erlebte die KI einen erneuten Aufschwung durch den Einsatz von **Expertensystemen** in der Industrie. Expertensysteme zielten darauf ab, das Wissen und die Entscheidungsfähigkeiten menschlicher Experten in einem spezifischen, eng abgegrenzten Bereich nachzuahmen. Diese Systeme zogen deduktive Schlussfolgerungen und trafen Entscheidungen auf Basis einer komplexen Wissensbasis aus Fakten und Regeln. An der Stanford University entstanden mehrere Programme in den Bereichen der medizinischen Diagnostik und chemischen Analyse: **MYCIN** wurde entwickelt, um bakterielle Infektionen zu diagnostizieren

und geeignete Antibiotika-Behandlungen vorzuschlagen. **DENDRAL** half Chemikern bei der Interpretation von Massenspektren, um die Struktur organischer Moleküle zu bestimmen. Damit waren KI-Programme erstmals in der Lage, komplexe wissenschaftliche Probleme zu lösen.

In diese Zeit fällt auch die Wiederentdeckung und Weiterentwicklung **neuronaler Netze**, die für den eigentlichen Durchbruch im maschinellen Lernen verantwortlich sind und zu bedeutsamen praktischen Fortschritten führten. Künstliche neuronale Netze sind Computer-Modelle, die von der Struktur und Funktionsweise des menschlichen Gehirns inspiriert sind. Ein neuronales Netz besteht aus mehreren Schichten von Knoten (Neuronen), die miteinander verbunden sind. Hinzu kamen neue Lernalgorithmen wie das *Backpropagation-Verfahren*, mit denen die Gewichte in einem neuronalen Netz angepasst werden konnten. Diese Gewichte sind die Werte, die die Stärke der Verbindung zwischen einzelnen Neuronen bestimmen. Sie beeinflussen, wie stark ein Eingangssignal weitergeleitet wird und sind entscheidend für das Lernen des Netzes. Das alles ermöglichte jetzt das Training tiefer neuronaler Netzwerke, die komplexe Muster in sehr großen Datensätzen erkennen konnten.

### **Datengetriebene KI und Deep Learning (2000er-Jahre bis heute)**

Die 2000er-Jahre markieren zwei wichtige Entwicklungen, die zu den eigentlichen Katalysatoren der Künstlichen Intelligenz wurden: Mit der rasanten Verbreitung des Internets und dem immer schneller wachsenden World Wide Web bekamen Forscher einfachen Zugang zu riesigen Datenmengen – insbesondere Texten und Bildern. Hinzu kam eine geradezu explosionsartige **Entwicklung der Rechenleistung** von Computern: Große Fortschritte in der Halbleitertechnik, die Entwicklung von Mehrkernprozessoren, immer größere Speicherkapazitäten mit schnelleren Zugriffsgeschwindigkeiten, leistungsstarke Grafikkarten (GPUs) und die skalierbare Rechenleistung des Cloud Computings haben der datengetriebenen KI den entscheidenden Schub versetzt. Komplexe Algorithmen konnten nun auf riesigen Datensätzen mit gigantischer Rechenpower trainiert werden, was zu beeindruckenden Ergebnissen in verschiedenen Anwendungsbereichen führte. Die Nutzung tiefer neuronaler Netze (Deep Learning) hat zu bahnbrechenden Fortschritten in Bereichen wie Bilderkennung, Sprachverarbeitung und Spielen wie AlphaGo geführt.

Gerade in den letzten Jahren hat sich das Tempo nochmals vervielfacht, KI flutet unser Leben wie ein mächtiger Tsunami: Apple, Microsoft, Google und Amazon haben jeweils eigene **Sprachassistenten** entwickelt und über **mobile Endgeräte** in unseren Alltag eingeschleust. Andere KI-Technologien sind mittlerweile in vielen Bereichen des täglichen Lebens präsent, neben Sprachassistenten sind selbstfahrende Autos Realität geworden, medizinische Diagnosen nutzen KI und personalisierte Empfehlungen auf Facebook, YouTube und Spotify sind für uns ganz selbstverständlich geworden.

## 1.1.4 Machine Learning und Deep Learning

Aber wie wurde das alles, noch dazu in so kurzer Zeit, möglich? Was unterscheidet die KI so grundlegend von anderen Zweigen der Informatik? Welche Methoden und Prinzipien machen den entscheidenden Unterschied? Um das herauszufinden, müssen wir uns mit dem Bereich Machine Learning (ML) befassen. Machine Learning ist ganz allgemein gesprochen ein Teilbereich der Künstlichen Intelligenz, der sich mit der Entwicklung von Algorithmen und statistischen Modellen beschäftigt, die Computersysteme in die Lage versetzen, aus Daten zu lernen und Muster zu erkennen, ohne explizit für genau diese Muster programmiert zu sein.

Machine Learning (oder künstliches Lernen ganz allgemein) wird üblicherweise in drei grundlegende Konzepte bzw. Methoden unterteilt: überwachtes Lernen (Supervised Learning), unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning) und bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning).

### Überwachtes Lernen (Supervised Learning)

Überwachtes Lernen liegt immer dann vor, wenn ein Algorithmus aus einem vorbereiteten Trainingsdatensatz lernt, der neben den Eingabedaten auch schon die entsprechenden Ausgabewerte enthält. Der einfachste und am häufigsten zitierte Fall zur Erklärung des überwachten Lernens ist ein Algorithmus, der Bilder von Hunden und Katzen unterscheiden kann. Wir nehmen dazu einen Datensatz mit 100 Bildern, 50 Hundebilder und 50 Bilder von Katzen. Typischerweise würde man jetzt 70 Bilder für das Training verwenden und dem Algorithmus zu jedem Bild die Information geben, um welches der beiden Tiere es sich auf dem gezeigten Bild handelt. Ist das Training abgeschlossen, prüft man mit den restlichen 30 Bildern, wie gut die Unterscheidung in der Praxis schon funktioniert. Ist das Ergebnis noch nicht zufriedenstellend und die Fehlerrate zu hoch, kann der Algorithmus durch zusätzliches Training verbessert werden. Weitere Bilder müssen bereitgestellt und klassifiziert (gelabelt) werden, solche *gelabelten Daten* sind die Voraussetzung für überwachtes Lernen. In unserem Fall müssten mindestens weitere 100 Bilder von Hunden und Katzen einer der beiden Arten zugeordnet werden. Der Aufwand dafür ist zwar überschaubar, aber die Fähigkeiten des so entstandenen Programms sind natürlich auch sehr begrenzt.

Reale Anwendungsbeispiele des überwachten Lernens bringen aber schon ziemlich komplexe Programme mit hohem praktischen Nutzen hervor. Der *Bayes-Filter* ist eine weit verbreitete Methode zur **Klassifikation von E-Mails als Spam oder Nicht-Spam**. Statt Tierbildern legt man dem Algorithmus reale Mails aus dem eigenen Postfach vor und kennzeichnet alle, die wir als Spam einstufen und eigentlich nicht lesen wollen. Daraus lernt der Algorithmus eine individuelle und recht zuverlässige Klassifikation von E-Mails als Spam oder Nicht-Spam. Eine andere KI-Anwendung kann den **Kaufpreis eines Hauses**, basierend auf typischen Merkmalen wie Baujahr, Quadratmeterzahl, Anzahl der Schlafzimmer usw., vor-

hersagen. Überwachtes Lernen ist die Grundlage von **Algorithmen zur Gesichtserkennung** oder um vorherzusagen, ob ein Kunde ein Produkt kauft – basierend auf dem Verhalten anderer, ähnlicher Kunden. Auf der Basis medizinischer Daten kann damit die Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts für einen gegebenen Patienten berechnet und vorausgesagt werden. Die viel zitierte **Kreditrisikobewertung** für eine Bank ist ebenfalls eine auf überwachtem Lernen basierte Anwendung, um die Wahrscheinlichkeit vorherzusagen, mit der ein Kreditnehmer seine Schulden zurückzahlen wird oder ob die Forderung ausfällt.

### Unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning)

Nicht alle Daten können vor dem Training aufbereitet und gelabelt werden: Erstens, weil der Aufwand zu hoch ist und die Datenmenge dadurch immer begrenzt bleibt, und zweitens, weil oft gar noch nicht bekannt ist, welche Merkmale für eine Kennzeichnung überhaupt relevant sind. Unüberwachtes Lernen ist eine Methode des maschinellen Lernens, bei der der Algorithmus auf einen Datensatz ohne vorherige Kennzeichnung der Daten trainiert wird. Statt explizit zu wissen, welche Daten zu welchen (noch unbekannt) Kategorien gehören, versucht der Algorithmus, *Muster und Strukturen in den Daten selbst zu erkennen*. Ein klassisches Beispiel für unüberwachtes Lernen ist das *Clustering*, bei dem ähnliche Datenpunkte in Gruppen oder Clustern zusammengefasst werden.

Stellen Sie sich vor, Sie haben einen Datensatz mit 1.000 Bildern von Tieren, darunter Hunde, Katzen, Vögel und Fische, aber ohne zu wissen, welche Bilder zu welchen Tieren gehören. Ein Clustering-Algorithmus wie *K-Means* könnte verwendet werden, um diese Bilder in Gruppen zu unterteilen, basierend auf ihren Ähnlichkeiten. Der Algorithmus könnte beispielsweise feststellen, dass es vier Hauptgruppen gibt und diese entsprechend kennzeichnen. Wir wissen jedoch nicht im Voraus, dass eine Gruppe *Hunde* und eine andere *Katzen* enthält; das muss durch Interpretation der resultierenden Cluster erfolgen.

Ein weiteres Beispiel für unüberwachtes Lernen ist das Vereinfachen von großen Datensätzen für die Analyse von Kunden in einem Supermarkt, über die sehr viele unterschiedliche Daten gesammelt wurden:

- Alter
- Geschlecht
- Wohnort
- Einkommen
- Einkaufsgewohnheiten (z.B. Häufigkeit der Einkäufe, bevorzugte Wochentage)
- Gekaufte Produkte (z.B. Obst, Gemüse, Fleisch, Milchprodukte)
- Durchschnittlicher Einkaufswert
- Zahlungsmethode (z.B. bar, Kreditkarte)

Das sind sehr viele Informationen und es ist schwierig, einen Überblick zu behalten. Mit Techniken wie der Hauptkomponentenanalyse (*PCA*) oder *t-SNE* kann man diese vielen Daten auf einige wenige wichtige Merkmale reduzieren, die trotzdem die wichtigsten Unterschiede zwischen den Kunden zeigen. Zum Beispiel könnte man die Daten auf die drei Merkmale *Einkaufsgewohnheiten*, *Alter* und *geografische Lage* reduzieren. Das macht es einfacher, Muster zu erkennen, wie z.B., dass Kunden aus bestimmten Wohngebieten häufiger einkaufen oder dass junge Kunden andere Produkte bevorzugen als ältere Kunden. So kann der Supermarkt seine Marketingstrategien besser anpassen und gezielt auf die Bedürfnisse verschiedener Kundengruppen eingehen.

### Die Vorteile des Unüberwachten Lernens

Weil Daten vorher nicht mehr manuell aufbereitet werden müssen, können wir beim unüberwachten Lernen auf wesentlich größere (und theoretisch unbegrenzte) Datenmengen zurückgreifen. Unüberwachtes Lernen kann dazu beitragen, neue und unentdeckte Muster oder Gruppen innerhalb der Daten zu identifizieren, um Daten zu bereinigen, zu gruppieren oder zu reduzieren, was die Effizienz und Genauigkeit von Modellen des überwachten Lernens verbessern kann.

### Typische Anwendungen des unüberwachten Lernens:

- **Kundensegmentierung:** Einteilung von Kunden in Gruppen für gezieltes Marketing
- **Anomalieerkennung:** Erkennung von Betrug oder Fehlern in Finanztransaktionen oder Netzwerksicherheit
- **Marktforschung:** Entdeckung von Mustern und Trends in großen Datensätzen zur Unterstützung der Produktentwicklung
- **Dokumenten- oder Textklassifikation:** Gruppierung von Dokumenten, basierend auf ihrem Inhalt in Themen oder Kategorien, beispielsweise in Bibliotheken
- **Datenvisualisierung:** Visualisierung komplexer Datensätze in vereinfachter Form, um bessere Geschäftsentscheidungen zu treffen
- **Bildanalyse und Gesichtserkennung:** Erkennung von Mustern in Bilddaten
- **Empfehlungssysteme:** Erstellung personalisierter Empfehlungen für Videobeiträge, Filme und Produkte wie bei YouTube, Netflix und Amazon

Bestärkendes Lernen (Reinforcement Learning) Bestärkendes Lernen ist die dritte grundlegende Methode des maschinellen Lernens, die durch kontinuierliches Feedback immer genauere Anpassungen und Optimierungen ermöglicht. Algorithmen und Maschinen lernen, optimale Entscheidungen zu treffen, um komple-

xe Aufgaben zu bewältigen. Hierzu lernt ein Agent durch Interaktion mit seiner Umgebung, wie er bestimmte Aufgaben ausführen kann, um eine **Belohnung zu maximieren**. Anders als beim überwachten Lernen, wo der Algorithmus anhand von gelabelten Daten trainiert wird, oder beim unüberwachten Lernen, wo der Algorithmus Muster in unstrukturierten Daten erkennt, basiert das bestärkende Lernen auf dem **Prinzip von Versuch und Irrtum**. Der Agent erhält Feedback in Form von Belohnungen, ausbleibenden Belohnungen oder gar Strafen und passt sein Verhalten entsprechend an. Ein einfaches Beispiel für bestärkendes Lernen ist das Training eines Saugroboters, der lernen soll, wie man durch ein Wohnzimmer navigiert. Der Roboter erhält eine Belohnung, wenn er das Ziel erreicht, und keine Belohnung, wenn er gegen eine Wand stößt. Anfangs wird der Roboter zufällige Bewegungen ausführen, aber mit der Zeit lernt er, welche Aktionen ihn näher zum Ziel der Belohnung bringen und welche nicht.

### Roboter mögen keine Schokolade

Wenn Sie sich auch schon Gedanken darüber gemacht haben, womit man einen Staubsauger mit KI-Unterstützung belohnen kann: mit numerischen Belohnungspunkten! Der Roboter erhält Punkte oder einen numerischen Wert als Belohnung, wenn er erfolgreich ein Ziel erreicht, wie z.B. einen bestimmten Bereich vollständig zu reinigen oder effizient von einem Punkt zum anderen zu navigieren, ohne irgendwelche Hindernisse zu berühren. Roboter belohnt man eben anders als Menschen!

Ein anderes Beispiel sind Computerprogramme, die lernen, Spiele wie Schach oder Go zu spielen. Hier wird der Agent (das Programm) durch die Rückmeldungen (Gewinn oder Niederlage) trainiert. Der Algorithmus analysiert verschiedene Spielzüge und deren Ergebnisse, um Strategien zu entwickeln, die seine Gewinnchancen erhöhen.

Weitere typische Anwendungen des bestärkenden Lernens sind sehr vielfältig, viele finden sich in der Robotik. Sie ermöglicht es Robotern in dynamischen und komplexen Umgebungen wie in der Produktion oder bei Rettungseinsätzen, ihre Aufgaben immer effektiver und sicherer ausführen. Sie lernen, sich an neue Situationen anzupassen und Aufgaben effizient zu erledigen. Bestärkendes Lernen hilft bei der Optimierung beliebiger Prozesse und kann z.B. auch die Steuerung von Verkehrsflüssen erheblich verbessern: Der Agent lernt, wie er Ampelschaltungen optimieren kann, um den Verkehrsfluss zu maximieren und Staus zu minimieren.

In der Finanzwelt wird bestärkendes Lernen zur Entwicklung von Handelsalgorithmen eingesetzt werden, die optimale Entscheidungen treffen, um Gewinne zu maximieren und Verluste zu minimieren. Der Algorithmus lernt aus historischen Daten und passt seine Handelsstrategien, basierend auf den Ergebnissen frühe-

rer Entscheidungen, kontinuierlich an. Im Gesundheitswesen kann bestärkendes Lernen Behandlungspläne optimieren, indem es die Wirksamkeit verschiedener Therapien kontinuierlich analysiert.

### Deep Learning

*Machine Learning* (ML) und *Deep Learning* (DL) sind beides Teilbereiche der Künstlichen Intelligenz, unterscheiden sich jedoch in ihrer Komplexität und Anwendungsweise. Deep Learning basiert auf künstlichen neuronalen Netzwerken, insbesondere auf tiefen neuronalen Netzwerken mit sehr vielen Schichten, ähnlich unserem Gehirn. Damit ist DL geeignet, hochkomplexe und abstrakte Muster in sehr großen Datenmengen zu erkennen und geht weit über die Möglichkeiten des Machine Learnings hinaus. Es wird für komplexere Anwendungen wie Bild- und Spracherkennung, automatische Übersetzung, autonomes Fahren und die Generierung von Texten oder Bildern wie bei ChatGPT und DALL·E eingesetzt.

Ein weiterer Unterschied zwischen Machine Learning und Deep Learning liegt in der Komplexität und der zu verarbeitenden Datenmenge, wobei DL sehr große Datenmengen verarbeiten kann, wenn die dafür erforderliche Rechenleistung zur Verfügung steht. Wo beim ML Merkmale teilweise noch manuell ausgewählt werden müssen, ist beim DL der Prozess der Merkmalsextraktion komplett automatisiert, da neuronale Netzwerke selbst relevante Merkmale aus den Rohdaten lernen und anwenden können. DL wird daher bevorzugt für Aufgaben eingesetzt, die hochdimensionale und komplexe Daten erfordern, wie Bilder, Videos und besonders auch Sprache. Praktisch alle Leuchtturmanwendungen der KI sind das Ergebnis von Deep-Learning-Algorithmen, die mit riesigen Datensätzen und einer enormen Rechenleistung erstellt bzw. trainiert wurden.

DL-Modelle wie *Convolutional Neural Networks* (CNNs) werden verwendet, um Bilder zu erkennen und zu klassifizieren, z.B. in der medizinischen Bildgebung zur Erkennung von Tumoren. *Recurrent Neural Networks* (RNNs) und *Transformer-Modelle* (wie die gesamte GPT-Familie) basieren ebenfalls auf DL und werden für Aufgaben der **natürlichen Sprachverarbeitung** (NLP), in der maschinellen Übersetzung, der Textgenerierung und für die Stimmungsanalyse eingesetzt.

#### 1.1.5 Sam Altman, OpenAI und ChatGPT

OpenAI wurde im Dezember 2015 von **Elon Musk**, **Sam Altman** und anderen gegründet. Die Organisation hatte das Ziel, sichere und nützliche Künstliche Intelligenz für alle zu entwickeln und ihre Forschungsergebnisse offen zugänglich zu machen. Die Vision war, dass KI das menschliche Leben verbessern kann, wenn fortschrittliche Technologien zum Wohle der gesamten Menschheit und nicht nur zur Verfolgung kommerzieller Interessen eingesetzt werden. Als unabhängige Forschungsorganisation, die sich auf die Entwicklung von KI-Technologien konzentriert, die transparent und kooperativ mit anderen Forschungseinrichtungen

und der Öffentlichkeit geteilt werden, wollte man bei OpenAI die Chancen und Herausforderungen der KI besser verstehen, für alle verständlich machen und im **Interesse der Allgemeinheit** handhaben.

### Der Ausstieg von Elon Musk bei OpenAI

Elon Musk, einer der Mitgründer von OpenAI, trat im Jahr 2018 aus dem Vorstand der Organisation zurück. Der Ausstieg wurde offiziell mit potenziellen Interessenskonflikten begründet, da Tesla, das Unternehmen, bei dem Musk CEO ist, zunehmend eigene KI-Forschung und -Entwicklung betrieb, insbesondere im Bereich des autonomen Fahrens. Es wurde befürchtet, dass seine Rolle bei beiden Organisationen zu Interessenskonflikten führen könnte. Über mögliche andere Gründe wie ein persönliches Zerwürfnis zwischen Musk und Altman wurde sehr viel spekuliert, wirklich gesichert ist nichts davon. Trotz seines Rücktritts als Vorstandsmitglied blieb Musk OpenAI weiterhin als bedeutender Unterstützer und Spender verbunden.

Die Entstehung und Entwicklung von ChatGPT bei OpenAI ist das Ergebnis fortlaufender Forschung und Innovation im Bereich der Künstlichen Intelligenz und des Natural Language Processing (NLP). Zentrales Projekt der Organisation war die Entwicklung der **Generative Pre-trained Transformer (GPT)** als leistungsstarke, generative Sprachmodelle. **GPT-1**, das erste Modell, wurde schon 2018 veröffentlicht und zeigte bereits die Fähigkeit, menschenähnlichen Text zu generieren. In Fachkreisen galt das als bedeutender Schritt in der NLP-Forschung und demonstrierte schon damals das Potenzial von vortrainierten Sprachmodellen auf eindrucksvolle Weise. 2019 folgte mit **GPT-2** eine erheblich größere und leistungsfähigere Version, die beeindruckend kohärente und kontextuelle Texte generieren konnte. Aufgrund von Bedenken über den möglichen Missbrauch entschied sich OpenAI zunächst, die vollständige Version nicht zu veröffentlichen.

Der eigentliche Durchbruch und eine stärkere Wahrnehmung in der Öffentlichkeit kam 2020 mit **GPT-3**, das mit 175 Milliarden Parametern einen weiteren immensen Sprung darstellte. Parameter in einem neuronalen Netz sind die Gewichte und Bias-Werte, die während des Trainings angepasst werden, um das Modell zu optimieren und genaue Vorhersagen zu ermöglichen. Dieses Modell konnte sehr detaillierte und nuancierte Texte generieren, was seine Anwendungen in verschiedenen Bereichen erheblich erweiterte. Die Leistungsfähigkeit von GPT-3 ermöglichte die Entwicklung von **ChatGPT**, einer speziell auf Dialoge und interaktive Kommunikation ausgerichteten Anwendung. ChatGPT beeindruckte durch seine Fähigkeit, natürliche und sinnvolle Gespräche zu führen, und fand schnell breite Anwendung in Bereichen wie Kundenservice, Bildung und kreativer Inhaltserstellung.

Die Kommerzialisierung von OpenAI begann im Jahr 2019 und war ein strategischer Schritt, um die langfristige Finanzierung und Entwicklung der KI-Forschung zu sichern. OpenAI kündigte die Gründung von **OpenAI LP** als kapitalisierte Einheit innerhalb der Organisation an. Die Entwicklung fortschrittlicher KI-Technologien, insbesondere großer Modelle wie GPT-3, erfordert immense Rechenressourcen und finanziellen Aufwand. Um diese **Projekte nachhaltig finanzieren zu können**, war es wohl notwendig, zusätzliche Einnahmequellen zu erschließen. Ein weiterer Grund war der Wunsch nach schnellerem Wachstum und Innovation. Durch den Zugang zu externen Investitionen konnte OpenAI seine Forschung und Entwicklung erheblich beschleunigen.

#### Das Capped-Profit-Modell

**OpenAI LP** ist eine *begrenzt gewinnorientierte Einheit* innerhalb von OpenAI, die im Jahr 2019 gegründet wurde. Seine Struktur basiert auf einem *Capped-Profit-Modell*, das darauf abzielt, Investoren anzuziehen und gleichzeitig die gemeinnützigen Ziele von OpenAI zu bewahren. Dieses Modell *begrenzt die Gewinne auf das 100-Fache der Investition*, um sicherzustellen, dass die Gewinne nicht übermäßig werden und die Mission der gemeinnützigen Mutterorganisation unterstützt wird. Durch die Kommerzialisierung konnte OpenAI externe Investoren anziehen und Partnerschaften mit führenden Technologieunternehmen eingehen. Ein prominentes Beispiel hierfür ist die *Zusammenarbeit mit Microsoft*, das eine Milliarde Dollar in OpenAI investierte und die Integration von OpenAI-Technologien in seine Cloud-Plattform Azure förderte.

Durch diese Struktur konnte OpenAI eine gewisse Balance zwischen der Sicherstellung ausreichender Finanzierung und der Aufrechterhaltung seiner ethischen und gemeinnützigen Ziele finden. Die Kommerzialisierung ermöglicht es OpenAI, seine Mission in begrenztem Maße weiterzuverfolgen und gleichzeitig die Ressourcen zu haben, um in der sich schnell entwickelnden KI-Landschaft führend zu bleiben.

### 1.1.6 Und wie funktionieren KI-Chatbots nun wirklich?

Diese eingangs gestellte Frage haben wir noch gar nicht beantwortet und ganz genau scheinen es nicht einmal die Entwickler zu wissen – auch der Weg zu den ersten KI-Chatbots ist gepflastert mit Versuch und Irrtum. Offenbar wenden KI-Entwickler dieselben Prinzipien an, mit denen sie auch ihre neuronalen Netze trainieren, indem sie immer neue Ansätze probieren und die besten weiterverfolgen. Der Entwicklungsprozess ist dadurch nicht vollständig kontrollierbar, was die Systeme umso menschenähnlicher macht. KI-Chatbots wie ChatGPT funktionieren durch die Kombination von verschiedenen Technologien und Prozessen, die es

ihnen ermöglichen, menschenähnliche Gespräche zu führen. Hier ist ein kurzer Überblick über den Prozess, möglichst allgemeinverständlich erklärt:

### Verarbeitung von Benutzereingaben

Der erste Schritt ist das **Verstehen der Benutzereingabe** – also des Prompts. Dies geschieht durch Natural Language Processing (NLP), einer Technologie, die es dem Chatbot ermöglicht, die Sprache des Nutzers zu analysieren und zu interpretieren. NLP zerlegt den eingegebenen Text in einzelne Sätze, Wörter und Tokens und bestimmt deren Bedeutung anhand des Kontexts. Nachdem die Eingabe verarbeitet wurde, muss der Chatbot die **Absicht des Nutzers** dahinter erkennen. Ohne diese sogenannte **Intent-Erkennung** würden teilweise unsinnige Ergebnisse herauskommen. Der Chatbot analysiert die Schlüsselwörter und Phrasen im Text, um herauszufinden, was der Nutzer möchte – z.B. eine Information suchen, eine Bestellung aufgeben oder eine Support-Anfrage stellen.

#### Intent-Erkennung bei LLMs und indirekte Sprechakte

Wenn jemand sagt: »Es zieht!«, meint er damit eigentlich: »Bitte schließe die Tür!« Solche *indirekten Sprechakte* sind in der menschlichen Kommunikation alltäglich und wir verstehen diese spontan und zweifelsfrei. Große Sprachmodelle (LLMs) wie ChatGPT erkennen diese versteckten Absichten ebenfalls, indem sie den Kontext und sprachliche Muster analysieren. Sie verstehen nicht nur die wörtliche Aussage, sondern auch die dahinterliegende Intention. Dadurch können sie auf indirekte Anfragen angemessen reagieren und sind im Unterricht wertvolle Helfer beim Erfassen von Schülerbedürfnissen. Wenn ein Schüler sagt: »Das Thema ist ziemlich komplex«, können LLMs z.B. erkennen, dass er möglicherweise zusätzliche Unterstützung benötigt. Diese Fähigkeit zur Intent-Erkennung macht LLMs zu effektiven Werkzeugen für eine einfühlsame und responsive Lehrpraxis.

Basierend auf der erkannten Absicht greift der Chatbot nun auf relevante Quellen zu, um die benötigten Daten und Informationen abzurufen. Dieser Schritt ist tatsächlich am wenigsten dokumentiert, andererseits wissen wir auch wenig darüber, wie unser Gehirn diese Aufgabe erledigt und Wissen aus dem großen Fundus namens *Gedächtnis* abrufen. Mittlerweile ist ChatGPT nicht einmal mehr auf die eigene Basis der Trainingsdaten angewiesen und kann je nach Frage auch andere Quellen hinzunehmen: Dies kann eine Datenbank, ein Wissensgraph, eine API oder eine Suche bei Bing sein. Wenn der Nutzer beispielsweise nach dem Wetter fragt, wird der Chatbot eine Wetter-API oder einen Online-Service abfragen, um die aktuellen Wetterdaten zu erhalten.

Der nächste und letzte Schritt ist die Generierung einer passenden Antwort. Ein Sprachmodell wie GPT versucht nun eine Antwort zu erstellen, die sowohl inhalt-

lich korrekt als auch natürlich formuliert ist und den spezifischen Anforderungen des Prompts entspricht. Der Chatbot stellt sicher, dass die Antwort im besten Fall klar und verständlich ist. Moderne KI-Chatbots sind außerdem in der Lage, auch aus den Interaktionen mit Nutzern zu lernen. Durch maschinelles Lernen verbessern sie kontinuierlich ihre Fähigkeit, Nutzerabsichten zu erkennen und passende Antworten zu generieren. Feedback-Schleifen wie Rückfragen oder Daumen-nach-oben- bzw. Daumen-nach-unten-Klicks und Nutzerdaten werden verwendet, um die Modelle laufend zu verfeinern und die Leistung des Chatbots permanent zu optimieren.

#### Schema der KI-Chatbots

Alle KI-Chatbots funktionieren nach diesem einfachen Schema:

1. Eingaben der Nutzers verstehen
2. Die Absicht erkennen
3. Relevante Daten abrufen
4. Passende Antworten generieren
5. Kontinuierlich lernen und sich weiter anpassen

#### Finde das nächste Wort

ChatGPT basiert auf dem Konzept *Finde das nächste Wort*, das als grundlegender Mechanismus maschinellen Lernens im Bereich der Natural Language Processing (NLP) verwendet wird. Ein Sprachmodell wie ChatGPT wird auf riesigen Mengen an Textdaten trainiert: Schon in der Trainingsphase muss das Sprachmodell beim Lesen der Texte das jeweils nächste Wort vorhersagen und bekommt während des Trainings unmittelbar danach das Ergebnis als Feedback. Je länger ein Algorithmus an Texten trainiert, umso besser werden diese Voraussagen. Wie ein Kind beim Erwerb der Erstsprache lernt die KI, welche Möglichkeiten es im Spiel *Finde das nächste Wort* an jedem einzelnen Punkt gibt. Einige Wörter folgen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit, andere kommen eher selten vor und haben also eine geringere Wahrscheinlichkeit, als nächstes Wort zu erscheinen. Ziel des Trainings ist es, die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Wörtern in einem bestimmten Kontext zu lernen. Das Modell lernt immer besser, zu jedem einzelnen Zeitpunkt vorherzusagen, welche Wörter am wahrscheinlichsten als Nächstes in der vorliegenden Sequenz erscheinen.

Testen Sie sich selbst und vervollständigen Sie den Satz im folgenden Kasten: Starten Sie mit dem ersten Wort in der obersten Zeile, raten Sie das nächste und decken Sie die einzelnen Zeilen nach und nach auf, um ein direktes Feedback auf Ihre eigenen Antworten zu erhalten:

**Finde das nächste Wort!**

Herzlichen

Herzlichen Glückwunsch

Herzlichen Glückwunsch zum

Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag

Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag und

Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag und alles

Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag und alles Gute

Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag und alles Gute lieber

Herzlichen Glückwunsch zum Geburtstag und alles Gute lieber Thomas

Wir kennen das alle von unserem Smartphone, wenn wir Nachrichten in einem Messenger verfassen und die Schreibkorrektur uns immer wieder mehr oder weniger passende Vorschläge liefert. Die Treffergenauigkeit steigt dort übrigens, wenn Sie die richtige Sprache eingestellt haben, weil das die Zahl der Möglichkeiten für das nächste Wort verringert. Außerdem lernt dieser Assistent auch aus den Nutzerdaten. Nach *Liebe Grüße* folgt meistens Ihr eigener Vorname, mit bestimmten Gesprächspartnern tauschen Sie sich regelmäßig über dieselben Themen aus und verwenden dabei immer dieselben Namen und Wörter.

Der Trainingsprozess bei einem großen Sprachmodell beginnt immer mit der sogenannten **Tokenisierung**, bei der der Text in kleinere Einheiten, die *Tokens*, zerlegt wird. Diese Tokens können Wörter, Teile von Wörtern oder sogar einzelne Zeichen sein. Danach betrachtet das Modell den Kontext der vorhergehenden Tokens, um die Wahrscheinlichkeit des nächsten Tokens zu bestimmen. Beispielsweise, wenn die vorherigen Tokens »Der Hund« sind, könnte das Modell vorhersagen, dass das nächste Token mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Verb wie »bellt« sein könnte. Für jedes Token im Trainingstext berechnet das Modell eine **Wahrscheinlichkeitsverteilung** über alle möglichen nächsten Tokens. Das Modell wird darauf trainiert, die Parameter so anzupassen, dass die Wahrscheinlichkeit der tatsächlich folgenden Tokens maximiert wird.

Bei der Generierung von Texten verhält sich ChatGPT wie ein *autoregressives Modell*, was bedeutet, dass es die Tokens eines nach dem anderen generiert. Es beginnt mit einem Start-Token und sagt das nächste Token basierend auf dem bisher generierten Kontext voraus. Dieser Prozess wird wiederholt, bis die gewünschte Länge des Texts erreicht oder ein vordefiniertes Endkriterium erfüllt ist. Durch diese Methode kann ChatGPT menschenähnliche Texte erstellen, indem es (wie im Training gelernt) auf das Konzept *Finde das nächste Wort* zurückgreift, um kontextuell relevante und kohärente Sätze zu bilden.

**Kohärenz und Kohäsion**

Jenseits der Ebene *Satz* wartet ein ganz neues Problem auf uns: Wer einfach nur grammatikalisch korrekte und inhaltlich sinnvolle Sätze aneinanderreihet, hat noch lange keinen *Text* erstellt, wie ihn der Deutschlehrer in der Schule einfordert. Es fehlt ein *roter Faden* und – bildlich gesprochen – der *Klebstoff* zwischen den einzelnen Sätzen. **Kohärenz** und **Kohäsion** sind dieser rote Faden sowie der Klebstoff und gleichzeitig zwei wichtige Konzepte in der Textlinguistik, einer sprachwissenschaftlichen Disziplin, die sich mit der Struktur und Verständlichkeit von Texten beschäftigt. *Kohärenz* bezieht sich auf die *logische und inhaltliche Verknüpfung* von Ideen und Informationen in einem Text. Ein kohärenter Text ist leicht verständlich und folgt einem klaren Gedankengang. Kohärenz entsteht durch:

- **Sinnzusammenhänge:** Die Ideen und Informationen im Text hängen logisch miteinander zusammen.
- **Thematische Einheit:** Der Text bleibt bei einem Hauptthema und entwickelt dieses Thema konsistent weiter.
- **Textstruktur:** Die Anordnung der Sätze und Absätze folgt einer nachvollziehbaren Struktur, z.B. Einleitung, Hauptteil und Schluss.

Ein kurzes Beispiel für Kohärenz: »Die Sonne schien hell. Es war ein perfekter Tag für ein Picknick. Wir packten unsere Sachen und gingen zum Park.« Hier gibt es eine klare Abfolge von Ereignissen, die logisch miteinander verbunden und für den Leser mit allgemeinem Weltwissen leicht nachvollziehbar sind. *Kohäsion* bezieht sich auf die *sprachlichen Mittel*, die verwendet werden, um die Elemente eines Texts miteinander zu verbinden (oder zu verkleben). Es geht also nicht um den Inhalt, sondern um die formalen Verknüpfungen zwischen Wörtern, Sätzen und Absätzen. Kohäsion wird durch verschiedene sprachliche Mittel erreicht:

- **Pronomen:** Verwendung von Pronomen, um auf vorherige Sätze oder Wörter zu verweisen (z.B. »Die Katze sprang auf den Tisch. Sie war sehr schnell.«)
- **Konjunktionen:** Einsatz von Bindewörtern, um Sätze und Satzteile zu verbinden (z.B. »und«, »aber«, »weil«)
- **Wiederholungen und Synonyme:** Wiederholung wichtiger Wörter oder Verwendung von Synonymen, um den Zusammenhang zu verdeutlichen (z.B. »Das Haus ist groß. Das Gebäude hat fünf Stockwerke.«)
- **Lexikalische Kohäsion:** Verwendung thematisch verwandter Wörter (z.B. »Bäume«, »Wald«, »Blätter«)

Hier auch ein kurzes Beispiel für Kohäsion: »Die Sonne schien hell. Sie warf lange Schatten auf den Boden.« Hier wird durch das Pronomen »Sie« klar, dass auf die »Sonne« im vorherigen Satz verwiesen wird. »Sonne« und »Schatten« als thematisch verwandte Wörter stellen eine lexikalische Kohäsion dar. Ein guter Text benötigt sowohl Kohärenz als auch Kohäsion, um für den Leser verständlich

und angenehm lesbar zu sein. ChatGPT stellt Kohärenz und Kohäsion in Texten durch verschiedene Mechanismen sicher, die in seine Architektur und die Trainingsprozesse eingebaut sind. Kohärenz wird durch die *Kontextverfolgung* und *Sequenzmodellierung* erreicht. ChatGPT verfolgt den Kontext eines Gesprächs oder Texts, um sicherzustellen, dass die Antworten relevant und logisch aufeinander aufbauen. Das Modell wurde auf unvorstellbar großen Textmengen trainiert, die natürliche Sprachmuster enthalten, wodurch es typische Sequenzen von Ideen und Informationen erkennt und reproduziert. Dadurch kann ChatGPT Themen konsistent weiterentwickeln und den Fluss der Argumentation oder Erzählung aufrechterhalten. Kohäsion wird durch die korrekte Verwendung von *Pronomen* und *referenziellen Ausdrücken* erreicht, um Verbindungen zwischen Sätzen herzustellen. ChatGPT integriert Konjunktionen und andere Bindewörter, um Sätze und Absätze logisch zu verbinden, was eine klare und kohäsive Struktur im Text schafft. Zudem verwendet das Modell Wiederholungen und Synonyme, um den Text flüssig und kohäsiiv zu gestalten, und vermeidet unnötige Wiederholungen durch alternative Ausdrücke, die thematisch und semantisch verwandt sind. Das Modell stellt sicher, dass verwandte Begriffe und Ausdrücke im gesamten Text verwendet werden, um ein zusammenhängendes Thema zu präsentieren, was zur lexikalischen Kohäsion beiträgt.

Ein Beispiel dafür ist, wenn ein Nutzer mit dem folgenden Satz beginnt: »Die Sonne scheint hell und der Himmel ist klar.« und anschließend fragt: »Was können wir an solch einem Tag unternehmen?« ChatGPT könnte dann antworten: »An einem so sonnigen Tag könnten wir ein Picknick im Park machen. Der klare Himmel wäre auch perfekt für viele anderen Outdoor-Aktivitäten wie Radfahren oder Wandern.« Hier finden wir sowohl Kohärenz als auch Kohäsion: Die Antwort baut logisch auf der Information über das sonnige Wetter auf und entwickelt das Thema weiter, während Pronomen und kontextbezogene Wörter verwendet werden, um den Text miteinander zu verbinden. Durch diese Mechanismen gelingt es ChatGPT, kohärente und kohäsive Texte zu erzeugen, die für den Leser verständlich und logisch strukturiert sind.

Das Modell *versteht* damit noch nicht, was es sagt, sondern kann lediglich *sprachlich und inhaltlich sinnvoll* reagieren. Es wurde darauf trainiert, die statistischen Beziehungen zwischen Wörtern und Phrasen zu erkennen. Wenn es eine Anfrage erhält, nutzt es dieses »Verständnis«, um Wörter und Sätze zu erzeugen, die in den gegebenen Kontext passen. Dabei kann es neue und kreative Kombinationen von Ideen, Charakteren und Handlungssträngen schaffen, die auf den Mustern basieren, die es während des Trainings gelernt hat.

Ein anderer wichtiger Aspekt der Kreativität von GPT liegt in seiner Fähigkeit, unterschiedliche Stile und Strukturen zu imitieren. Es kann Geschichten, Gedichte oder Dialoge in einer Weise generieren, die für den Leser neu und originell erscheinen. Es kann antworten wie ein Kind oder wie ein Wissenschaftler, es kann

einen Rapper, einen bekannt Komiker wie Otto Waalkes oder den Papst imitieren, sogar bekannte Dialekte in begrenztem Umfang imitieren. Dies wird durch die unglaublich große Menge an Texten ermöglicht, mit denen das Modell trainiert wurde, einschließlich literarischer Werke, wissenschaftlicher Artikel und alltäglicher Gespräche.

Während GPT keine bewussten Gedanken oder Absichten hat, nutzt es die Wahrscheinlichkeiten, um Wörter und Sätze zu wählen, die natürlich und kohärent erscheinen. Dieser Mechanismus erlaubt es dem Modell, kreative Inhalte zu erstellen, die oft erstaunlich komplex und einfallsreich sind. Es ahmt die menschliche Kreativität nach, indem es die bereits vorhandenen Daten auf neue und unvorhersehbare Weise kombiniert. GPT nutzt seine fortschrittlichen Mustererkennungsfähigkeiten in Kombination mit den sehr umfangreichen Trainingsdaten, um neue kreative Inhalte zu erstellen. Obwohl es nicht im menschlichen Sinne *denken* kann, erzeugt es durch wahrscheinlichkeitsbasierte Vorhersagen und das Verständnis sprachlicher Strukturen Texte, die für den Leser kreativ und originell wirken.

## 1.2 Datenschutz, Urheberrecht und Einschränkungen

ChatGPT kann man alles fragen, aber nicht alle Fragestellungen sind auch wirklich sinnvoll für einen KI-Bot. Wer wissen möchte, wie das Wetter morgen wird, welche steuerlichen Grundfreibeträge im kommenden Jahr gelten oder wie man das perfekte Verbrechen begeht, wird von der Antwort vielleicht enttäuscht sein. Dazu gleich mehr im Abschnitt 1.2.3 »Einschränkungen«. Andere Fragestellungen oder Inhalte sind aber nicht nur unsinnig, sondern sogar potenziell gefährlich – darauf kann man im Umgang mit ChatGPT nicht oft genug hinweisen. Das größte Problem sind *persönliche Daten*, also z.B. Name und Adresse von realen Personen. Der Algorithmus eines Sprachmodells kennt keine Privatsphäre und kann personenbezogene Informationen nicht sicher von allen anderen unterscheiden. Die Antwort darauf heißt *Datenschutz!*

### 1.2.1 Datenschutz und KI-Bots

Bei der Arbeit mit ChatGPT und anderen LLMs (Large Language Models) sind mehrere Aspekte des Datenschutzes zu beachten, um Privatsphäre und den Schutz personenbezogener Daten zu gewährleisten. Diese Aspekte umfassen die Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen, die Umsetzung technischer und organisatorischer Maßnahmen sowie die Sensibilisierung der Nutzer für Datenschutzfragen. Das gilt sowohl für die private Nutzung als auch für den Einsatz in Schulen und Instituten. Was Sie in Bezug auf den Datenschutz bei der Verwendung von KI im Unterricht wissen müssen, lesen Sie detailliert in Kapitel 6.

Hier nochmals in Kürze: Für Privatpersonen ist es ratsam, sich mit den relevanten gesetzlichen Rahmenbedingungen vertraut zu machen, Unternehmen und öffent-

liche Institutionen sind dazu ohnehin verpflichtet. In der Europäischen Union ist dies insbesondere die **Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)**, die klare Vorgaben für den Umgang mit personenbezogenen Daten macht. Dazu gehört, dass die Verarbeitung personenbezogener Daten nur auf einer rechtmäßigen Grundlage erfolgen darf, wie z.B. der Einwilligung der betroffenen Person oder der Erfüllung eines Vertrags.

Beim Einsatz (privat oder öffentlich) von ChatGPT müssen Sie also unbedingt sicherstellen, dass **keine sensiblen oder personenbezogenen Daten** ohne ausdrückliche Einwilligung der betroffenen Personen verarbeitet (also im Rahmen eines Prompts an den Chatbot übergeben) werden. Dazu zählen natürlich Informationen wie Name, Adresse, E-Mail, Telefonnummer, aber auch Daten über persönliche Vorlieben, Gesundheit, politische Meinungen oder religiöse Überzeugungen. Es ist unbedingt erforderlich, für KI-Bots grundsätzlich nur anonymisierte oder pseudonymisierte Daten zu verwenden, um das Risiko einer Verletzung der Privatsphäre zu minimieren.

Außerdem sind **technische und organisatorische Maßnahmen** wichtig und entscheidend, um die allgemeine Datensicherheit zu gewährleisten. Dazu gehört die Implementierung von Verschlüsselungstechnologien, um die Vertraulichkeit der Daten während der Übertragung und Speicherung zu schützen. Ebenso notwendig ist die regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung von Sicherheitsprotokollen, um neuen Bedrohungen und Schwachstellen entgegenzuwirken. Denken Sie also unbedingt an wichtige Updates Ihres Betriebssystems sowie des verwendeten Browsers und investieren Sie in einen guten und bewährten Virensch scanner, der die meisten Bedrohungen für Sie abwehren kann.

Ein weiterer wichtiger und notorisch vernachlässigter Punkt ist die **Datenminimierung**. Es sollten stets nur die unbedingt notwendigen Daten erhoben und verarbeitet werden – das Gegenteil ist leider meistens der Fall. Wird generative KI im Unterricht eingesetzt, sollten Schüler vor der Interaktion mit einem Chatbot darauf hingewiesen werden, keine unnötigen persönlichen Informationen preiszugeben. Mittlerweile müssen wir davon ausgehen, dass typische Supportanfragen, die wir im Internet arglos in ein Chatfenster eingeben, erst mal bei einer KI landen und nicht bei einem Support-Agenten wie vermutet.

Schulen und Institute brauchen auf ihrer Webseite eine klare und **transparente Datenschutzerklärung**, die die Nutzer über die Art, den Umfang und den Zweck der Datenverarbeitung informiert – das gilt unabhängig davon, ob KI eingesetzt wird oder nicht. Schulen und Bildungsinstitute betreiben Netzwerke, die jederzeit von Hackern heimgesucht werden können. Die Administratoren solcher Netzwerke müssen unbedingt Mechanismen zur Protokollierung und Überwachung der Datenverarbeitung implementieren, um im Falle eines Datenvorfalles schnell reagieren zu können. Solche Maßnahmen ermöglichen es, ungewöhnliche Aktivi-

täten schnell zu erkennen und zu untersuchen sowie gegebenenfalls betroffene Personen und Aufsichtsbehörden rechtzeitig zu informieren. Auch das gilt unabhängig davon, ob KI eingesetzt wird oder nicht.

Zusätzlich sollte regelmäßig geprüft werden, ob die genutzten KI-Modelle und Algorithmen datenschutzkonform sind. Dies umfasst die Bewertung der Datensätze, die zum Trainieren der Modelle verwendet werden, sowie die Überprüfung der Verarbeitungsprozesse auf potenzielle Datenschutzrisiken. Falls erforderlich, sollten Maßnahmen ergriffen werden, um diese Risiken zu mindern.

Für Bildungsorganisationen, die ChatGPT auch intern für ihre Mitarbeiter bereitstellen und nutzen, ist die **Schulung und Sensibilisierung der Mitarbeiter** im Umgang mit Daten und Datenschutzrichtlinien von großer Bedeutung. Alle Mitarbeiter sollten sich der Risiken und Verantwortlichkeiten bewusst sein und entsprechend handeln, um die Einhaltung der Datenschutzvorschriften zu gewährleisten. Abschließend ist die Zusammenarbeit mit einem **Datenschutzbeauftragten** oder einem Experten für Datenschutz empfehlenswert. Diese Fachleute können wertvolle Unterstützung bei der Einhaltung der Datenschutzerfordernungen bieten und dabei helfen, geeignete Maßnahmen und Richtlinien zu entwickeln und umzusetzen.

Insgesamt erfordert der datenschutzkonforme Umgang mit ChatGPT eine sorgfältige Planung und kontinuierliche Überwachung, um die Sicherheit und Privatsphäre aller betroffenen Personen zu schützen. Durch die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben, die Umsetzung technischer und organisatorischer Maßnahmen sowie die Sensibilisierung der Nutzer und Mitarbeiter können die Risiken aber wirkungsvoll minimiert und die Vorteile dieser Technologie verantwortungsvoll genutzt werden.

### 1.2.2 Urheberrecht und LLMs

Das deutsche Urheberrecht ist im internationalen Vergleich eines der strengsten und schützt die Rechte von Urhebern an ihren Werken wie Texten, Bildern, Filmen und Musik. Es räumt dem Urheber exklusive Rechte ein, darunter das Recht auf Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung des Werks. Ohne Zustimmung des Urhebers dürfen diese Handlungen grundsätzlich nicht vorgenommen werden. Die Rechte gelten für die Lebenszeit des Urhebers plus 70 Jahre nach dessen Tod, sind sehr umfassend formuliert und bieten einen starken Schutz für alle Werke. Die Durchsetzung des Urheberrechts in Deutschland gilt als sehr rigoros, es gibt zahlreiche Gerichtsurteile und eine aktive Verfolgung von Urheberrechtsverletzungen, einschließlich hoher Schadensersatzforderungen und Unterlassungsklagen. Es gibt nur einige wenige Ausnahmen und Schranken, wie das **Zitat**recht und die **Privatkopie**. Das deutsche Urheberrecht kennt aber weitere Ausnahmen und Schranken, die speziell für **Bildung und Forschung** sowie die **digitale Nutzung** von Inhalten relevant sind.

# Stichwortverzeichnis

## Symbole

4K-Modell des Lernens 238

## A

Abitur 145

Abschlussprüfung 145

Adressat 64

Agent 17, 23

AI Act 255, 270

Aleph Alpha 260, 263

Altersbeschränkung 51, 183

Altman, Sam 24

Analogie 79

Arbeitsmarkt 234

Aufgabe 60

Aufsatzkorrektur 203

Ausdruck

idiomatischer 71

Ausgabeform 60

## B

Bard 46

Basis-Prompt 94

Bayern 230

Bayes-Filter 20

Begründung 76

Beispiel 91

Beispieltext 85

Belohnung 23

Berufliche Zukunft 233

Bestärkendes Lernen 20, 22

Betrug 273

Bewertungsrubrik 285

Bewusstsein 291

Bias 25

Bildgenerierung 142

Bildung 235

Bildungseinrichtungen 256

Bildungsferne Familie 228

Binnendifferenzierung 115, 235

Biologie 211, 277

Brainstorming 238

Browsing-Modus 40

## C

Capped-Profit-Modell 26

ChatGPT

Datenschutz-Check 269

Funktionsweise 143

Version 264

ChatGPT 4o 152

ChatGPT Edu 265

ChatGPT Free 264

Chemie 212

Clustering 21

CNN 24

Computerspiel 288

Copilot 261

Cybermobbing 226

## D

DALL.E 56

Dartmouth-Konferenz 16

Datenminimierung 33

Datenqualität 236

Datenschutz 32, 255

ChatGPT 264

Datenschutzbeauftragter 34

Datenschutzerklärung 33

Datenschutz-Grundverordnung 256

datenschutz-schule.info 270

Datenschutzsicherheit 262

DeepL 151

DeepL Write 151

Deep Learning 19, 24

DENDRAL 19

Denken 291

Deutsch 142, 154, 159, 160, 162, 165, 180, 194,

199, 203, 277

Digitalpakt II 265

Diskussion 141

Diversität 227

DSGVO 33, 255, 256

## E

eduGPT 260

Eigene GPTs erstellen 56

Einschränkung 38

Elternbrief 137

Elterngespräch 131

Englisch 116, 180, 197, 201, 205

Erdkunde 187, 217

Erklärungshilfe 162

Erörterung 141

Essay 141

Ethik 123, 220

- EU AI Act 270
- Expertensystem 18
- Expertenurteil 80
- F**
- Fachschaft 129
- Falschinformation 47
- FCC 44
- Feedback 246, 286
- Feedback-Schleife 101, 102
- fiete.ai 154
- fobizz 260
- Format 91
- Frametheorie 17
- Französisch 208
- Fremdsprache 154
- G**
- Gamifizierte Prüfung 286
- Gedächtnis 27
- Gegenargument 78
- Gelabelte Daten 20
- Gemini 262
- Geografie 217, 284
- Geschäftsgeheimnis 38
- Geschichte 139, 187, 214, 286
- Gewicht 19
- Gleichbehandlungsgrundsatz 274
- Gliederung 280
- Google 46
- Google Gemini 262
- Google Workspace for Education 262
- GPT 25, 44, 147
- GPT-3 25
- GPT4All 262
- Grammatik 151
- Grammatik und Rechtschreibung 199
- Grundschule 158
  - Arbeitsblätter 159
  - Diktate 165
  - Dokumentation von Lernfortschritten 166
  - Elternsprechtage 176
  - emotionale Entwicklung 175
  - Ethik 171
  - Gemeinschaftsbildung 177
  - individuelle Förderung 176
  - Inklusion 178
  - Kunst 167
  - Lernstandserfassung 176
  - Lesen und Schreiben 164
  - Morgenkreis 177
  - Musik 168
  - Nachbereitung 165
  - Nebenfächer 167
  - pädagogische Arbeit 173
  - Prüfungen 165
  - Rätsel 163
  - Recherche 159
  - Religion 171
  - soziale Kompetenzen 174
  - Spiele 163
  - Sport 170
  - Stationenlernen 161
  - Textil 172
  - Unterricht 160
  - Unterrichtsvorbereitung 158
  - Werken 172
  - Wochenpläne 161
- Gymnasium 193
  - Korrektur 202
  - Nachbereitung 202
  - Prüfungen 202
  - Unterricht 199
  - Unterrichtsvorbereitung 194
- H**
- Haftung 37
- Halluzination 99, 236
- Halluzinieren 46, 47
- Hauptkomponentenanalyse 22
- Hauptschule 157
- Hausaufgabe 273
- Herausforderung 273
- I**
- Inhalt
  - sensibler 88
- Inhaltsfilter 43
- Inklusion 121
- Integration 227
- Intelligenz 15, 292
  - Definition 15
  - Künstliche 16
- Intent-Erkennung 27
- Interview 139
- Iteration 55
- J**
- Jahresbericht 128
- Jahresplanung 111
- Jailbreak 45
- K**
- KI
  - datengetriebene 19
- KI-Chatbot 26
- KI-Kennntnis 233
- KI-Kompetenz 11, 234, 271
- KI-Plattform für Lehrer 260
- KI-Suchmaschine 48
- KI-Tool 256, 263
- KI-VO 255

KI-Winter 18  
 K-Means 21  
 Kohärenz 30, 31  
 Kohäsion 30, 31  
 Kommunikation 245, 290  
 Kontext 73  
 Kontextualisierung 89  
 Kontextverfolgung 31  
 Korrektur 158  
 Korrigieren 149  
 Kreativität 32, 238  
 Kritikfähigkeit 236, 245  
 Kunst 189  
 Künstliche Intelligenz  
   Historie 18

## L

Large Language Model 15  
 Latein 206  
 Leistungsmessung 274  
 Leistungsnachweis 284  
 Lernpartner 146  
 Lernplan 149  
 Limitierung 58, 60  
 LISP 17  
 LLM 15, 32

## M

Machine Learning 20  
 Maschinelles Lernen 19  
 Mathe 147  
 Mathematik 159, 160, 162, 165, 180, 195, 200,  
   204  
 McCarthy, John 16, 17  
 Medienkompetenz 290  
 Methodenvielfalt 125  
 Microsoft 365 261  
 Microsoft Copilot 261  
 Migrationshintergrund 194  
 Minsky, Marvin 16, 17  
 Mittelschule 179  
   Fördermaßnahmen 185  
   Korrektur 185  
   Nebenfächer 187  
   pädagogische Arbeit 192  
   Prüfungsaufgaben 185  
   Unterricht 182  
   Unterrichtsvorbereitung 180  
 Modifikation  
   iterative 90  
 Moodle 269  
 Musik 188  
 Musk, Elon 24, 25  
 Mustererkennung 292  
 MYCIN 18

## N

Nachbereitung 158  
 Nachhilfelehrer 149  
 Naturwissenschaft 187  
 Neuronales Netz 19  
 Newell, Allen 16  
 NLP 24, 27  
 Nutzungsrichtlinie 45

## O

OpenAI 24  
 OpenAI LP 26  
 Optimierung 101, 103  
 Orthografie 151

## P

Pädagogische Arbeit 225  
 PEER 150  
 Perplexity 47, 48  
 Personenbezogene Daten 256  
 Persönliche Daten 32  
 Physik 213  
 Plagiatsprüfung 36  
 Politik 215  
 Power-Prompt 92, 93  
   Regeln 109  
 Privatsphäre 32  
 Projekt 113  
 Prompt 27, 52, 157  
   besserer 89  
 Prompt-Engineering 57  
 Prompting 57  
   iteratives 101  
 Prompting-Parameter 60  
 Prüfung 158, 284  
 Prüfungsformat 274, 275  
 Prüfungsgespräch 283  
 Prüfungsvorbereitung 145  
 Psychologie 223  
 Pubertät 180

## Q

Qualität 58  
 Quelle 245, 275

## R

Rassismus 227  
 Realschule 193  
   Korrektur 202  
   Nachbereitung 202  
   Prüfungen 202  
   Unterrichtsvorbereitung 194  
 Recherche 159, 282  
 Recht 218  
 Referat 273  
 Referenz

- Analogie 79
  - kulturelle 71
- Reformpädagogik 246
- Registrierung 51
- Reinforcement Learning 22
- Religion 123, 139, 221
- Richtlinien 272
- RNN 24
- Rochester, Nathaniel 17
- Rolle 63, 94, 95, 142
- Rollenspiel 95
- S**
- Sachunterricht 159, 162, 165
- Schlüsselwort 67
- schulKI 261
- Schulleiter 267
- Schulsystem 157
- Schulträger 267
- Schulung 271
- Scribbr 155
- Selbstwirksamkeit 247
- Seminararbeit 273
- Sequenzmodellierung 31
- Serverstandort 259
- Shannon, Claude 17
- Simon, Herbert A. 16
- Simple-Prompt 93
- Simulation 250
- Social Media 226
- Sozialkunde 188, 215
- Soziologie 224
- Spanisch 209
- Sparringpartner 141
- Sport 188
- Sprachassistent 19
- Sprache 69
  - einfache 70
  - metaphorische 71
- Sprachmodell 47
- Sprachniveau 71
- Standpunkt 75
- Statistik 75
- Stil 58
- Strukturierung 111
- Studie 233
- Studienfahrt 135
- Stundenentwurf 196
- Suchmaschine 47
- T**
- Tarif 56
- Täuschung 274
- Technik 189
- Temperatur 98, 109
  - automatische 100
  - geringe 98
  - hohe 99
  - maximale 100
- Terminologie 65
- Tesla 25
- Text im Team 284
- Textlinguistik 30
- Textverständnis 121, 123
- Token 29
- Tokenisierung 29
- Tonfall 62
- Transfer 16
- Transformer-Modell 24
- Turing, Alan 16
- Turing-Test 16
- U**
- Überarbeitung 109
- Überwachtes Lernen 20
- Unterricht 158
  - interaktiv 161
- Unterrichtsvorbereitung 111, 158
- Unüberwachtes Lernen 21
- Urheberrecht 34
  - Bildung und Forschung 35
  - ChatGPT 35
  - Unterricht 37
- Urheberschaft 36
- V**
- Verantwortlichkeit für Inhalte 37
- Verantwortung 236, 286
- Verfassungsviertelstunde 230
  - Grundschule 230
  - Gymnasium 232
  - Mittelschule 231
  - Prompts 230
  - Realschule 231
- Verständnisfrage 123
- Versuch und Irrtum 23
- Vodafone Stiftung 233
- W**
- Wirtschaft 189, 218
- Wissensbasis 18
- W-Seminar 276
- Z**
- Zensur 44
- Ziel 61
- Zitat 35, 83, 276
- Zitatrecht 34