

Ulrich Engelke | Barbara Engelke

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

2. Auflage

## Modern unterrichten mit KI

Effizient vorbereiten,  
lehren, prüfen und  
korrigieren



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>11</b>
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 Kurzer Abriss der KI-Entwicklung bis heute .....	16
1.1.3 Machine Learning und Deep Learning .....	18
1.1.4 Und wie funktionieren KI-Chatbots nun wirklich? .....	26
1.2 Datenschutz, EU AI Act, Urheberrecht und Einschränkungen ....	32
1.2.1 Datenschutz und KI-Bots .....	32
1.2.2 EU AI Act .....	35
1.2.3 Einschränkungen von KI-Chatbots .....	40
1.2.4 Halluzinieren von KI-Sprachmodellen .....	47
1.2.5 Retrieval-Augmented Generation .....	50
1.2.6 Sind KI-Suchmaschinen die Zukunft? .....	51
1.3 Erste Schritte mit ChatGPT .....	53
1.3.1 Erste Schritte des Promptings .....	53
1.3.2 Kostenlose oder kostenpflichtige Nutzung? .....	57
<b>2 Richtig prompten – ein Prozess</b> .....	<b>59</b>
2.1 Simple Prompts und einfache Erweiterungen .....	59
2.2 Die wichtigsten zehn Prompting-Parameter .....	61
2.2.1 Aufgabe, Limitierung und Ausgabeform .....	62
2.2.2 Das Ziel .....	63
2.2.3 Der Tonfall .....	64
2.2.4 Die Rolle .....	65
2.2.5 Das Publikum .....	66
2.2.6 Die Terminologie .....	67
2.2.7 Schlüsselwörter .....	69
2.2.8 Die Sprache .....	71
2.2.9 Top 10 der Prompting-Parameter im Überblick .....	75
2.3 Weitere Prompting-Parameter .....	75
2.3.1 Kontext .....	75
2.3.2 Statistik .....	77

2.3.3	Standpunkte .....	77
2.3.4	Begründungen .....	78
2.3.5	Gegenargumente .....	80
2.3.6	Analogien .....	81
2.3.7	Expertenurteile .....	82
2.3.8	Zitate .....	85
2.3.9	Beispieltexte und Prompt-Rückschluss-Technik .....	87
2.3.10	Sensible Inhalte .....	90
2.4	Allgemeine Regeln für bessere Prompts .....	91
2.5	Was sind Power-Prompts? .....	94
2.6	Basis-Prompts setzen Rahmen für folgende Anfragen .....	96
2.7	Rollenspiele mit der KI: »Du bist jetzt mein ...« .....	97
2.8	Temperatur der Ausgabe steuern .....	100
2.9	Iteratives Prompting, Feedback-Schleifen und Optimierungen .....	103
2.10	Prompts von ChatGPT verbessern lassen .....	105
<b>3</b>	<b>ChatGPT als Assistent des Lehrenden .....</b>	<b>113</b>
3.1	Formen des KI-Einsatzes in der Schule .....	113
3.1.1	Schülernutzung von KI im Unterricht .....	115
3.1.2	Leistungserhebungen und Prüfungen: Wo die Grenze verläuft .....	116
3.2	Unterrichtsvorbereitung .....	117
3.2.1	Jahresplanung und Strukturierung .....	117
3.2.2	Fächerübergreifende Projekte .....	119
3.2.3	Binnendifferenzierung .....	121
3.2.4	Vereinfachen komplizierter Regeln .....	125
3.2.5	Vereinfachen von Texten – Hilfen für förderungsbedürftige Schüler oder bei schwierigen Inhalten (inklusive Ansatz) ..	127
3.2.6	Eilige Unterrichtsvorbereitung .....	129
3.2.7	Größere Methodenvielfalt .....	132
3.3	Herausforderungen außerhalb des Unterrichts .....	134
3.3.1	Artikel für den Jahresbericht der Schule .....	134
3.3.2	Zwischenmenschliche Probleme .....	135
3.3.3	Tipps für Disziplinprobleme und Elterngespräche .....	138
3.3.4	Vorbereitung von Studienfahrten (inkl. Elterninformation) ..	141
3.4	ChatGPT im Unterricht .....	145
3.4.1	Fiktive Dialoge führen .....	146
3.4.2	Kognitive Schulung: Erörtern und Debattieren .....	147
3.4.3	Die Arbeit mit Bildern als Stoffsicherung .....	148
3.4.4	Einführung in ChatGPT .....	149
3.4.5	Schreibkompetenz herstellen und vertiefen (ab Klasse 10) ..	152

3.5	Prüfungsvorbereitung .....	153
3.5.1	Allgemeine Prüfungsvorbereitung .....	153
3.5.2	Prüfungsvorbereitung mit Custom GPTs .....	155
3.6	Korrigieren mit KI .....	157
3.6.1	PEER .....	158
3.6.2	DeepL-Write-Schreibassistent .....	159
3.6.3	ChatGPT 5.2 .....	160
3.7	Weitere digitale Tools für Lehrkräfte .....	163
<b>4</b>	<b>Einsatz von KI für verschiedene Schularten und Fächer .....</b>	<b>165</b>
4.1	Grundschule .....	166
4.1.1	Unterrichtsvorbereitung .....	166
4.1.2	Unterstützung im Unterricht .....	170
4.1.3	Nachbereitung (Korrekturen und Prüfungen) .....	173
4.1.4	Pädagogische Arbeit an den Grundschulen .....	181
4.2	Mittelschule (ehemals Hauptschule) .....	187
4.2.1	Unterrichtsvorbereitung .....	188
4.2.2	Unterstützung im Unterricht .....	190
4.2.3	Nachbereitung, Korrekturen und Prüfungen .....	193
4.2.4	Nebenfächer an der Mittelschule .....	195
4.2.5	Pädagogische Arbeit an den Mittelschulen .....	200
4.3	Realschule und Gymnasium .....	201
4.3.1	Unterrichtsvorbereitung .....	202
4.3.2	Unterstützung im Unterricht .....	207
4.3.3	Nachbereitung, Korrekturen und Prüfungen .....	210
4.3.4	Weitere Fächer an Realschulen und Gymnasien .....	214
4.4	Pädagogische Arbeit an weiterführenden Schulen .....	233
4.4.1	Ethnische Heterogenität und Rassismus .....	235
4.4.2	Bildungsferne Stammfamilien .....	236
4.5	Verfassungsviertelstunde in Bayern .....	238
4.5.1	Grundschule .....	238
4.5.2	Mittelschule .....	239
4.5.3	Realschule .....	239
4.5.4	Gymnasium .....	240
<b>5</b>	<b>Unterrichtsziel: KI-Kompetenz .....</b>	<b>241</b>
5.1	Wie Jugendliche die Relevanz von KI für sich und die Schule einschätzen .....	241
5.2	Warum der Umgang mit ChatGPT und anderen KI-Technologien entscheidend ist .....	242
5.2.1	Die Zukunft (und Gegenwart) des Arbeitsmarkts .....	242

5.2.2	Fähigkeit zum kritischen Urteil .....	243
5.2.3	Verbesserung der Lernprozesse .....	245
5.2.4	Lebenslanges Lernen .....	245
5.3	Die 4 Ks der Bildung im 21. Jahrhundert .....	246
5.4	Reformpädagogik und KI – das geht .....	255
5.4.1	Erfahrungsorientiertes Lernen .....	255
5.4.2	Individualisiertes Lernen – und seine Grenzen .....	256
5.4.3	Kooperatives Lernen .....	256
5.4.4	Offene Unterrichtsformen .....	257
<b>6</b>	<b>Datenschutzkonform unterrichten .....</b>	<b>265</b>
6.1	Die Unsicherheit der Lehrkräfte im Umgang mit KI .....	265
6.2	Grundprinzipien des Datenschutzes und die DSGVO .....	266
6.2.1	Was sind personenbezogene Daten? .....	267
6.2.2	Lehrkräfte und Datenschutz .....	267
6.2.3	Die sechs Grundprinzipien der DSGVO .....	268
6.2.4	Datenverarbeitung durch KI-Systeme .....	269
6.3	Warum Datenschutz im Unterricht mit KI meist gar kein Problem ist .....	270
6.4	Pflichten des Anwenders beim Einsatz von KI in der Schule .....	271
6.4.1	Transparenzpflicht – was gekennzeichnet werden muss ..	274
6.4.2	Verbotene KI-Praktiken – die roten Linien im Schulkontext	275
6.5	Vorschlag für einen DSGVO-konformen KI-Einsatz in Schulen ...	276
6.5.1	Vermeidung der Eingabe personenbezogener Daten .....	276
6.5.2	Team-, Enterprise oder Edu-Version von ChatGPT mit korrekter Einstellung .....	277
6.5.3	Nutzung einer lokalen KI ohne Internetverbindung .....	277
6.6	Konkrete Handreichung mit Checkliste für Schulen .....	278
6.6.1	Die 10 besten Tipps für den KI-Einsatz an der Schule .....	279
6.6.2	Checkliste für den datenschutzkonformen Einsatz von KI .	280
6.7	Quelle: datenschutz-schule.info .....	281
6.8	Regeln für künstliche Intelligenz – der EU AI Act und die KI-Verordnung .....	282
<b>7</b>	<b>Herausforderungen für den Bildungssektor .....</b>	<b>285</b>
7.1	Aus der Praxis .....	285
7.1.1	Mündliche Unterrichtssituationen .....	285
7.1.2	Verfassen von häuslichen Arbeiten (Seminararbeit, Referate etc.) .....	286
7.1.3	Anfertigen schriftlicher Prüfungen .....	287

7.2	Mögliche Gegenmaßnahmen .....	288
7.2.1	Technische Möglichkeiten .....	288
7.2.2	Wiederentdeckung des Analoges .....	289
7.2.3	Ausstattung der Unterrichtsräume .....	290
7.2.4	Mut zu neuen mündlichen Formaten .....	290
7.2.5	Kreative Gestaltung von schriftlichen Tests .....	291
7.2.6	Der Anscheinsbeweis als Möglichkeit des Betrugs- nachweises .....	291
7.2.7	Sensibilisierung für eine neue Haltung .....	291
7.3	Generative KI im W-Seminar .....	292
7.3.1	Assistenz der Lehrkräfte .....	292
7.3.2	ChatGPT als Schülerwerkzeug für die W-Seminararbeit ...	295
7.3.3	Wie zitiert man die Ergebnisse von KI-Textgeneratoren? ..	299
7.4	Prüfen mit Sprachgeneratoren – ein Blick in die Zukunft .....	300
7.4.1	Zukunftsformat 1: Text im Team .....	301
7.4.2	Zukunftsformat 2: Gamifiziertes Prüfen .....	303
	<b>Sei nett zu deiner KI .....</b>	<b>305</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>309</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. Heute bezeichnet KI die Fähigkeit von Maschinen, Aufgaben zu lösen, die menschliches Denken voraussetzen, etwa Sprache zu verstehen, Bilder zu erkennen, aus Beispielen zu lernen oder Entscheidungen zu treffen. Anders als klassische Software, die festen Regeln folgt, lernt KI aus Daten, erkennt Muster und passt sich neuen Situationen an. Sie ahmt dabei ausgewählte kognitive Leistungen nach, bleibt jedoch ein Werkzeug: Statt im menschlichen Sinn zu »denken«, liefert sie mit statistischen Verfahren wahrscheinliche, oft überraschend treffsichere Ergebnisse.

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

Die Entwicklung neuer Technologien ist eng mit ihren Pionieren und Schlüsselergebnissen verknüpft. Alan Turing stellte 1950 die Leitfrage, ob Maschinen denken können, und formulierte mit dem **Turing-Test** ein Gedankenexperiment: Kann eine

Maschine im Gespräch mit einem Menschen nicht mehr als Maschine erkannt werden, darf sie als *intelligent* gelten. Als Geburtsstunde der KI als eigenständiges Forschungsfeld gilt die Dartmouth-Konferenz von 1956, auf der der Begriff *Artificial Intelligence* geprägt und die Grundlagen der weiteren Forschung gelegt wurden.

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.

### **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 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.

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. 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.

### 1.1.3 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 Computersysteme in die Lage versetzt, aus Daten zu lernen und Muster zu erkennen, ohne explizit für genau diese Muster programmiert zu sein.

Statt Regeln festzulegen, anhand derer sich Hunde von Katzen unterscheiden lassen, und diese anschließend in einen klassischen, starren Algorithmus zu übersetzen, geht KI einen anderen Weg: Dem Computer wird ein Problem vorgegeben,

etwa die Unterscheidung von Hunden und Katzen. Zugleich erhält er geeignete Trainingsdaten, in diesem Fall Bilder von Hunden und Katzen. Auf dieser Grundlage lernt das System selbstständig, welche Merkmale für die Unterscheidung relevant sind. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in seiner hohen Geschwindigkeit, Präzision und Anpassungsfähigkeit. Dem stehen jedoch Nachteile gegenüber, insbesondere die oft geringe Transparenz der Entscheidungsprozesse sowie die begrenzte Möglichkeit, bei offensichtlich fehlerhaften Ergebnissen gezielt einzugreifen.



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.

Reale Anwendungsbeispiele des überwachten Lernens bringen aber schon ziemlich smarte Programme mit hohem praktischen Nutzen hervor. Der *Bayes-Filter* ist eine weitverbreitete 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 labelt einige davon als unerwünscht, der Rest ist automatisch

erwünscht. 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., vorhersagen. 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 noch gar 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. 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.

Große Sprachmodelle werden in einer ersten Trainingsphase im Wesentlichen nach diesem Prinzip aufgebaut: Sie lernen aus riesigen, unstrukturierten Textmengen, indem sie statistische Regelmäßigkeiten, Zusammenhänge und Strukturen in Sprache erfassen, ohne dass jeder Text manuell mit Labels versehen werden muss. Dabei geht es vor allem darum, allgemeines Sprachverständnis, Wissen über typische Formulierungen und semantische Muster zu entwickeln, also eine breite Grundlage zu legen, auf der das Modell später flexibel reagieren kann. Erst danach folgt meist eine Verfeinerung mit weiteren Lernformen, um Antworten hilfreicher, konsistenter und besser an gewünschte Ziele anzupassen.

### 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 komplexe 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 auszuführen. 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 früherer 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 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.

### 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 zumindest teilweisen 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.

#### 1.1.4 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 inhaltlich 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 Nut-

zerdaten. 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.

# Stichwortverzeichnis

## Symbole

4K-Modell des Lernens  
246

## A

Abitur 153  
Abschlussprüfung 153  
Adressat 66  
Agent 22  
AI Act 275, 282  
Altersbeschränkung 191  
Altman, Sam 24  
Analogie 81  
Anscheinsbeweis 291  
Arbeitsmarkt 242  
Aufgabe 62  
Aufsatzkorrektur 211  
Aufsicht 272  
Ausdruck  
idiomatischer 73  
Ausgabeform 62

## B

Bard 48  
Basis-Prompt 96  
Bayern 238  
Bayes-Filter 19  
Begründung 78  
Beispieltext 87  
Belohnung 22  
Berufliche Zukunft 241  
Bestärkendes Lernen 19  
Betrug  
Gegenmaßnahmen  
288

Prüfungen 290

WLAN 289

Bewertungsrubrik 302

Bewusstsein 307

Bias 25

Bildgenerierung 148

Bildung 243

Binnendifferenzierung  
121, 243

Biologie 219, 293

Brainstorming 247

## C

Capped-Profit-Modell 25

ChatGPT

Datenschutz 58

Datenschutz-Check  
281

Funktionsweise 149

Kosten 57

ChatGPT 4o 160

Chemie 220

Clustering 20

CNN 24

Computerspiel 304

Cybermobbing 234

## D

Dartmouth-Konferenz 17

Datenminimierung 34

Datenqualität 244

Datenschutz 32, 265, 266  
Strategien 270

Datenschutzbeauftragter  
34

Datenschutzerklärung 34

Datenschutz-Grundver-  
ordnung 266  
datenschutz-schule.info  
282

Datenverarbeitung 269

DeepL 159

Deep Learning 18, 23

DeepL Write 152, 159

DeepSeek 273

Denken 307

Deutsch 148, 163, 167,  
168, 170, 173, 188, 202,  
207, 211, 293

Diskussion 147

Diversität 235

DSGVO 32, 266  
Schule 32

## E

Einschränkung 40

Elternbrief 144

Elterngespräch 138

Emotionserkennung 275

Englisch 122, 188, 205,  
209, 213

Erdkunde 195, 225

Erklärhilfe 170

Erörterung 147

Essay 147

Ethik 129, 228

EU AI Act 35, 265, 282

Expertensystem 17

Expertenurteil 82

- F**  
 Fachschaft 135  
 Fairness 292  
 Falschinformation 49  
 Familie  
   bildungsferne 236  
 FCC 46  
 Feedback 254, 302  
 Feedback-Schleife 103,  
   104  
 Format 93  
 Französisch 201, 216  
 Fremdsprache 163  
 Frequenz-Detektor 289
- G**  
 Gedächtnis 27  
 Gegenargument 80  
 Gelabelte Daten 19  
 Geografie 225, 301  
 Geschäftsgeheimnis 40  
 Geschichte 146, 195, 222,  
   303  
 Gesichtserkennung 275  
 Gewicht 18  
 Gliederung 296  
 Google 48  
 GPT 24, 43, 46, 155  
 GPT-3 25  
 Grammatik 159  
 Grammatik und Recht-  
   schreibung 207  
 Grundschule 166  
   Arbeitsblätter 167  
   Diktate 173  
   Dokumentation von  
   Lernfortschritten  
   174  
 Elternsprechtage 184  
 emotionale  
   Entwicklung 183  
 Ethik 179
- Gemeinschaftsbildung  
   185  
 individuelle Förderung  
   184  
 Inklusion 186  
 Kunst 175  
 Lernstandserfassung  
   184  
 Lesen und Schreiben  
   172  
 Morgenkreis 185  
 Musik 176  
 Nachbereitung 173  
 Nebenfächer 175  
 pädagogische Arbeit  
   181  
 Prüfungen 173  
 Rätsel 171  
 Recherche 167  
 Religion 179  
 soziale Kompetenzen  
   182  
 Spiele 171  
 Sport 178  
 Stationenlernen 169  
 Textil 180  
 Unterricht 168  
 Unterrichts-  
   vorbereitung 166  
 Werken 180  
 Wochenpläne 169  
 Gymnasium 201  
   Korrektur 210  
   Nachbereitung 210  
   Prüfungen 210  
   Unterricht 207  
   Unterrichts-  
   vorbereitung 202
- H**  
 Haftung 39  
 Halluzination 101, 244  
 Halluzinieren 48, 49  
 Handybox 290  
 Hauptkomponentenana-  
   lyse 21  
 Hauptschule 165  
 Hausaufgabe 116  
 Herausforderung 285  
 Hochrisiko-KI 35
- I**  
 IMSI-Catcher 288  
 Information  
   aktuelle 42  
 Inhalt  
   sensibler 90  
 Inklusion 127  
 Integration 235  
 Intelligenz 15, 308  
   Definition 15  
 Intent-Erkennung 26  
 Interview 146  
 Iteration 56
- J**  
 Jahresbericht 134  
 Jahresplanung 117  
 Jailbreak 47
- K**  
 KI  
   datengetriebene 18  
   Einsatzformen 113  
 KI-Kennntnis 241  
 KI-Kompetenz 11, 242,  
   283  
 KI-Suchmaschine 51  
 KI-Verordnung 35  
 KI-Winter 17  
 K-Means 20  
 Kohärenz 29  
 Kohäsion 29  
 Kommunikation 254, 306

- Kontext 75  
 Kontextualisierung 91  
 Kontextverfolgung 30  
 Kontrolle 291  
 Korrektur 163, 166  
 Korrigieren 157  
 Kreativität 31, 247  
 Kritikfähigkeit 244, 253  
 Kunst 197  
 Künstliche Intelligenz  
   Historie 17
- L**
- Large Language Model 15  
 Latein 214  
 Leistungserhebung 116  
 Leistungsnachweis 301  
 Lernpartner 154  
 Lernplan 157  
 Limitierung 60, 62  
 LLM 15, 32
- M**
- Machine Learning 18  
 Maschinelles Lernen 17  
 Mathematik 155, 167, 168,  
   170, 173, 188, 203, 208,  
   212  
 Medienkompetenz 306  
 Methodenvielfalt 132  
 Migrationshintergrund  
   202  
 Mittelschule 187  
   Fördermaßnahmen  
     193  
   Korrektur 193  
   Nebenfächer 195  
   pädagogische Arbeit  
     200  
   Prüfungsaufgaben  
     193  
   Unterricht 190
- Unterrichts-  
   vorbereitung 188  
 Modifikation  
   iterative 92  
 Moodle 281  
 Mündlicher Unterricht  
   285  
 Musik 196  
 Musk, Elon 24  
 Mustererkennung 308
- N**
- Nachbereitung 166  
 Naturwissenschaft 195  
 Neuronales Netz 17  
 NLP 24, 26  
 Nutzungsrichtlinie 47
- O**
- OpenAI LP 25  
 Optimierung 103, 105  
 Orthografie 159
- P**
- Pädagogische Arbeit 233  
 PEER 158  
 Perplexity 49  
 Personenbezogene Daten  
   33, 267  
 Persönliche Daten 32  
 Physik 221  
 Plagiatsprüfung 38  
 Politik 223  
 Power-Prompt 94, 95  
   Regeln 111  
 Privatsphäre 32  
 Profiling 275  
 Projekt 119  
 Prompt 26, 54, 165, 269  
   besserer 91  
 Prompt-Engineering 59
- Prompting 59  
   iteratives 103  
 Prompting-Parameter 62  
 Prüfung 116, 166, 300  
   gamifizierte 303  
 Prüfungsgespräch 298  
 Prüfungsvorbereitung  
   153  
 Psychologie 231  
 Pubertät 188
- Q**
- Qualität 60  
 Quelle 51, 253, 299
- R**
- Rassismus 235  
 Realschule 201  
   Korrektur 210  
   Nachbereitung 210  
   Prüfungen 210  
   Unterrichts-  
     vorbereitung 202  
 Recherche 167  
 Recht 226  
 Referat 286, 290  
 Referenz  
   Analogie 81  
   kulturelle 73  
 Reformpädagogik 255  
 Reinforcement Learning  
   22  
 Religion 129, 146, 229  
 Retrieval-Augmented Ge-  
   neration (RAG) 50  
 Richtlinie 272, 284  
 RNN 24  
 Rolle 65, 96, 97, 148  
 Rollenspiel 97

**S**

Sachunterricht 167, 170, 173  
 Schlüsselwort 69  
 Schriftliche Prüfung 287  
 Schulleiter 278  
 Schulsystem 165  
 Schulträger 278  
 Schulung 283  
 Scribbr 164  
 Selbstwirksamkeit 256  
 Seminararbeit 286  
 Sequenzmodellierung 30  
 Sicherheit 273  
 Simple-Prompt 95  
 Simulation 259  
 Social Media 234  
 Social Scoring 275  
 Sozialkunde 196, 223  
 Soziologie 232  
 Spanisch 217  
 Sparringpartner 147  
 Sport 196  
 Sprachassistent 18  
 Sprache 71  
   einfache 72  
   metaphorische 73  
 Sprachmodell 50  
 Sprachniveau 73  
 Standpunkt 77  
 Statistik 77  
 Stil 60  
 Strukturierung 117  
 Studie 241  
 Studienfahrt 141  
 Stundenentwurf 204  
 Suchmaschine 49

**T**

Technik 197  
 Temperatur 100, 111  
   automatische 102  
   geringe 100  
   hohe 101  
   maximale 102  
 Terminologie 67  
 Tesla 24  
 Text im Team 301  
 Textlinguistik 29  
 Textverständnis 127, 129  
 Tipp 279  
 Token 29  
 Tokenisierung 29  
 Tonfall 64  
 Trainingsdaten 269  
 Transfer 16  
 Transformer-Modell 24  
 Transparenz 271, 274  
 Transparenzpflicht 274  
 Turing-Test 16

**U**

Überarbeitung 111  
 Überwachtes Lernen 19  
 Unterricht 166  
   interaktiver 169  
 Unterrichtsvorbereitung 117, 166  
 Unüberwachtes Lernen 20  
 Urheberrecht 36  
   Bildung und  
   Forschung 36  
 ChatGPT 37  
 Unterricht 38  
 Urheberschaft 37

**V**

Verantwortlichkeit für Inhalte 39  
 Verantwortung 244, 271, 302  
 Verbot 275  
 Verfassungsverviertelstunde 238  
   Grundschule 238  
   Gymnasium 240  
   Mittelschule 239  
   Prompts 238  
   Realschule 239  
 Verhältnismäßigkeit 272  
 Verständnisfrage 129  
 Versuch und Irrtum 22  
 Vodafone Stiftung 241

**W**

Websuche 43  
 Wirtschaft 197, 226  
 Wissensbasis 17  
 W-Seminar 292

**Z**

Zensur 47  
 Ziel 63  
 Zitat 37, 85, 300  
 Zitatrecht 36