

DIPLOMARBEIT

Wie Künstliche Intelligenz Leistungsfähigkeit und Effizienz steigert

eingereicht von

Nikita Berger

Lara Sophia Harant

Felix Kühhas

Laura Gere

Sandro Samuel Bramberger

Februar 2026

Betreuung der Arbeit durch

Prof. DI (FH) Spanring Mathias

DIPLOMARBEIT

IT

Wie Künstliche Intelligenz Leistungsfähigkeit und Effizienz steigert

Mathematische Modelle und Algorithmen für effiziente und skalierbare KI-Systeme

Nikita Berger

Der gegenseitige Einfluss von Künstlicher Intelligenz und Mensch

Lara Sophia Harant

Analyse von KI-Assistenten in Haushalt, Wirtschaft und Mobilität

Felix Kühhas

Künstliche Intelligenz in der Sportwissenschaft

Laura Gere

Einfluss von KI auf die wirtschaftliche Struktur und Effizienzpotenziale im E-Sport

Sandro Samuel Bramberger

Februar 2026

Betreuung der Arbeit durch
Prof. DI (FH) Spanring Mathias

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Hiermit bestätigen wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt haben. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken (dazu zählen auch Internetquellen) entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Sofern Künstliche Intelligenz verwendet wurde, sind die Stellen ebenfalls gekennzeichnet.

GENDERERKLÄRUNG

In dieser Diplomarbeit wird eine geschlechtergerechte Sprache verwendet. Alle Personenbezeichnungen beziehen sich gleichermaßen auf alle Geschlechter.

ERKLÄRUNG KI NUTZUNG

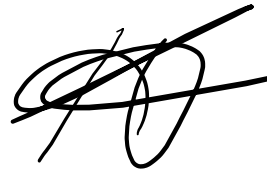
Wir bestätigen mit unserer Unterschrift die verantwortungsvolle Nutzung von KI-Tools bei der Erstellung dieser Diplom- bzw. Projektarbeit. Werden KI-Tools benutzt, dann bestätigen wir durch die Auswahl der unten angeführten Vorgaben, dass sie diese eingehalten haben.

Wir haben überprüft, dass die von den Tools gelieferten Ergebnisse korrekt sind oder dass wir sie korrigiert haben.

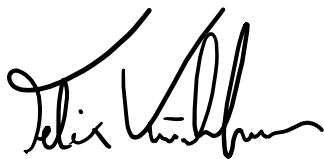
Uns ist bewusst, dass die Verantwortung für die Diplom- bzw. Projektarbeit bei der Autorin/dem Autor liegt, nicht bei den Tools oder anderen Personen.



Unterschrift



Unterschrift



Unterschrift



Unterschrift



Unterschrift

VORWORT

Künstliche Intelligenz (KI) kennt man aus Filmen wie „The Terminator“, „I, Robot“ oder „Her“. Und mit jedem Tag rückt unsere Realität ein Stück näher an solche Szenarien heran. KI ist längst kein reines Science-Fiction-Thema mehr, sondern prägt bereits heute unseren Alltag, unsere Arbeit und unsere Freizeit.

Aus dieser Faszination heraus entstand unsere Diplomarbeit. Wir wollten nicht nur an der Oberfläche von Künstlicher Intelligenz kratzen, sondern unseren Leserinnen und Lesern ein tiefes, anwendbares Verständnis vermitteln.

Dafür haben wir auf Basis aktueller Fachliteratur fünf Kernbereiche analysiert: Wir starten bei den mathematischen Grundlagen, untersuchen den psychologischen Einfluss der KI auf den Menschen und beleuchten den praktischen Einsatz als persönlicher Assistent. Darauf aufbauend zeigen wir die Revolution der Trainingssteuerung in der Sportwissenschaft sowie die rasante Transformation im E-Sport.

Diese Arbeit richtet sich an alle, die verstehen möchten, wie Algorithmen unsere Entscheidungen bereits heute beeinflussen. Dabei werden sowohl ihre Potenziale als auch ihre Grenzen betrachtet, insbesondere in Bezug auf Datenschutz und Energieverbrauch.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Diplomarbeit geht der Frage nach, wie der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) die Leistungsfähigkeit und Effizienz in unterschiedlichen Lebens- und Wirtschaftsbereichen steigert und welche technologischen, psychologischen sowie ökonomischen Potenziale und Grenzen sich daraus ergeben. Dafür werden fünf Kernbereiche auf Basis aktueller Fachliteratur analysiert.

Der Vergleich kommt zu folgenden Ergebnissen:

- **Mathematische Grundlagen:** Effiziente Algorithmen und ressourcenschonende „Small-Language-Models“ (SLMs) senken Rechenkosten drastisch. Dadurch wird KI auch für kleinere Unternehmen wirtschaftlich skalierbar.
- **Mensch und Psyche:** KI entlastet uns bei kognitiven Routinetätigkeiten enorm. Es besteht jedoch das Risiko, dass eine zu starke Auslagerung an Maschinen das eigenständige, kritische Denken schwächt.
- **Persönliche Assistenten:** Im Smart Home und im Büro steigern KI-Agenten die Produktivität messbar und fördern die Barrierefreiheit für Menschen mit Behinderung. Die größten Hürden bleiben jedoch Datenschutz und Cybersicherheit.
- **Sportwissenschaft:** Mittels Computer Vision und maschinellem Lernen ermöglicht KI in Echtzeit eine Hyper-Personalisierung von Trainingsplänen. Das revolutioniert das Gesundheitsmanagement, die Verletzungsprävention und schafft neue Geschäftsmodelle im Fitnessmarkt.
- **E-Sports und Gaming:** KI beschleunigt die Spieleentwicklung (z. B. durch prozedurale Generierung) kosteneffizient und schafft realistischere Gegner (NPCs). Zudem sichert KI als datenbasiertes Anti-Cheat-System die Fairness und wirtschaftliche Integrität bei professionellen Turnieren.

ABSTRACT

This thesis examines how Artificial Intelligence (AI) enhances performance and efficiency across various personal and economic domains, as well as the technological, psychological, and economic opportunities and limitations associated with its use. The analysis is based on current academic literature and focuses on five key areas.

- **Mathematical Foundations:** Efficient algorithms and resource-light Small Language Models (SLMs) significantly reduce computational costs, making AI economically scalable even for smaller enterprises.
- **Human Cognition and Psychology:** AI substantially alleviates cognitive workload in routine tasks. However, excessive reliance on AI may weaken independent and critical thinking abilities.
- **Personal Assistants:** AI agents in smart homes and offices increase productivity and improve accessibility for individuals with disabilities. Nevertheless, privacy and cybersecurity remain major challenges.
- **Sports Science:** Through computer vision and machine learning, AI enables real-time, highly personalized training plans. This transforms health management, injury prevention, and creates new business opportunities in the fitness sector.
- **E-Sports and Gaming:** AI accelerates game development through procedural generation, creates more realistic non-player characters (NPCs), and safeguards fairness and economic integrity in professional tournaments via data-driven anti-cheat systems.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Mathematische Modelle und Algorithmen für effiziente und skalierbare KI-Systeme.....	12
1.1	Mathematik als Fundament moderner KI.....	12
1.1.1	Lineare Algebra	12
1.1.2	Wahrscheinlichkeitsrechnung	13
1.1.3	Optimierung.....	15
1.2	Algorithmen und Optimierungsmethoden	16
1.2.1	Gradient Descent und Varianten	16
1.2.2	Backpropagation in neuronalen Netzen.....	17
1.2.3	Regularisierung und Overfitting-Kontrolle.....	18
1.3	Architekturen und Modelltypen.....	18
1.3.1	Feedforward- und Convolutional-Neural-Networks	19
1.3.2	Recurrent-Neural-Networks und LSTMs	19
1.3.3	Transformer-Architektur als Standardmodell	20
1.3.4	Agentische Systeme und inferenzbasiertes Schlussfolgern	21
1.4	Effizienz und Skalierbarkeit in der Praxis.....	23
1.4.1	Small-Language-Models	23
1.4.2	Quantisierung und Destillation	24
1.5	Ökonomische Aspekte von KI-Systemen	24
1.5.1	Kostenmodellierung für Training und Inferenz.....	25
1.5.2	Cloud-Infrastruktur und Rechenzentren	25
1.5.3	Wirtschaftliche Bewertung KI-gestützter Automatisierung.....	26
1.6	Energie- und Ressourceneffizienz	28
1.6.1	Strom- und Wasserverbrauch beim Training großer Modelle.....	28
1.6.2	Wirtschaftliche Auswirkungen steigender Energiekosten	28
1.6.3	Green AI und CO ₂ -Kompensation	29
1.7	Skalierbare und demokratisierte KI in der Zukunft.....	30
1.7.1	Small Data und Few-Shot-Learning.....	30
1.7.2	Spezialisierte Modelle für Branchen.....	32
1.7.3	Integration von KI in bestehende Unternehmensprozesse.....	34
1.7.4	KI-Zugang für KMUs und Startups	35
2	Der gegenseitige Einfluss von Künstlicher Intelligenz und Mensch	37
2.1	Parallelen zwischen Künstlicher Intelligenz und Mensch.....	37
2.1.1	Informationsverarbeitung durch Neuronen	38
2.1.2	Informationsverarbeitung durch künstliche neuronale Netze	39
2.1.3	Kern der Systeme	39
2.2	Vergleich der Arbeitsweisen.....	40

2.2.1	Leistungen des menschlichen Gehirns	40
2.2.2	Potenzial künstlicher neuronaler Netze	41
2.2.3	Grenzen der Technologie	42
2.3	Arten und Ausdrucksformen von Kreativität	42
2.3.1	Künstlerische und ästhetische Kreativität	43
2.3.2	Wissenschaftlich-technische Kreativität	43
2.3.3	Künstliche Kreativität durch Algorithmen	44
2.4	Verarbeitung menschlicher Inputs	44
2.4.1	Perspektiven durch Ideengenerierung	45
2.4.2	Qualität des Outputs	45
2.4.3	Rationalisierung und Emotionale Ebenen	46
2.5	Einfluss Künstlicher Intelligenz auf die Menschliche Psyche	47
2.5.1	Persönlichkeitstypen	47
2.5.2	Emotionales und soziales Verhalten	49
2.5.3	Auswirkung auf kognitive Fähigkeiten	50
2.6	Druck in der Gesellschaft und der beruflichen Karriere	51
2.6.1	Leistungsdruck	52
2.6.2	Anpassung der Arbeits- und Wettbewerbsstrategien	52
2.6.3	Perfektionismus und Austauschbarkeit	53
2.7	Zukunftschancen und Entwicklungspotenziale	54
2.7.1	Ebenen des Managements	54
3	Analyse von KI-Assistenten in Haushalt, Wirtschaft und Mobilität	58
3.1	KI-Assistenten im Smart Home	58
3.1.1	Begriff „KI-Assistent“ und typische Funktionalitäten im Haushalt	59
3.1.2	Beispiele und Technologien	60
3.1.3	Nutzen: Komfort, Automatisierung und Effizienz	61
3.1.4	Grenzen und Herausforderungen	62
3.2	Unterstützung im Berufsalltag	62
3.2.1	Einsatzfelder: Terminmanagement, digitale Sekretariate, Automatisierung von Routineaufgaben	63
3.2.2	Nutzen für Fachkräfte und Organisationen: Zeit- und Ressourceneinsparung	64
3.2.3	Fallbeispiele und aktuelle Entwicklungen	65
3.2.4	Grenzen und Herausforderungen	66
3.3	Lern- und Bildungsunterstützung durch KI	67
3.3.1	Einsatzfelder: Sprachlernprogramme, Nachhilfe, personalisierte Lernpläne	67
3.3.2	Nutzen für Lernende und Bildungseinrichtungen: Individualisierung, Motivation	68
3.3.3	Beispiel und Trends	69

3.3.4	Grenzen: Qualität der Lernunterstützung, pädagogische Fragen, Digital Divide	70
3.4	Barrierefreiheit und Inklusion durch KI-Assistenten	70
3.4.1	Bedeutung für Menschen mit Behinderungen	71
3.4.2	Technologien und Anwendungen	72
3.4.3	Nutzen und gesamtgesellschaftlicher Effekt.....	73
3.4.4	Grenzen und Herausforderungen	74
3.5	Datenschutz und Privatsphäre im Umgang mit KI-Assistenten	75
3.5.1	Datenschutzproblematiken bei KI-Assistenten	75
3.5.2	Sicherheitsrisiken und Schutzmaßnahmen	76
3.5.3	Vertrauen, Nutzerakzeptanz und regulatorische Rahmenbedingungen....	77
3.5.4	Grenzen und Risiken: Datenmissbrauch und Überwachung	78
3.6	KI-Assistenten im Bereich Mobilität und Reisen	78
3.6.1	Einsatzfelder: Navigation, Routenplanung, Verkehrsinfos, Reise- & Ticketbuchung.....	79
3.6.2	Nutzen: Effizienzsteigerung im Verkehr und Reisealltag.....	80
3.6.3	Beispiele und aktuelle Entwicklungen	81
3.6.4	Grenzen: Technische Limitierungen, Datenschutz im öffentlichen Raum, Infrastruktur	82
4	Künstliche Intelligenz in der Sportwissenschaft	83
4.1	KI und Sportwissenschaft im Überblick	83
4.2	Grundlagen der KI-gestützten Bewegungsanalyse	84
4.2.1	Welche Daten werden erfasst.....	84
4.2.2	Methoden der Bewegungsanalyse	86
4.3	Optimierung der Trainingssteuerung durch KI.....	88
4.3.1	Personalisierung der Trainingspläne durch KI.....	88
4.3.2	Unterschied zu klassischen Methoden.....	89
4.3.3	Wirtschaftlicher Nutzen	91
4.4	Verletzungsprävention und Gesundheitsmanagement	93
4.4.1	KI zur Erkennung von Überlastung & Fehlbewegungen.....	93
4.4.2	Einsatz in Reha und Physiotherapie.....	95
4.5	KI im Wettkampf: Fairness und Kampfrichterentscheidungen	96
4.5.1	Schiedsrichterunterstützung	97
4.5.2	Wirtschaftlicher Zusammenhang: Zuschauervertrauen, Sponsoring, Ticketverkäufe	99
4.6	KI im Breitensport und Fitnessmarkt	100
4.6.1	Apps und Wearables.....	101
4.6.2	„Gamification“ im Fitnessbereich: Motivation durch KI.....	103
4.6.3	Wirtschaftlicher Aspekt: boomender Fitnessmarkt, neue Geschäftsmodelle	104

5	Einfluss von KI auf die wirtschaftliche Struktur und Effizienzpotenziale im E-Sport	106
5.1	KI im Game Design – automatische Level- und Weltgenerierung.....	106
5.1.1	Wirtschaftliche Chancen und Effizienzpotenziale.....	107
5.1.2	Risiken, Grenzen und ethische Herausforderungen	108
5.2	KI-gesteuerte Gegner (NPCs) – realistischere, intelligentere Spielgegner	108
5.2.1	Grundlegende Rolle von NPCs in digitalen Spielen	109
5.2.2	Klassische Skript-NPCs	109
5.2.3	Lernende KI-NPCs.....	109
5.2.4	Dynamische Anpassung an den Spielstil des Spielers	110
5.2.5	Praxisbeispiele: Halo und F.E.A.R.	110
5.2.6	Einfluss auf Spielspaß und Schwierigkeit.....	110
5.3	Cheater-Erkennung im eSports – Gameplay-Analyse & Coaching	111
5.3.1	Arten von Cheats: Aimbots, Wallhacks, Scripts	111
5.3.2	KI-Methoden zur Erkennung von Cheats	112
5.3.3	Beispiele: Valorant Vanguard und CS:GO VAC	113
5.3.4	Bedeutung für Fairplay und Turniere	114
5.4	KI als Trainingstool im eSports- Gameplay-Analyse & Coaching	114
5.4.1	Gameplay-Datenanalyse	114
5.4.2	Automatisches Coaching durch KI-Systeme.....	115
5.4.3	Anwendungsbeispiele in League of Legends und Dota 2.....	116
5.4.4	Bedeutung für Leistungsentwicklung und Zukunftsperspektiven.....	117
5.5	KI-gestützte Leistungsoptimierung im eSports – Effizienzsteigerung von Teams und Organisationen.....	117
5.5.1	KI-gestützte Performance-Analysen zur Reduktion von Trainingskosten	118
5.5.2	Automatisierte Gegneranalyse im professionellen Wettbewerb.....	119
5.5.3	Datenbasierte Strategieentwicklung	120
5.5.4	Wirtschaftliche Auswirkungen: Wettbewerbsvorteile und Marktwertsteigerung von Spielerinnen und Spielern.....	120
5.6	KI und Monetarisierung im eSports – neue Geschäftsmodelle und Umsatzpotenziale	121
5.6.1	KI-gestützte Zuschaueranalyse und personalisierte Werbung	122
5.6.2	Automatisierte Highlight-Erstellung und Content-Produktion	122
5.6.3	Sponsoring-Optimierung durch Datenanalyse	123
5.6.4	Wirtschaftliche Effekte auf Turnierveranstalter und Plattformen	125
5.7	Zukunftsperspektiven: Effizienzpotenziale durch KI im professionellen eSports.....	125
5.7.1	KI-gestützte Leistungsanalyse und Talenterkennung.....	126
5.7.2	KI-optimierte Organisations- und Marktstrukturen.....	127

5.7.3	Risiken und Wettbewerbsverzerrungen durch technologische Abhängigkeit	128
6	Projektdokumentation	129
6.1	Planung.....	129
6.1.1	Projektauftrag	129
6.1.2	Projektstrukturplan	130
6.1.3	Zeitplan	131
6.1.4	Funktionendiagramm.....	132
6.1.5	Risikoplanung.....	134
6.2	Ergebnisdokumentation	136
6.2.1	Projektorganisation und Arbeitsteilung	136
6.2.2	Design und Brand Identity.....	136
6.2.3	Technische Umsetzung	137
6.2.4	Datenschutz und Ethik.....	137
6.2.5	Reflexion	137
6.3	Dokumentation KI Nutzung	138
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	139
	LITERATURVERZEICHNIS	140

1 MATHEMATISCHE MODELLE UND ALGORITHMEN FÜR EFFIZIENTE UND SKALIERBARE KI-SYSTEME

Die Mathematik bildet die formale Grundlage der modernen Künstlichen Intelligenz. Disziplinen wie lineare Algebra und Wahrscheinlichkeitstheorie ermöglichen die präzise Modellierung komplexer Datenstrukturen, während die numerische Optimierung für das effektive Training der darauf basierenden Modelle unerlässlich ist.¹ Diese Prinzipien bleiben unverzichtbar, da sie die Basis für effiziente Datenverarbeitung, Unsicherheitsmodellierung und die Minimierung des Trainingsfehlers (Optimierung) bilden.² Das übergeordnete Ziel ist dabei, Modelle zu entwickeln, die nicht nur Trainingsdaten reproduzieren, sondern robust auf neue Daten generalisieren.³ Erst diese mathematischen Prinzipien ermöglichen Modelle, deren mittlerweile erreichte wirtschaftliche Skalierbarkeit sich in massiven globalen Investitionen widerspiegelt.⁴

1.1 Mathematik als Fundament moderner KI

Um die technologische Leistungsfähigkeit von KI zu gewährleisten, greifen drei zentrale mathematische Säulen ineinander. Während stochastische Methoden die Unsicherheit in Daten quantifizieren und Optimierungsverfahren den Lernprozess steuern, liefert die Vektorrechnung die notwendige Struktur. Dieses Zusammenspiel definiert die moderne KI-Entwicklung.⁵

1.1.1 Lineare Algebra

Für die rechnerische Handhabung hochdimensionaler Informationen ist die lineare Algebra der entscheidende Mechanismus. Sie transformiert unstrukturierte Inputs in mathematisch verarbeitbare Formate. Vektoren und Matrizen gewährleisten die strukturierte Speicherung großer Datenmengen und erlauben deren effiziente Verarbeitung durch mathematische Operationen wie Addition, Multiplikation oder Transposition.

¹ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

² Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

³ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

⁴ Vgl. MASLEJ u.a. (2025), S. 217ff.

⁵ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

Im Kontext des maschinellen Lernens werden **Vektoren** als Elemente eines Vektorraums über den reellen Zahlen betrachtet. In der praktischen Implementierung werden sie meist als eindimensionale Arrays (Tensoren 1. Ordnung) behandelt, die Merkmale eines Datenpunkts im n-dimensionalen Raum repräsentieren. Sie lassen sich geometrisch visualisieren und können mithilfe grundlegender mathematischer Operationen – insbesondere des Skalarprodukts – addiert, subtrahiert, skaliert und transformiert werden.

Vektorräume sind Mengen von Vektoren, die bestimmte Eigenschaften wie beispielsweise die Abgeschlossenheit unter Addition und Skalarmultiplikation erfüllen.

Matrizen sind rechteckige Anordnungen von Zahlen in Zeilen und Spalten. Sie dienen zur Darstellung linearer Transformationen, linearer Gleichungssysteme sowie von Datensätzen. Durch Operationen wie Addition, Subtraktion, Multiplikation, Transposition und Inversion transformieren Matrizen Datenräume und lösen lineare Gleichungssysteme; sie sind daher essenziell für die Datenverarbeitung in neuronalen Netzen.⁶

Während die lineare Algebra somit die Struktur der Daten festlegt, ergänzt die Wahrscheinlichkeitsrechnung die Modellierung von Unsicherheiten und legt gemeinsam mit ihr das Fundament für robuste und praxisorientierte KI-Systeme.

1.1.2 Wahrscheinlichkeitsrechnung

Während die lineare Algebra Strukturen zur Datentransformation bereitstellt, stößt sie bei der Modellierung stochastischer Phänomene an Grenzen. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung ergänzt hierbei deterministische Modelle durch die Quantifizierung von Unsicherheiten. Anstatt die Daten unter bestimmten Regeln zu transformieren, erlaubt sie die Modellierung von Wahrscheinlichkeiten, die Berücksichtigung von Zufälligkeiten und die Ableitung verlässlicher Vorhersagen aus unvollständigen und verrauschten Informationen. Dies wahrt nicht nur die Effizienz der Datenverarbeitung, sondern erhöht zugleich die Robustheit und Skalierbarkeit der KI-Systeme, was insbesondere für die Analyse umfangreicher, komplexer Datensätze von Relevanz ist.

⁶ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

Im Zentrum der Wahrscheinlichkeitsrechnung für KI stehen Konzepte wie der Satz von Bayes und statistische Modelle. Der Satz von Bayes bildet die mathematische Grundlage, um Vorwissen mit neuen Beobachtungen zu kombinieren, während statistische Modelle Datenstrukturen erkennen, Wahrscheinlichkeiten ableiten und Muster extrahieren. Zusammen bilden sie die Basis für probabilistische Inferenz, die es KI-Systemen ermöglicht, Unsicherheiten zu messen und verlässliche Vorhersagen zu treffen.⁷

Der **Satz von Bayes**, auch als Bayes-Theorem oder Regel von Bayes bekannt, ermöglicht es, die Wahrscheinlichkeit einer Hypothese basierend auf neuen Beobachtungen zu aktualisieren. Er wurde im 18. Jahrhundert vom englischen Mathematiker und Theologen Thomas Bayes entwickelt und posthum veröffentlicht. Bayes intendierte damit die Beschreibung inverser Wahrscheinlichkeiten – also den Schluss von der Wirkung auf die Ursache –, was der menschlichen Intuition für Kausalität häufig widerspricht. Der Satz verbindet Vorwissen (Prior-Wahrscheinlichkeiten) mit neuen Daten (Likelihood), um eine aktualisierte Posterior-Wahrscheinlichkeit zu berechnen. In der KI ist dies grundlegend für probabilistische Modelle wie bayessche Netze oder Algorithmen des maschinellen Lernens.⁸

Der Satz von Bayes lässt sich formal wie folgt ausdrücken:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

Die Formel erlaubt die strukturierte Einbindung aller zugänglichen Daten und passt Hypothesen schrittweise an neue Informationen an. In KI-Systemen unterstützt dies effiziente Inferenzprozesse, etwa bei der Risikoabschätzung in der Versicherungswirtschaft oder der Bedarfsplanung in der Logistik.⁹

Statistische Modelle bilden die praktische Brücke zwischen der theoretischen Wahrscheinlichkeitsrechnung und der konkreten Anwendung in KI-Systemen. Sie nutzen probabilistische Prinzipien, um komplexe Zusammenhänge in Daten zu beschreiben, zu erklären und Vorhersagen zu treffen. Zu den wichtigsten

⁷ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

⁸ Vgl. O'CONNOR/ROBERTSON (2025), [Online].

⁹ Vgl. PEYROLÓN (2020), S. 14ff.

statistischen Modellen in der modernen KI zählen lineare und logistische Regression, gaußsche Mischmodelle sowie bayessche Netze.¹⁰

Diese Modelle erlauben es, Unsicherheiten nicht nur qualitativ zu berücksichtigen, sondern quantitativ zu modellieren und zu quantifizieren.¹¹ Besonders in großen Datensätzen spielen sie eine Schlüsselrolle, da sie Mustererkennung mit statistischer Inferenz verknüpfen.¹² Dadurch werden KI-Systeme robuster gegenüber Rauschen und ermöglichen verlässliche Vorhersagen auf Basis einer fundierten Unsicherheitsabschätzung.¹³

1.1.3 Optimierung

Die mathematische Optimierung stellt die zentrale Komponente des Trainingsprozesses dar. Sie transformiert das abstrakte Lernziel – die bestmögliche Anpassung an die Trainingsdaten unter Berücksichtigung von Generalisierungsfähigkeit – in ein konkretes mathematisches Problem: Das Auffinden der Parameter eines Modells, die eine vorgegebene Verlustfunktion (Loss Function) minimieren.¹⁴

In der Deep-Learning-Praxis ist diese Verlustfunktion meist nicht konvex und weist zahlreiche lokale Minima auf. Dennoch bilden Optimierungstheoretische Konzepte die Grundlage für effiziente Algorithmen, die trotz komplexer Landschaften gute Lösungen finden.

Aus ökonomischer Sicht ist die Optimierung entscheidend für die Kosteneffizienz. Schnelle und ressourcenschonende Optimierungsverfahren senken die Trainingskosten, ermöglichen den Einsatz bei großen Datenmengen und eröffnen mittelständischen Unternehmen wirtschaftliche Nutzungsperspektiven. Je effizienter die Parameteranpassung, desto schneller amortisieren sich die Investitionen durch höhere Vorhersagegenauigkeit, geringere Fehlerkosten und automatisierte Prozesse in Bereichen wie Logistik, Produktion oder Kundenservice.¹⁵

¹⁰ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

¹¹ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

¹² Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

¹³ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

¹⁴ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

¹⁵ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

Ein konkretes Beispiel aus der Praxis unterstreicht die potenziellen Vorteile: Das KI-gestützte Assistenzsystem **GalILEA** (entwickelt von Logistics Reply und Ende 2025 in Zusammenarbeit mit PUMA in europäischen Distributionszentren implementiert) integriert mehrere spezialisierte KI-Agenten in Warehouse-Management-Systeme (WMS). Ziel ist die Automatisierung von Bestandsabfragen, die Generierung präventiver Handlungsempfehlungen sowie die Mustererkennung in Prozessdaten.¹⁶

Nach Angaben des Herstellers und des Partners PUMA soll dies zu einer erhöhten Benutzerautonomie, geringerer Abhängigkeit von externem Support, schnellerem Datenzugriff, besserer Entscheidungsfindung durch Echtzeit-Insights und optimierten Abläufen beitragen.¹⁷ Nach Herstellerangaben zielt dies auf Effizienzsteigerungen und Kostenreduktion ab.¹⁸

1.2 Algorithmen und Optimierungsmethoden

Spezialisierte Algorithmen ermöglichen es, hochkomplexe neuronale Netze mit Milliarden von Parametern systematisch zu trainieren und an reale Daten anzupassen.

1.2.1 Gradient Descent und Varianten

Gradient Descent minimiert die Verlustfunktion durch iterative Parameter-Updates in Richtung des negativen Gradienten:¹⁹

$$x_{k+1} = x_k - \eta \nabla f(x_k)$$

Die wichtigsten Varianten sind:

- **Stochastic Gradient Descent (SGD)** aktualisiert Parameter basierend auf einzelnen Trainingsbeispielen. In der Praxis wird meist die Variante des Mini-Batch-SGD verwendet, die den Gradienten über eine kleine Teilmenge der Daten berechnet, um Vektorisierungsvorteile zu nutzen.²⁰
- **Adam (Adaptive Moment Estimation)** erweitert die Methode, indem es Momentum mit parameterspezifischen Lernraten vereint. Durch die Berechnung der ersten und zweiten Gradienten-Momente passt der

¹⁶ Vgl. LOGISTICS REPLY (2025), [Online].

¹⁷ Vgl. REPLY (2025), [Online].

¹⁸ Vgl. LOGISTICS REPLY (2025), [Online].

¹⁹ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

²⁰ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

Algorithmus die Schrittweiten dynamisch an. Dies sorgt typischerweise für beschleunigtes Training und mehr Robustheit gegenüber Unregelmäßigkeiten in den Daten.²¹

Diese Algorithmen steigern die Effizienz des Trainingsprozesses maßgeblich. Parallel dazu ermöglichen Fortschritte bei „Small-Language-Models“ und Hardware laut dem AI Index 2025 eine drastische Senkung der Inferenzkosten (bis zum 280-fachen Rückgang bei GPT-3.5-Niveau), was hochmoderne KI-Anwendungen auch für das Budget kleinerer und mittlerer Unternehmen (KMU) wirtschaftlich tragbar macht.²²

1.2.2 Backpropagation in neuronalen Netzen

Ein neuronales Netz (Neural-Network) ist ein mathematisches Modell, das aus mehreren Schichten von künstlichen Neuronen (Knoten) besteht, die durch gewichtete Verbindungen (Synapsen) verknüpft sind. Jedes Neuron verarbeitet Eingaben durch eine gewichtete Summe und eine Aktivierungsfunktion (z. B. ReLU oder GELU), um nichtlineare Muster in den Daten zu erfassen. Die Struktur umfasst typischerweise eine Eingabeschicht (Input Layer), eine oder meist mehrere versteckte Schichten (Hidden Layers) sowie eine Ausgabeschicht (Output Layer).²³ Neuronale Netze lernen aus Daten, indem sie Gewichte anpassen, um die Differenz zwischen Vorhersage und tatsächlichem Wert (Loss) zu minimieren.²⁴

Backpropagation (Rückwärtspropagation) ist der Algorithmus, der die Gradienten für Optimierungsverfahren effizient berechnet. Er nutzt die Kettenregel der Differentialrechnung, um den Fehler rückwärts durch die Schichten des neuronalen Netzes zu propagieren.

Der Prozess gliedert sich in:

- **Forward-Pass:** Die Eingabedaten werden schichtweise durch das Netz geleitet, um die Vorhersage und den Verlust (Loss) zu berechnen.
- **Backward-Pass:** Der Gradient des Verlustes wird schichtweise rückwärts berechnet, beginnend bei der Ausgabeschicht. Für jede Schicht wird der Beitrag zum Gesamtfehler ermittelt, um die Gewichte zu aktualisieren.

²¹ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

²² Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

²³ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

²⁴ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

Diese Methode ermöglicht es, Gradienten für Millionen Parameter in nur zwei Durchläufen zu erhalten, was das Training tiefer Netze skalierbar macht. Ohne Backpropagation wären komplexe Modelle wirtschaftlich unrentabel aufgrund hoher Rechenkosten.²⁵

1.2.3 Regularisierung und Overfitting-Kontrolle

Overfitting tritt auf, wenn ein Modell die Trainingsdaten perfekt lernt, aber auf neuen Daten nur schlecht generalisiert – ein wirtschaftliches Risiko, da fehlerhafte Vorhersagen Kosten verursachen.

Wichtige Techniken zur Kontrolle:

- **Dropout:** Deaktiviert während des Trainings zufällig Neuronen (in der Praxis oft mit Wahrscheinlichkeiten zwischen 0,2 und 0,5), um Ko-Adaption zu verhindern und eine Ensemble-ähnliche Wirkung zu erzeugen.
- **Data Augmentation:** Erhöht die Vielfalt der Trainingsdaten durch Transformationen wie Rotation, Skalierung oder Helligkeitsanpassungen (z. B. bei Bilddaten). Dies verbessert die Generalisierung, ohne neue Daten zu sammeln, und ist besonders effizient bei begrenzten Datensätzen.²⁶
- **Early Stopping:** Beendet das Training, wenn der Validierungsfehler steigt, um Overfitting zu vermeiden und Rechenzeit zu sparen.²⁷

Diese Methoden verbessern die Generalisierungsfähigkeit und reduzieren das Risiko teurer Fehlentscheidungen in der Praxis.²⁸

1.3 Architekturen und Modelltypen

Spezialisierte Modellarchitekturen nutzen die mathematischen Grundlagen und Optimierungsmethoden, um Daten effizient zu verarbeiten. Sie bestimmen die Struktur neuronaler Netze und spielen eine Schlüsselrolle bei der Steigerung von Effizienz und wirtschaftlicher Skalierbarkeit. Feedforward-Netze dienen als einfache Basis, während Convolutional-Neural-Networks (CNNs) für räumliche Daten optimiert sind, Rechenkosten senken und Anwendungen wie Bilderkennung rentabel machen.

²⁵ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

²⁶ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

²⁷ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

²⁸ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

1.3.1 Feedforward- und Convolutional-Neural-Networks

Feedforward-Neural-Networks (vorwärtsgerichtete neuronale Netze, auch Multilayer Perceptrons – MLP) sind eine grundlegende Variante neuronaler Netze, bei der Informationen ausschließlich von der Eingabe zur Ausgabe fließen, ohne Rückkopplungen oder Schleifen. Sie bestehen aus voll verbundenen Schichten, in denen jedes Neuron der vorherigen Schicht mit allen Neuronen der nächsten verknüpft ist. Durch Hinzufügen weiterer versteckter Schichten können Feedforward-Netze komplexe Funktionen approximieren, eignen sich für strukturierte Daten wie Tabellen und lassen sich einfach skalieren – allerdings auf Kosten einer höheren Parameteranzahl und eines höheren Rechenaufwands.

Convolutional-Neural-Networks (CNNs) erweitern Feedforward-Netze für räumliche Daten wie Bilder. Sie nutzen Faltungsoperationen, bei denen Faltungskerne (Kernels) über die Eingabe gleiten, um lokale Muster (z. B. Kanten, Texturen) zu extrahieren. Dies reduziert Parameter durch Gewichtsteilungen und macht Modelle effizienter. Ergänzt durch Pooling-Schichten (z. B. Max-Pooling), die die Dimensionalität verringern, und vollständig verbundene Schichten am Ende, erreichen CNNs hohe Genauigkeit bei niedrigeren Kosten – entscheidend für skalierbare Anwendungen in Industrie und Medizin.²⁹

Wirtschaftlich gesehen ermöglichen CNNs durch Parameter-Sharing und lokale Konnektivität eine signifikante Reduktion der Rechenanforderungen im Vergleich zu vollständig vernetzten Feedforward-Netzen, was den Einsatz auf Edge-Geräten und in KMU erlaubt und die Amortisation durch schnellere Inferenz beschleunigt.³⁰

1.3.2 Recurrent-Neural-Networks und LSTMs

Recurrent-Neural-Networks (RNNs) sind eine Erweiterung neuronaler Netze für sequenzielle Daten (z. B. Zeitreihen, Text oder Sprachsignale). Im Gegensatz zu Feedforward-Netzen enthalten RNNs Feedbackschleifen, die es ermöglichen, vorherige Ausgaben als Eingaben für nachfolgende Schritte zu nutzen. Dadurch

²⁹ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

³⁰ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

können sie Abhängigkeiten in Sequenzen modellieren, wie z. B. die Vorhersage des nächsten Worts in einem Satz.

Long Short-Term Memory (LSTMs) sind eine verbesserte RNN-Variante, die das Vanishing-Gradient-Problem löst – ein Phänomen, bei dem Gradienten bei der Rückwärtspropagation durch lange Sequenzen exponentiell abnehmen und das Training behindern. LSTMs verwenden Gates (Input, Forget, Output) und einen Cell-State, um relevante Informationen über lange Sequenzen zu speichern und Unwichtiges zu vergessen. Dies macht sie robuster für längere Abhängigkeiten, z. B. in Sprachmodellierung oder Zeitreihenvorhersagen.

Obwohl RNNs und LSTMs historisch eine zentrale Rolle bei sequenziellen Aufgaben spielten, wurden sie im Training weitgehend durch Transformer ersetzt, da ihre strikt sequenzielle Natur keine effektive Parallelisierung erlaubt und dadurch die Trainingsdauer sowie die Trainingskosten deutlich erhöht. Wirtschaftlich relevant bleiben sie jedoch für spezialisierte Anwendungen in der Inferenz, insbesondere auf ressourcenschwacher Hardware oder bei kleinen bis mittelgroßen Modellen, da sie im Vergleich zu großen Transformern häufig weniger Speicher benötigen, geringere Laufzeitanforderungen haben und ohne umfangreiche Hardware-Infrastruktur betrieben werden können.³¹ Dies kann den praktischen Einsatz sequenzieller KI in KMU erleichtern, sofern kein großskaliges Training erforderlich ist.³²

1.3.3 Transformer-Architektur als Standardmodell

Die Transformer-Architektur hat sich seit ihrer Einführung 2017 als Standard für moderne KI-Modelle etabliert, insbesondere in der Sprachverarbeitung. Sie basiert auf dem Self-Attention-Mechanismus, der Abhängigkeiten zwischen Elementen einer Sequenz (z. B. Wörtern in einem Satz) effizient modelliert, ohne rekurrente Schichten. Die Struktur umfasst Encoder- und Decoder-Blöcke, Multi-Head-Attention für parallele Verarbeitung mehrerer Aufmerksamkeitsköpfe sowie Feedforward-Netze und Layer-Normalisierung pro Block – ergänzt durch Positional Encoding, um Sequenzreihenfolge zu berücksichtigen.

Transformer ermöglichen eine weitestgehende Parallelisierung des Trainings, woraus im Vergleich zu RNNs eine signifikant erhöhte

³¹ Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

³² Vgl. ZHANG u.a. (2023), [Online].

Verarbeitungsgeschwindigkeit und Skalierbarkeit resultieren. Für die betriebliche Praxis bedeutet dies durch effizientere Skalierung das Training sehr leistungsfähiger Modelle. Für KMU wird fortschrittliche KI oft erst durch die Nutzung dieser vortrainierten Modelle (via API oder als kleinere spezialisierte Varianten) zugänglich.³³

1.3.4 Agentische Systeme und inferenzbasiertes Schlussfolgern

Während klassische Transformer-Modelle primär als Prädiktoren fungieren und die Wahrscheinlichkeit des nächsten Tokens berechnen, markieren agentische Systeme den Übergang zu aktiven, handlungsfähigen Entitäten.³⁴ Diese Systeme integrieren iterative Reasoning-Schleifen und Tool-Use, um komplexe mehrschrittige Aufgaben autonom zu lösen – ein Fortschritt, der aus passiven Sprachmodellen dynamische Akteure macht und Anwendungen mit multiplen spezialisierten Agenten erst möglich macht.³⁵

Das **ReAct-Paradigma** (Reasoning + Acting) strukturiert diesen Prozess durch abwechselnde Phasen von Thought, Action und Observation.³⁶ Das Modell generiert nicht nur Text, sondern plant Schritte, ruft externe Tools auf und aktualisiert seinen Zustand basierend auf Rückmeldungen.³⁷ Mathematisch lässt sich dies als Markow-Entscheidungsprozess (MDP) modellieren, bei dem das LLM als Policy $\pi_{\theta}(a_t | h_t)$, $h_t = (o_1, a_1, \dots, o_t)$ dient, die Aktionen (z. B. Tool-Calls) basierend auf dem aktuellen Kontext wählt, um ein langfristiges Ziel zu maximieren.³⁸

Chain-of-Thought (CoT) und erweiterte Reasoning-Modelle wie die o1-Serie verschieben Rechenleistung in die Inferenzphase: Statt einer einzigen Vorhersage generiert das Modell explizite Zwischenschritte, was die Robustheit erhöht. Formal verbessert dies die bedingte Wahrscheinlichkeit $P(\text{Antwort} | \text{Zwischenschritte}, \text{Input})$ gegenüber direkter Vorhersage, da latente Fehler früh erkannt werden.³⁹ Dieses „Inference-Time Compute“ ermöglicht System-2-ähnliches Denken und steigert die Lösungsqualität bei komplexen Problemen.⁴⁰

³³ Vgl. VASWANI u.a. (2023), S. 1ff.

³⁴ Vgl. OPENAI (2024), [Online].

³⁵ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

³⁶ Vgl. YAO/CAO (2022), [Online].

³⁷ Vgl. COURSERA (2025), [Online].

³⁸ Vgl. WOLFE (2025), [Online].

³⁹ Vgl. OPENAI (2024), [Online].

⁴⁰ Vgl. SE/VERT (2025), [Online].

Tool-Use und **Function-Calling** bilden die Brücke zur realen Welt: Das Modell erzeugt strukturierte Ausgaben (z. B. JSON), die deterministische APIs ansteuern – eine Kombination probabilistischer Textgenerierung mit exakter Ausführung.⁴¹ Dies erlaubt Agenten, Datenbanken abzufragen, Berechnungen durchzuführen oder physische Systeme zu steuern.⁴²

Wirtschaftlich verändert dies die Kostenstruktur: Agenten erhöhen Inferenzkosten durch iterative Schleifen, ermöglichen jedoch vollständige Prozessautomatisierung statt bloßer Textunterstützung.⁴³ Gartner prognostiziert, dass im Jahr 2026 40 % der Enterprise-Apps aufgabenspezifische Agents integrieren werden, was Produktivitätsgewinne von 30 % in der Wissensarbeit schaffe und die Amortisation durch reduzierte Personalkosten beschleunige.⁴⁴ Dies ist besonders attraktiv für KMU mit begrenzten Ressourcen.⁴⁵

Ein besonders anschauliches Beispiel für diese Entwicklung ist OpenClaw, das KI-Agenten-Framework des österreichischen Entwicklers Peter Steinberger. Seit dem Start im November 2025 hat es sich mit über 180.000 GitHub-Stars zum am schnellsten wachsenden Agenten-Projekt entwickelt und ermöglicht es Nutzern, vollständig autonome, personalisierte Agenten zu erstellen, die echte Aufgaben übernehmen.⁴⁶ Steinberger hat das Projekt bewusst offen gehalten und im Februar 2026 trat er OpenAI bei, um an der nächsten Generation persönlicher Agenten zu arbeiten, während OpenClaw als unabhängige Stiftung weitergeführt wird. Dieses Modell zeigt exemplarisch, wie agentische Systeme nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Demokratisierung ermöglichen: Lokale Entwickler und KMU können Agenten ohne Milliarden-Budgets bauen und damit die Skalierbarkeit von KI auf ein neues Niveau heben.⁴⁷

Agentische Systeme mit inferenzbasiertem Denken transformieren damit KI von einem unterstützenden Tool zu einem autonomen Wertschöpfer.⁴⁸ Damit wird die

⁴¹ Vgl. OPENAI (2025), [Online].

⁴² Vgl. OPENAI (2026), [Online].

⁴³ Vgl. CHOUBEY (2025), [Online].

⁴⁴ Vgl. REUTERS (2025), [Online].

⁴⁵ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

⁴⁶ Vgl. STEINBERGER (2026), [Online].

⁴⁷ Vgl. FORTUNE (2026), [Online].

⁴⁸ Vgl. LANGCHAIN (2026), [Online].

wirtschaftliche Skalierbarkeit durch eine höhere Automatisierungstiefe deutlich verstärkt.⁴⁹

1.4 Effizienz und Skalierbarkeit in der Praxis

Effizienz und Skalierbarkeit von KI-Systemen hängen von praktischen Techniken ab, die Rechenanforderungen minimieren und den Einsatz in realen Szenarien ermöglichen. Small-Language-Models und Komprimierungsmethoden senken Trainings- und Inferenzkosten, fördern On-Device-Berechnungen und machen KI für KMU zugänglich – mit Fokus auf Reduktion von Ressourcenverbrauch und Steigerung der Wirtschaftlichkeit.⁵⁰

1.4.1 Small-Language-Models

Small-Language-Models (SLMs) sind kompakte Varianten großer Sprachmodelle mit oft weniger als 2 bis 7 Milliarden Parametern, die durch effiziente Architekturen und gezieltes Training hohe Leistung bei geringen Kosten erreichen.⁵¹ Neuere Beispiele sind kleinere Varianten aus Alibabas Qwen2.5-Familie (≤ 3 Milliarden Parameter, Open-Weights, ausgezeichnet in multilingualen und agentischen Aufgaben) und Metas Llama 3.2 (1- und 3 Milliarden-Versionen, Open-Weights). Diese Modelle nutzen Techniken wie Wissensdestillation und Quantisierung, um Inferenz auf Standardhardware zu ermöglichen, und reduzieren Energieverbrauch sowie Latenz.⁵²

Ein Vergleich zwischen Open-Weights-Modellen (Gewichte frei verfügbar, aber Training proprietär, z. B. Qwen2.5 oder Llama 3.1) und Open-Source-Modellen (vollständig offen, inklusive Code und Daten, z. B. SmolLM von Hugging Face oder Pythia von EleutherAI) zeigt: Open-Weights-Modelle bieten oft überlegene Leistung durch proprietäre Trainingsdaten und einfache Customisierung, beschränken jedoch Reproduzierbarkeit und vollständige Transparenz.⁵³ Open-Source-Modelle wie Pythia (1–70 Milliarden Parameter, von Grund auf trainiert auf The Pile, inklusive Code, Tokenizer und Datensatz) ermöglichen volle Transparenz, Community-Verbesserungen und Innovation in KMU, weisen jedoch initial häufig eine geringere Leistungsfähigkeit auf.⁵⁴

⁴⁹ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

⁵⁰ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

⁵¹ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

⁵² Vgl. QWEN-TEAM (2025), [Online].

⁵³ Vgl. LLAMA 3.2 (2024), [Online].

⁵⁴ Vgl. ALLAL u.a. (2025), [Online].

Wirtschaftlich gesehen machen SLMs KI für KMU rentabel, da sie geringere Cloud-Kosten verursachen, schnelle Amortisation durch Automatisierung bieten und den Einstieg ohne massive Infrastruktur erlauben – z. B. in Kundenservice oder Content-Erstellung.⁵⁵

1.4.2 Quantisierung und Destillation

Modellkompression reduziert die Größe und Rechenanforderungen neuronaler Netze, ohne signifikante Leistungseinbußen, und ist entscheidend für effiziente Inferenz in der Praxis.

Quantisierung wandelt Gewichte und Aktivierungen von hochpräzisen Formaten (z. B. FP32) in niedrigpräzise (z. B. INT8 oder FP16) um. Dies verringert Speicherbedarf und Latenz um das bis zu Vierfache, beschleunigt Berechnungen auf Standardhardware und ermöglicht On-Device-Inferenz (z. B. auf Smartphones oder Edge-Geräten).

Wissensdestillation überträgt Wissen eines großen „Teacher“-Modells auf ein kleineres „Student“-Modell, indem der Student nicht nur harte Labels, sondern weiche Wahrscheinlichkeiten des Teachers lernt.⁵⁶ Dies erzeugt kompakte Modelle mit hoher Genauigkeit und ist eine gängige Methode zur Erstellung von Small-Language-Models.⁵⁷

Beide Techniken senken Inferenzkosten erheblich, fördern On-Device-Berechnungen ohne Cloud-Abhängigkeit und machen KI-Anwendungen für KMU wirtschaftlich attraktiv, da sie geringeren Energieverbrauch und eine schnellere Rentabilität ermöglichen.⁵⁸

1.5 Ökonomische Aspekte von KI-Systemen

Die wirtschaftliche Attraktivität von KI-Systemen wird durch die Kostenstruktur bestimmt, die zwischen einmaligen Trainingskosten und laufenden Inferenzkosten unterscheidet. Für Unternehmen, insbesondere KMU, ist diese Unterscheidung entscheidend, da sie den Return on Investment, die Skalierbarkeit und die Amortisation beeinflusst. Während Training hohe Fixkosten verursacht, dominieren

⁵⁵ Vgl. BIDERMAN u.a. (2023), [Online].

⁵⁶ Vgl. HUGGING FACE (2025), [Online].

⁵⁷ Vgl. TEKI (2023), [Online].

⁵⁸ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

bei Inferenz variable Kosten, die durch Effizienztechniken und den Einsatz vortrainierter Modelle gesenkt werden können.

1.5.1 Kostenmodellierung für Training und Inferenz

Das Training großer Modelle erfordert enorme Rechenressourcen (GPU-Cluster, Strom) und verursacht hohe einmalige Fixkosten – Schätzungen wie GPT-4-Niveau liegen bei mehreren zehn bis hundert Millionen USD. Diese Kosten umfassen Hardware, Energie und Personal und machen eigenständiges Training für KMU praktisch unmöglich.

Die Inferenz verursacht variable Kosten pro Anfrage oder Token, die bei Cloud-APIs (z. B. OpenAI, Anthropic) je nach Modell und Anbieter zwischen circa 0,25 und 25 USD pro 1 Million Tokens (Eingabe) sowie circa 2 bis 170 USD pro 1 Million Tokens (Ausgabe) liegen.⁵⁹ Mit steigender Nutzung skalieren diese Kosten, sinken jedoch durch Effizienzfortschritte und günstigere Modellvarianten langfristig deutlich.⁶⁰

Für KMU ist die Inferenz der relevante Kostenfaktor, da sie vortrainierte Modelle über APIs nutzen und keine eigenen Trainings durchführen.⁶¹ Dieser Weg eliminiert das hohe finanzielle Anfangsrisiko und ermöglicht schnelle Amortisation durch Automatisierung (z. B. Kundenservice-Chatbots und Prognosen).⁶²

1.5.2 Cloud-Infrastruktur und Rechenzentren

Cloud-Infrastruktur und moderne Rechenzentren bilden die technische Basis für die wirtschaftliche Nutzung von KI-Systemen, insbesondere für Unternehmen ohne eigene Hochleistungshardware. Großanbieter wie AWS, Microsoft Azure und Google Cloud bieten skalierbare GPU- und TPU-Cluster, die on-demand gemietet werden können. Dies ermöglicht eine flexible Skalierung von Rechenleistung ohne hohe Investitionen in eigene Server.⁶³

Das Pay-as-you-go-Modell (nutzungsabhängige Abrechnung) vermeidet kapitalintensive Vorleistungen: KMU zahlen nur für tatsächlich genutzte Ressourcen (z. B. pro Stunde GPU-Zeit oder pro Token bei APIs). Im Vergleich zu On-Premise-Lösungen entfallen hohe Investitionskosten (Hardwarekauf, Wartung)

⁵⁹ Vgl. OPENAI (2026), [Online].

⁶⁰ Vgl. ANTHROPIC (2026), [Online].

⁶¹ Vgl. COTTIER (2023), [Online].

⁶² Vgl. COTTIER u.a. (2025), [Online].

⁶³ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

und die Kosten werden zu variablen Betriebskosten.⁶⁴ Rechenzentren optimieren zudem Energieeffizienz durch Spezialisierung, was Stromkosten reduziert.

Für österreichische KMU bedeutet dies den schnelleren Einstieg in KI-Anwendungen, ein geringeres Risiko bei Pilotprojekten sowie eine bessere Wettbewerbsfähigkeit.⁶⁵ Nachteile sind die Abhängigkeit von Anbietern und potenzielle Datenschutzfragen.⁶⁶

1.5.3 Wirtschaftliche Bewertung KI-gestützter Automatisierung

Die wirtschaftliche Bewertung von KI-gestützter Automatisierung umfasst die systematische Analyse von Kosten, Nutzen und Risiken, um den finanziellen Wert eines KI-Projekts zu quantifizieren. Sie dient als Entscheidungsgrundlage für Investitionen und berücksichtigt sowohl direkte finanzielle Effekte als auch indirekte Vorteile wie Produktivitätssteigerungen.⁶⁷

Quantitative Nutzenfaktoren sind messbar und monetär bewertbar (z. B. Kosteneinsparungen, Umsatzsteigerung), während qualitative Faktoren nicht direkt monetär quantifizierbar sind (z. B. Mitarbeiterzufriedenheit, Innovationsfähigkeit). Diese Abgrenzung ist entscheidend, da qualitative Effekte oft langfristig den größten Wert schaffen, aber in ROI-Berechnungen unterrepräsentiert bleiben.⁶⁸

Direkte Kosteneinsparungen entstehen durch Reduktion von Personalkosten (z. B. Automatisierung repetitiver Aufgaben), Zeitersparnis (schnellere Prozesse) und Fehlerreduktion (weniger Nachbearbeitung). Studien zeigen ein Automatisierungspotenzial von bis zu 70 % der Tätigkeiten laut McKinsey.⁶⁹

Indirekte wirtschaftliche Effekte umfassen Skalierbarkeit (z. B. höhere Durchsatzraten ohne proportionale Kostensteigerung), Qualitätssteigerung (bessere Entscheidungen durch Datenanalyse) und neue Geschäftsmodelle (z. B. personalisierte Services). Diese Effekte führen oft zu Umsatzsteigerungen von 5–15 % in automatisierten Branchen.⁷⁰

⁶⁴ Vgl. SEVILLA u.a. (2024), [Online].

⁶⁵ Vgl. GOASDUFF (2024), [Online].

⁶⁶ Vgl. KIEL (2025), [Online].

⁶⁷ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

⁶⁸ Vgl. DELOITTE (2025), [Online].

⁶⁹ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2023), [Online].

⁷⁰ Vgl. OECD (2025), [Online].

Die **ROI-Formel** (Return on Investment) lautet:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Netto-Nutzen} - \text{Investitionskosten}}{\text{Investitionskosten}} \cdot 100$$

- **Netto-Nutzen:** Jährliche Einsparungen plus Umsatzsteigerungen minus laufende Kosten.
- **Investitionskosten:** Einmalige Ausgaben für Implementierung, Training und Hardware/Cloud.⁷¹

Diese Formel misst die Rentabilität in Prozent und dient als Kennzahl für die Wirtschaftlichkeit.⁷²

Die **Break-Even-Analyse** bestimmt die Amortisationszeit: Zeitpunkt, an dem der kumulierte Nutzen die Kosten deckt. Während erfolgreiche Projekte sich schnell amortisieren können, zeigen Studien hohe Ausfallraten, weshalb eine pauschale Break-Even-Prognose schwierig ist.⁷³

Eine **Sensitivitätsanalyse** prüft die Robustheit der ROI-Berechnung bei Veränderungen (z. B. $\pm 20\%$ bei Kosten oder Nutzungsrate). Sie zeigt, wie sensibel der ROI auf Schwankungen reagiert, und hilft Risiken einzuschätzen.⁷⁴

Typische Risiken und Fehleinschätzungen bei ROI-Berechnungen sind Überschätzung qualitativer Nutzen, Unterschätzung von Implementierungskosten (z. B. Datenaufbereitung) oder Nichtbeachtung von Wartungskosten. Oft werden indirekte Effekte nicht monetarisiert, was zu überoptimistischen Prognosen führt.⁷⁵

ROI ist eine nützliche Kennzahl für kurzfristige Entscheidungen, übersieht jedoch langfristige strategische Vorteile wie Wettbewerbsvorsprünge oder Innovationspotenzial.⁷⁶ Bei KI-Projekten ist sie oft unvollständig, da qualitative Faktoren (z. B. Mitarbeiterakzeptanz) den Erfolg maßgeblich beeinflussen. Ergänzende Metriken wie Total Economic Impact oder Balanced Scorecard sind empfehlenswert.⁷⁷

⁷¹ Vgl. KIEL (2025), [Online].

⁷² Vgl. GARTNER (2026), [Online].

⁷³ Vgl. DAVENPORT/REDMAN (2025), [Online].

⁷⁴ Vgl. DELOITTE (2025), [Online].

⁷⁵ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

⁷⁶ Vgl. CREMER u.a. (2025), [Online].

⁷⁷ Vgl. FURR/SHIPILOV (2025), [Online].

1.6 Energie- und Ressourceneffizienz

Der Energie- und Ressourcenverbrauch von KI-Systemen stellt eine der größten Herausforderungen für ihre wirtschaftliche Skalierbarkeit dar. Große Modelle erfordern immense Rechenleistung, was zu hohen Stromkosten, Kühlungsbedarf und CO₂-Emissionen führt.⁷⁸ Nachhaltige Ansätze wie „Green AI“ und CO₂-Kompensation zielen darauf ab, diesen Verbrauch zu minimieren, um KI für Unternehmen langfristig rentabel und verträglich zu machen.⁷⁹

1.6.1 Strom- und Wasserverbrauch beim Training großer Modelle

Der Stromverbrauch beim Training großer KI-Modelle ist massiv und wächst mit der Modellgröße.⁸⁰ Schätzungen für GPT-4-ähnliche Modelle liegen bei 52–62 Gigawattstunden (GWh), was dem Jahresverbrauch einer mittelgroßen Stadt entspricht, wobei globale KI-Infrastruktur bis 2030 bis zu 652 Terawattstunden (TWh) pro Jahr verbrauchen könnte – vergleichbar mit dem Strombedarf Schwedens.⁸¹

Der Wasserverbrauch erfährt in der medialen Rezeption häufig eine Überzeichnung, die sich in Schätzungen von Milliarden Litern ausdrückt.⁸² Tatsächliche Studien zeigen jedoch, dass für das Training eines GPT-3-ähnlichen Modells etwa 700.000 Liter Wasser benötigt werden.⁸³ Schätzungen zufolge werden rund 90 % der Entnahme zurückgeführt, wobei nur ein Bruchteil (circa 15 % des tatsächlichen Netto-Verbrauchs) auf Trinkwasser in Rechenzentren entfällt.⁸⁴

1.6.2 Wirtschaftliche Auswirkungen steigender Energiekosten

Steigende Energiekosten durch KI-Rechenzentren belasten Haushalte und Unternehmen, da der Verbrauch bis 2030 auf 9–12 % des US-Stroms ansteigen könnte, was zu höheren Preisen und Infrastrukturinvestitionen führt.⁸⁵

⁷⁸ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

⁷⁹ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

⁸⁰ Vgl. DEVERA (2026), [Online].

⁸¹ Vgl. COTTIER (2023), [Online].

⁸² Vgl. MILLER (2025), [Online].

⁸³ Vgl. MASLEY (2025), [Online].

⁸⁴ Vgl. TAFT/WIRED (2025), [Online].

⁸⁵ Vgl. MILLS (2025), [Online].

In Regionen mit hoher Rechenzentren-Konzentration steigen die Strompreise deutlich schneller als im nationalen Durchschnitt, der bereits einen nominalen Anstieg von 23 % verzeichnete.⁸⁶

Für KMU bedeuten höhere Preise erhöhte Betriebskosten und reduzierte Wettbewerbsfähigkeit, insbesondere in energieintensiven Branchen, in denen die durch KI-Infrastruktur getriebene Nachfrage die allgemeine Inflation deutlich übersteigt.⁸⁷

Die wirtschaftlichen Auswirkungen umfassen eine verstärkte Inflation infolge des Energiebedarfs, zunehmende soziale Spannungen sowie die wachsende Notwendigkeit, in erneuerbare Energien zu investieren, um die Kosten langfristig zu senken.⁸⁸ Prognosen zufolge wird der Einsatz von KI bis zum Jahr 2030 rund 20 % des globalen Stromverbrauchswachstums verursachen.⁸⁹

Unternehmen wie Microsoft planen, das Stromnetz aufzurüsten, um Preisanstiege zu verhindern, doch Experten warnen vor anhaltender Volatilität und höheren Rechnungen für Verbraucher.⁹⁰

1.6.3 Green AI und CO₂-Kompensation

Green AI bezeichnet Ansätze, die die Energieeffizienz von KI-Systemen priorisieren, um den ökologischen Fußabdruck zu minimieren – etwa durch energiearme Algorithmen, optimierte Modelle und den Einsatz erneuerbarer Energien in Rechenzentren.⁹¹ Das primäre Ziel besteht in der Maximierung der KI-Modellleistung bei gleichzeitiger Reduktion des Ressourcenverbrauchs.⁹²

CO₂-Kompensation ergänzt Green AI durch Maßnahmen wie Carbon Offsets, bei denen unvermeidbare Emissionen durch erneuerbare Projekte oder Carbon-Capture ausgeglichen werden, um Netto-Null zu erreichen.⁹³ Unternehmen wie Google und Microsoft kompensieren ihren KI-Verbrauch durch Investitionen in grüne Energie, wobei der Fokus auf verifizierbaren Offsets liegt, die langfristig wirksam sind. In Österreich und der EU fördern Regulierungen wie der Green Deal

⁸⁶ Vgl. SILVERSTEIN (2025), [Online].

⁸⁷ Vgl. IACURCI (2025), [Online].

⁸⁸ Vgl. STANSBURY u.a. (2025), [Online].

⁸⁹ Vgl. SMART/HSU (2025), [Online].

⁹⁰ Vgl. HOWLEY (2026), [Online].

⁹¹ Vgl. BABCOCK (2026), [Online].

⁹² Vgl. OHLE (2025), [Online].

⁹³ Vgl. GODSALL u.a. (2025), [Online].

solche Strategien, da sie nicht nur umweltfreundlich sind, sondern auch langfristig Kosten senken und die Wettbewerbsfähigkeit von KMU stärken.⁹⁴

Praktische Beispiele zeigen, wie Green AI umgesetzt wird: Effiziente Algorithmen reduzieren den Energieverbrauch um bis zu 50 % durch geringere Trainingsiterationen oder kleinere Modelle, während CO₂-Kompensation durch zertifizierte Projekte (z. B. Waldschutz) den Fußabdruck neutralisiert.⁹⁵ Für KMU bedeutet das, KI-Projekte ohne hohe Umweltkosten zu realisieren, was regulatorische Vorteile und Markenwert schafft.⁹⁶

Wirtschaftlich gesehen verbessert Green AI die Nachhaltigkeit, da energieeffiziente Modelle langfristig Betriebskosten senken und Zugang zu Fördermitteln (z. B. EU-Fonds für grüne Technologien) eröffnen.⁹⁷ Dennoch bleibt die Herausforderung, dass Kompensation keine vollständige Lösung ist, sondern durch echte Reduktion ergänzt werden muss.⁹⁸

1.7 Skalierbare und demokratisierte KI in der Zukunft

Die Zukunft der Künstlichen Intelligenz wird durch fortschrittliche mathematische Modelle und Algorithmen geprägt, die Skalierbarkeit und Demokratisierung vorantreiben, um KI von einer elitären Technologie zu einem breiten, nachhaltigen Werkzeug zu machen. Skalierbarkeit ermöglicht hier die effiziente Handhabung wachsender Komplexitäten bei sinkenden Kosten, während Demokratisierung den Zugang für diverse Akteure erweitert.

Die KI-Entwicklung steht im Zeichen eines Übergangs von Hype zu pragmatischer Anwendung, mit starkem Fokus auf effiziente Inferenz und spezialisierte, ressourcenschonende Modelle.⁹⁹

1.7.1 Small Data und Few-Shot-Learning

Traditionelle Deep-Learning-Modelle erfordern große, annotierte Datensätze, um robust zu generalisieren – eine Anforderung, die hohe Kosten für Datensammlung, Annotation und Speicherung verursacht und den Einsatz für viele Unternehmen, insbesondere KMU, einschränkt. Few-Shot-Learning (FSL) und Ansätze im Small-

⁹⁴ Vgl. EUROPEAN COMMISSION (2026), [Online].

⁹⁵ Vgl. EUROPEAN COMMISSION (2025), [Online].

⁹⁶ Vgl. O'HAGAN (2025), [Online].

⁹⁷ Vgl. KHAN u.a. (2026), [Online].

⁹⁸ Vgl. SCHWARTZ u.a. (2019), [Online].

⁹⁹ Vgl. BELLAN (2026), [Online].

Data-Regime adressieren diese Limitation, indem sie Modelle befähigen, aus wenigen Beispielen zu lernen und sich schnell an neue Aufgaben anzupassen. Diese Methoden basieren auf mathematischen Prinzipien wie Meta-Learning, probabilistischer Inferenz und Transfer-Learning, die Prior-Wissen nutzen, um Generalisierung bei Datenknappheit zu ermöglichen.¹⁰⁰ Sie sind zentral für die Demokratisierung von KI, da sie den Bedarf an massiven Ressourcen reduzieren und Anwendungen in datenarmen Domänen wie Medizin, Fertigung oder spezialisierten Logistikprozessen eröffnen.¹⁰¹

Few-Shot-Learning umfasst Techniken, bei denen ein Modell mit nur wenigen annotierten Beispielen pro Klasse (typischerweise 1–20) neue Klassen erkennt. Es gliedert sich in Zero-Shot-Learning (keine Beispiele), One-Shot-Learning (ein Beispiel) und Few-Shot-Learning im engeren Sinne. Im Kontrast zu klassischem Supervised Learning, das Tausende Beispiele benötigt, simuliert FSL episodisches Training: Das Modell lernt aus einer Serie von Aufgaben, um sich rasch an neue zu adaptieren.¹⁰² Dies spiegelt menschliches Lernen wider und macht KI wirtschaftlich skalierbar, da teure Datensammlungen entfallen.¹⁰³

Ein zentraler Ansatz ist das Meta-Learning („Learning to Learn“), das Modelle trainiert, sich über viele Aufgaben hinweg schnell anzupassen.¹⁰⁴ Das prominenteste Verfahren ist Model-Agnostic Meta-Learning (MAML), das einen Initialisierungsvektor sucht, von dem aus wenige Gradientenschritte zu optimalen Parametern für eine neue Aufgabe führen.¹⁰⁵

In modernen Large-Language-Models (LLMs) hat In-Context-Learning als Form von FSL eine zentrale Rolle übernommen. Hier lernt das Modell aus wenigen Beispielen im Prompt, ohne Parameter-Updates – eine rein inferenzbasierte Adaption, die keine teuren Fine-Tuning-Prozesse erfordert.¹⁰⁶ Dies reduziert die Kosten pro Anpassung drastisch und ermöglicht Echtzeit-Adaption in dynamischen Geschäftsprozessen.¹⁰⁷

¹⁰⁰ Vgl. IBM (2026), [Online].

¹⁰¹ Vgl. GRAMMARLY (2025), [Online].

¹⁰² Vgl. NEBIUS (2025), [Online].

¹⁰³ Vgl. INSTADEEP (2021), [Online].

¹⁰⁴ Vgl. BHADANI (2021), [Online].

¹⁰⁵ Vgl. PAYONG (2024), [Online].

¹⁰⁶ Vgl. ALKHALDI (2025), [Online].

¹⁰⁷ Vgl. LUO (2025), [Online].

Hybride Ansätze kombinieren Transfer-Learning mit Few-Shot-Techniken: Ein vortrainiertes Modell wird mit wenigen domänenspezifischen Beispielen angepasst. Besonders bei Small-Language-Models führt dies zu hoher Leistung bei minimalem Ressourcenverbrauch und macht maßgeschneiderte KI-Lösungen für Unternehmen ohne eigene Dateninfrastruktur wirtschaftlich machbar.¹⁰⁸

Die wirtschaftlichen Vorteile von Few-Shot- und Small-Data-Ansätzen sind entscheidend für die Skalierbarkeit von KI-Systemen. Sie eliminieren einen der größten Kostenfaktoren – die Erstellung großer annotierter Datensätze – und ermöglichen eine Amortisation innerhalb weniger Monate statt Jahre.¹⁰⁹ Für KMU senkt dies die Einstiegshürde erheblich: Statt Millionen für Daten und Training auszugeben, können Unternehmen mit wenigen Beispielen spezialisierte Modelle einsetzen, was den ROI durch schnellere Produktivitätsgewinne steigert.¹¹⁰

1.7.2 Spezialisierte Modelle für Branchen

Die Entwicklung spezialisierter KI-Modelle markiert einen Paradigmenwechsel von universellen LLMs hin zu domänenspezifischen Varianten.¹¹¹ Diese werden durch Fine-Tuning, Adapter-Module oder gezielte Architekturanpassungen auf branchentypische Daten und Aufgaben optimiert.¹¹²

In der Medizin ermöglichen spezialisierte Modelle eine präzise Analyse medizinischer Bilder, die Unterstützung bei Diagnosen und die Optimierung administrativer Prozesse.¹¹³ Durch Fine-Tuning auf Datensätze wie Röntgenbilder oder Patientenakten erreichen diese Modelle höhere Genauigkeit bei der Erkennung seltener Erkrankungen, was Fehldiagnosen reduziert und Behandlungskosten senkt.¹¹⁴ Wirtschaftlich relevant ist die Effizienzsteigerung: Administrative Aufgaben, die bis zu 56 % der Ausgaben in Krankenhäusern ausmachen, können automatisiert werden, wodurch Ressourcen für patientennahe Tätigkeiten freigesetzt werden.¹¹⁵

Spezialisierte Modelle in der Pharmaindustrie beschleunigen die Entwicklung neuer Medikamente, indem sie molekulare Strukturen vorhersagen und klinische Studien

¹⁰⁸ Vgl. DILMEGANI/ERMUT (2025), [Online].

¹⁰⁹ Vgl. ALKHALDI (2025), [Online].

¹¹⁰ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

¹¹¹ Vgl. BAKER (2025), [Online].

¹¹² Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

¹¹³ Vgl. YAP u.a. (2025), [Online].

¹¹⁴ Vgl. NORTH (2025), [Online].

¹¹⁵ Vgl. BURNS u.a. (2025), [Online].

simulieren – Prozesse, die traditionell Milliarden kosten und Jahre dauern.¹¹⁶ Durch probabilistische Modellierung und Optimierung auf chemischen Datensätzen reduzieren sie Entwicklungszeiten um bis zu 50 %, was neue Therapien schneller marktreif macht.¹¹⁷

Im Finanzsektor dienen spezialisierte Modelle der Betrugserkennung, Risikoabschätzung und personalisierten Beratung. Durch Fine-Tuning auf Transaktionsdaten erkennen sie Anomalien mit höherer Präzision als generische Modelle, was Betrugsverluste minimiert – ein Posten, der global Milliarden beträgt.¹¹⁸ In der Kreditvergabe ermöglichen sie differenziertere Risikomodelle, die Ausfallraten senken und den Zugang zu Finanzierung für KMU erweitern.¹¹⁹

Die wirtschaftlichen Vorteile liegen in der Kosteneffizienz: Fine-Tuning eines vortrainierten Modells erfordert nur einen Bruchteil der Ressourcen eines vollständigen Trainingsdurchlaufs, was KMU den Einsatz branchenspezifischer KI ohne eigene Infrastruktur ermöglicht.¹²⁰ Berichte zeigen, dass KMU durch eine solche strategische Implementierung von KI-Lösungen ihre operative Effizienz um bis zu 25 % steigern können, da sie von präziseren Vorhersagen und automatisierten Prozessen profitieren.¹²¹

Spezialisierte Modelle eröffnen KMU den Zugang zu High-End-Lösungen: Über Cloud-Plattformen können sie vortrainierte Branchenmodelle anpassen, ohne hohe Fixkosten.¹²² Dies fördert Innovation in datenreichen, aber ressourcenarmen Sektoren und steigert die Wettbewerbsfähigkeit durch schnellere ROI – etwa durch reduzierte Fehlerkosten in der Medizin oder geringere Verluste im Finanzbereich.¹²³

Zukünftig werden spezialisierte Modelle durch hybride Architekturen und agentische Systeme weiter verstärkt, wodurch Branchen wie Medizin und Finanzen von präziseren, kosteneffizienteren KI-Lösungen profitieren.¹²⁴ Diese Entwicklung

¹¹⁶ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

¹¹⁷ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

¹¹⁸ Vgl. KHANDABATTU (2025), [Online].

¹¹⁹ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

¹²⁰ Vgl. SQC (2025), [Online].

¹²¹ Vgl. EZHILARASAN (2026), [Online].

¹²² Vgl. PIXELFIELD (2025), [Online].

¹²³ Vgl. YEE u.a. (2025), [Online].

¹²⁴ Vgl. STANFORD HAI (2025), [Online].

macht mathematische Adaption zum Kern wirtschaftlicher Skalierbarkeit und Demokratisierung.¹²⁵

1.7.3 Integration von KI in bestehende Unternehmensprozesse

Die Integration von KI in bestehende Unternehmensprozesse stellt einen entscheidenden Schritt zur wirtschaftlichen Skalierbarkeit dar, da KI nahtlos in Workflows eingebettet wird. Statt isolierter Pilotprojekte erfolgt die Einbindung durch APIs, Low-Code-Plattformen und hybride Systeme, die bestehende Prozesse erweitern, ohne sie vollständig zu ersetzen.¹²⁶ Dies ermöglicht eine schrittweise Automatisierung, wodurch Implementierungskosten minimiert und die Produktivität gesteigert wird.¹²⁷

In der Praxis umfasst die Integration die Automatisierung repetitiver Aufgaben wie Datenverarbeitung oder Berichterstattung und sorgt damit für kontinuierliche Verbesserungen. Low-Code-Plattformen erlauben nicht-technischen Mitarbeitern, KI in Prozesse zu integrieren, was die Abhängigkeit von IT-Spezialisten reduziert und die Implementierungszeit verkürzt.¹²⁸

Wirtschaftlich gesehen senkt die Integration Fixkosten durch effiziente Ressourcennutzung: McKinsey schätzt, dass Unternehmen durch KI-integrierte Prozesse bis zu 30 % der Betriebskosten einsparen können, mit Produktivitätsgewinnen von über 40 %. Für KMU ist dies besonders vorteilhaft, da Cloud-basierte Integrationslösungen keine hohen Vorabinvestitionen erfordern und eine schnelle Amortisation ermöglichen – oft innerhalb von 6–12 Monaten durch reduzierte Fehlerquoten und schnellere Entscheidungsprozesse.¹²⁹

In Branchen wie Fertigung und Logistik optimiert KI integrierte Prozesse durch prädiktive Wartung und Supply-Chain-Optimierung, was Ausfallzeiten minimiert und Lieferketten resilienter macht.¹³⁰ Deloitte berichtet, dass Unternehmen mit KI-integrierten Arbeitsabläufen 25 % schnellere Verarbeitungszeiten und 30 % niedrigere Kosten der Rechtskonformität erzielen, was die Wettbewerbsfähigkeit steigert und neue Geschäftsmodelle ermöglicht.¹³¹

¹²⁵ Vgl. KEEN (2025), [Online].

¹²⁶ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

¹²⁷ Vgl. MAYER u.a. (2025), [Online].

¹²⁸ Vgl. LODOLCE/MORAN (2025), [Online].

¹²⁹ Vgl. MCKINSEY & COMPANY (2025), [Online].

¹³⁰ Vgl. DELOITTE (2025), [Online].

¹³¹ Vgl. KHANDABATTU (2025), [Online].

Zukünftig wird die Integration durch agentische Systeme und multimodale KI weiter vorangetrieben, die mathematische Modelle für autonome Prozessanpassung nutzen.¹³² Dies verspricht eine weitere Demokratisierung, da KMU durch skalierbare Plattformen ohne massive Investition profitieren können, was langfristig zu höherer Resilienz und Innovation führt.¹³³

1.7.4 KI-Zugang für KMUs und Startups

Der Zugang zu Künstlicher Intelligenz für kleine und mittlere Unternehmen sowie Startups wird durch Cloud-Plattformen, Open-Source-Modelle und gezielte Förderprogramme demokratisiert.¹³⁴ Dies bewirkt eine weitreichende Demokratisierung der Technologie, da KMU und Startups nicht mehr in teure Hardware oder umfangreiche Datensätze investieren müssen, sondern via APIs und Low-Code-Tools skalierbare Lösungen anpassen können – ein Trend, der die wirtschaftliche Skalierbarkeit fördert und Innovation in ressourcenarmen Umfeldern ermöglicht.¹³⁵

Praktische Implementierungen zeigen, wie Startups durch offene KI-Modelle wie Mistral, Grok oder Stable Diffusion wettbewerbsfähige Produkte entwickeln können, die mit minimalen Anpassungen marktreif werden und Umsatzpotenziale in Nischenmärkten erschließen.¹³⁶ Für KMU erweisen sich No-Code-Plattformen wie Bubble oder Adalo als entscheidender Wendepunkt, da sie KI-Integration ohne Programmierkenntnisse ermöglichen und damit Personalkosten für Spezialisten einsparen, was die Skalierung von Prototypen zu vollwertigen Anwendungen beschleunigt.¹³⁷

Förderprogramme und regulatorische Erprobungsräume, wie die EU-AI-Act-Initiativen, erleichtern den Zugang weiter: KMU und Startups erhalten kostenlosen oder subventionierten Zugang zu Testumgebungen und Rechenressourcen, um Rechtskonformität zu gewährleisten und Innovationen risikofrei zu entwickeln.¹³⁸ In Deutschland unterstützt die Hightech Agenda KI-Startups mit Finanzierungen

¹³² Vgl. YEE u.a. (2025), [Online].

¹³³ Vgl. KEEN (2025), [Online].

¹³⁴ Vgl. OMDENA (2025), [Online].

¹³⁵ Vgl. NETAPP INSTACLUSTER (2026), [Online].

¹³⁶ Vgl. BUBBLE (2025), [Online].

¹³⁷ Vgl. ADALO (2026), [Online].

¹³⁸ Vgl. INNOVATION NEWS NETWORK (2024), [Online].

und Förderprogrammen, die den Übergang von der Frühfinanzierungsphase (Pre-Seed) zur Skalierung erleichtern.¹³⁹

Allerdings bleibt der Erfolg abhängig von der Balance zwischen technologischer Innovation und verantwortungsvoller Nutzung.¹⁴⁰ Besonders wichtig sind dabei ethische Überlegungen und die Integration in menschenzentrierte Prozesse, um langfristige Akzeptanz und Nachhaltigkeit zu sichern.¹⁴¹

¹³⁹ Vgl. BMWK (2026), [Online].

¹⁴⁰ Vgl. APPLIEDAI INSTITUTE (2026), [Online].

¹⁴¹ Vgl. DELOITTE (2025), [Online].

2 DER GEGENSEITIGE EINFLUSS VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ UND MENSCH

Durch den Versuch, die Komplexität menschlicher Kognition zu erfassen, entstand ein System, welches die Prinzipien des Denkens in technologische Strukturen überträgt: Die Künstliche Intelligenz. Sie orientiert sich nicht an biochemischen Prozessen, sondern an menschlichen Modellen von Logik und Struktur. Trotz der unterschiedlichen Grundlagen zeigten sich im Laufe der Entwicklung Parallelen in der Art, wie beide Systeme Informationen verarbeiten, aus Erfahrungen lernen und kreative Lösungen generieren. Dadurch entsteht ein wechselseitiger Einfluss: Der Mensch prägt die Künstliche Intelligenz durch Imagination, wodurch sie auf dieser Basis neue Perspektiven eröffnet, und eine Transformation des menschlichen Denkens und Verstehens bewirkt.

2.1 Parallelen zwischen Künstlicher Intelligenz und Mensch

Die menschliche Intelligenz bildet seit Jahren die Vorlage zur Künstlichen Intelligenz. Allgemein formuliert ist Intelligenz die Fähigkeit, abstrakt und vernünftig zu denken, sich mit der Umgebung auseinanderzusetzen und schlüssige Handlungen aus dieser zu ziehen, um das Zusammenspiel verschiedener kognitiver Teilkompetenzen zu ermöglichen. Um diese aufzuschlüsseln, beschäftigten sich die US-amerikanischen Psychologen Howard Gardner und Robert Sternberg mit der Auffassung von allgemeiner Intelligenz. Gardener schlägt acht unabhängige Intelligenzen vor: sprachlich, logisch-mathematisch, musikalisch, räumlich, körperlich-kinästhetisch, intrapersonal, interpersonal und auf die Natur bezogene Intelligenz. Sternberg hingegen veröffentlichte die triarchische Intelligenztheorie, in welcher behauptet wird, dass nur drei Intelligenzen gibt: die analytische, die kreative und die praktische Intelligenz.¹⁴²

Eine Künstliche Intelligenz ist fähig, sowohl sprachliche als auch logisch-mathematisch zu lösende Probleme ohne Hindernisse zu verstehen, zu interpretieren und zu behandeln. Für den Vergleich des Menschen und einer Maschine sind jedoch die kreativ-künstlerische und die interpersonale Intelligenz von Relevanz. Letztere ist ausschlaggebend dafür, ob ein Mensch eine Maschine

¹⁴² Vgl. LEHRBUCH PSYCHOLOGIE (2014), [Online].

akzeptiert oder nicht, da diese lernen muss, menschliches Verhalten zu interpretieren und zu imitieren. Keine andere Kompetenz ist so von Bedeutung für eine Künstliche Intelligenz wie jene, sich als Mensch auszugeben und wie ein Mensch zu handeln.¹⁴³

2.1.1 Informationsverarbeitung durch Neuronen

Das Nervensystem eines Menschen besteht aus hochkomplexen Strukturen, die so vernetzt sind, dass jeglicher Informationsaustausch in kürzester Zeit so effizient wie möglich stattfindet. Die Informationsweiterleitung findet über Neuronen statt, welche über Synapsen miteinander verbunden sind. Die Reizweiterleitung findet sowohl elektrisch als auch chemisch statt. Ein Neuron besteht aus diversen Komponenten, welche unterschiedliche Aufgaben übernehmen:

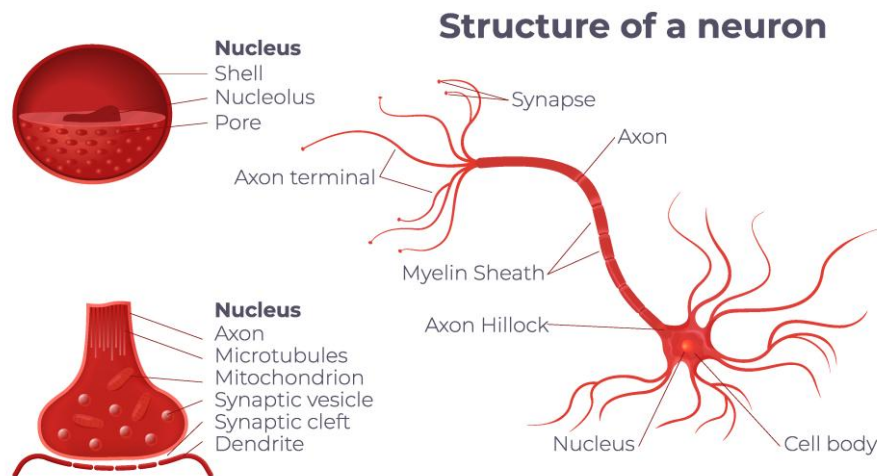


Abbildung 1: Zusammensetzung des Neuron-Anatomie-Diagramms (Quelle: macrovector auf Freepik)

Die Dendriten nehmen elektrische Impulse wahr und leiten diese über das Soma an den Axonhügel weiter. Wird dort eine bestimmte Schwelle überschritten, entsteht ein Aktionspotenzial und das Signal wird über das Axon zu den Synapsen transportiert. Dort wird das elektrische Signal in ein chemisches Signal umgewandelt, welches in Form von Botenstoffen, sogenannten Neurotransmittern an die nächste Zelle weitergeleitet und wieder in ein elektrisches Signal umgewandelt wird.¹⁴⁴

Grob zusammengefasst wird durch diesen Prozess Information sowohl an das zentrale Nervensystem, beispielsweise an unser Gehirn, geleitet als auch innerhalb

¹⁴³ Vgl. LEHRBUCH PSYCHOLOGIE (2014), [Online].

¹⁴⁴ Vgl. STUDYFLIX (2026), [Online].

des peripheren Nervensystems. Im Gehirn wird die Information verarbeitet und als Reaktion auf diese wiederum Signale zurückgeleitet, um eine Aktion zu setzen. Die Verarbeitung der Information ist ebenso elektro-chemisch wie die Reizweiterleitung im Nervensystem.

2.1.2 Informationsverarbeitung durch künstliche neuronale Netze

Künstliche neuronale Netze sind, wie der Name bereits indiziert, eine dem menschlichen Gehirn ähnliche Struktur an Verknüpfungen, die mittels diverser Schichten und weiteren Komponenten Informationen aufnehmen, verarbeiten und zurückgeben können. Dies wird im Kapitel „Backpropagation in neuronalen Netzen“ erläutert.¹⁴⁵

Der technische Fortschritt und das Nachahmen eines vorhandenen Modells, in diesem Fall des menschlichen Gehirns, haben eine schnellere und präzisere Informationsverarbeitung ermöglicht. Essenziell sind die Grobstrukturen der Verknüpfungen, Knoten oder Neuronen, und die Art der Informationsweiterleitung.

Künstliche neuronale Netze sind in ihrer Struktur systematisch und vielschichtig, in Bezug auf Anpassungsfähigkeit jedoch eingeschränkt und weniger komplex als das menschliche Gehirn. Durch die anspruchsvollen Leistungen sind zudem Rechenprozesse dieser neuronalen Netze energieintensiver als die Verarbeitung im Gehirn. Die Energieintensität lässt sich vor allem durch die Verarbeitungsgeschwindigkeit erklären, welche einen Bruchteil der Zeit beschreibt, die das menschliche Gehirn zur Verarbeitung der gleichen Information benötigt.¹⁴⁶

2.1.3 Kern der Systeme

Beide Strukturen, sowohl das menschliche Gehirn als auch künstliche neuronale Netze, arbeiten mit Verknüpfungen und Verbindungen, welche die Austauschgeschwindigkeit der Verknüpfungen erhöhen. Ebenso ähnlich sind die Methoden, Neues zu erlernen, im wesentlichen Unterschied, dass das Gehirn einer biologischen Basis entspringt und künstliche neuronale Netze durch eine antrainierte Datenbank wachsen. Dennoch passen sich beide Systeme an neue Datensätze an und verändern beziehungsweise erweitern ihre vorhandene Struktur. Die hohe Komplexität des Gehirns kann nicht mit den geordneten Schichten eines neuronalen Netzes verglichen werden, was dem Gehirn den Vorteil

¹⁴⁵ Vgl. DIRKS-COMPUTERECKE (2025), [Online].

¹⁴⁶ Vgl. OAPR (2025), [Online].

einer stärkeren Leistungseffizienz verschafft. Unabhängig davon sind neuronale Netze ebenso in der Lage, komplexe Aufgaben zu lösen, ohne dabei auf fixierte Regeln zurückzugreifen, sondern auch selbstständig zu lernen. Muster, Ähnlichkeiten, Identität und Kreativität können erkannt, erlernt und angewandt werden.¹⁴⁷

2.2 Vergleich der Arbeitsweisen

Intelligenz ist keine einzelne Fähigkeit, sondern die Koordination verschiedener Gehirnleistungen, die gezielt zusammenspielen, um die Verarbeitungs- und Steuerungsfunktion wahrnehmen zu können. Zu jenen Gehirnleistungen zählen Bewusstsein, Persönlichkeit, Denken, Lernen, Emotionen, Kreativität und Handlungssteuerung.

Zwischen den Arbeitsschritten der Leistungen, die das menschliche Gehirn hervorbringen kann, liegen diverse Interaktionen von Umgebung und Individuum. Während dieser Interaktionen empfängt das Gehirn Schritt für Schritt Sinnesinformationen, die mittels der bereits erwähnten Informationsverarbeitung durch Neuronen stattfindet. Bei diesem Vorgang wird die Außenwelt nicht kopiert, sondern interpretiert, was die Wahrnehmung zu einer aktiven Leistung macht, nicht nur zu einer passiven Aufnahme. Die vom Menschen genannte „Realität“ ist somit eine neuronale Konstruktion aufgrund von Erfahrungswerten und individueller Bedingungen.¹⁴⁸

2.2.1 Leistungen des menschlichen Gehirns

Die Informationsaufnahme in großen Mengen erfordert die Fähigkeit zur Sortierung, Kategorisierung und Aufbewahrung. Das menschliche Gehirn benötigt für diesen Prozess das Gedächtnis. Die Annahme, dass es sich hierbei um einen Speicher handelt, erweist sich als unzutreffend. Tatsächlich besteht es vielmehr aus einem Netzwerk von Synapsen. Im Prozess der Repetition von Ereignissen kommt es zu einer Verstärkung der Verbindungen zwischen den Synapsen. Das Erinnern an ein Ereignis beziehungsweise ein Gefühl geht mit der Aktivierung des jeweiligen Musters einher. Es ist evident, dass bei jeder erneuten Abfrage Erinnerungen leicht modifiziert werden, da das Gedächtnis dynamisch arbeitet.¹⁴⁹

¹⁴⁷ Vgl. OAPR (2025), [Online].

¹⁴⁸ Vgl. MEDICOCONSULT (2024), [Online].

¹⁴⁹ Vgl. MEDICOCONSULT (2024), [Online].

Darüber hinaus sind Kombination, Abstraktion und Problemlösung die Grundbausteine für die zentrale Leistung des Gehirns, das Denken (vgl. https://medicoconsult.de/Intelligenz_und_Gehirn/). Zu den Kompetenzen, die in diesem Kontext als relevant erachtet werden, zählen logische Schlussfolgerungen, Mustererkennung, Planung, Hypothesenbildung sowie die kreative Kombination von Methoden. Die im Text erwähnten Aufgaben werden laut der vorliegenden Literatur im präfrontalen Cortex, einem Teil des vorderen Gehirns, ausgeführt.

Die Fähigkeit zu lernen ist einer der komplexesten Teilbereiche der menschlichen Intelligenz. Die Leistungen des Gehirns resultieren aus dessen Neuroplastizität, welche die Orientierung und Adaption an Erfahrungswerten ermöglicht. Im Rahmen dieses Prozesses werden neue Verknüpfungen zwischen den Nervenzellen gebildet und bestehende Verknüpfungen verstärkt oder abgeschwächt. Dies gewährleistet die Erhaltung der Anpassungsfähigkeit des Gehirns. Die wiederholte Ausführung einer Handlung führt zur Stärkung neuronaler Strukturen im Gehirn und zu einer Steigerung der Verarbeitungsgeschwindigkeit

Die Sprache ist eine weitere komplexe Leistung, die Abstraktion, Kommunikation, Selbstreflexion und die Weitergabe von Wissen sowohl im fachlichen als auch im kulturellen Aspekt ermöglicht. Die Sprache erlaubt zudem das Denken über nicht anwesende Dinge sowie über das Denken selbst, ein Vorgang, der als Metakognition bezeichnet wird.¹⁵⁰

Alle genannten Komponenten fungieren als Teilfaktoren der menschlichen Intelligenz, was diese dynamisch, anpassungsfähig und hochkomplex gestaltet.

2.2.2 Potenzial künstlicher neuronaler Netze

Der Einsatz neuronaler Netze zur Steigerung der Effizienz und Entlastung des menschlichen Gehirns stellt einen bedeutenden Fortschritt in der Künstlichen Intelligenz dar. Neuronale Netze sind in der Lage, große Datenmengen strukturiert und verständlich darzustellen, was für das menschliche Gehirn nicht möglich wäre. Dadurch können sie dem Menschen als Entscheidungsunterstützung dienen. Darüber hinaus ist es auf Basis einer ausreichenden reinen Datenmenge möglich, komplexe Muster zu analysieren und zu erkennen, die dem Menschen aufgrund der mangelnden Information sowie der erschwerten Mustererkennung durch die menschlichen Erfahrungswerte nicht auffallen würden. Dies ermöglicht eine

¹⁵⁰ Vgl. MEDICOCONSULT (2024), [Online].

frühzeitige Erkennung von Trends und Risiken und leistet einen Beitrag zur Optimierung von Frühwarnsystemen in diversen Bereichen. Neuronale Netze verfügen über die Fähigkeit, auf trainierte Eindrücke zu reagieren, indem sie diese klassifizieren, interpretieren und den eigenen Output als Inspiration für mögliche kreative Lösungsansätze zurückwerfen. Die Verwendung von Künstlicher Intelligenz mittels neuronaler Netze ermöglicht eine kognitive Entlastung des Menschen, da dieser monotone Aufgaben an die KI delegieren kann. Hierdurch wird mehr Zeit für höherwertige Aufgaben geschaffen und der Fokus auf die Problemlösung gerichtet.¹⁵¹

2.2.3 Grenzen der Technologie

Das menschliche Gehirn besteht aus geschätzten 100 Milliarden Nervenzellen, während herkömmliche neuronale Netze oftmals nur einen Bruchteil dieser Anzahl besitzen.¹⁵²

Auch das System, in welchem Informationen verarbeitet werden, schränkt die Nachahmung der Komplexität des menschlichen Gehirns ein, da dieses keine klare Struktur, sondern eine unbegrenzte Menge an Verknüpfungen aufweist. Der menschlichen Intelligenz sind damit keine Grenzen gesetzt, während neuronale Netze im künstlichen Feld immer dem gleichen Aufbau folgen müssen, um zu funktionieren.

Zudem benötigen neuronale Netze größere Datenmengen, um der Funktionsweise des menschlichen Gehirns zu ähneln. Dieses kann anhand von wenigen Erfahrungswerten identifizieren und klassifizieren, während neuronale Netze für das gleiche Ergebnis unterschiedlichste Referenzen und Daten benötigen und für diesen Prozess mehr Energie verbrauchen als das Gehirn. Sie müssen von der Ausgangsbasis Null trainiert werden, um auf gezielte und realistische Ergebnisse zu kommen.¹⁵³

2.3 Arten und Ausdrucksformen von Kreativität

Kreativität wird typischerweise definiert als die Fähigkeit, neue Ideen oder Produkte zu entwickeln, die originell und von (wirtschaftlichem) Nutzen beziehungsweise wertvoll sind. Hinsichtlich dieser Definition bezieht sich Kreativität nicht nur auf Ausdruck, sondern auch auf diverse Aspekte wie

¹⁵¹ Vgl. PLOENNIGS (2026), [Online].

¹⁵² Vgl. UNIVERSITÄTS SPITAL ZÜRICH (2026), [Online].

¹⁵³ Vgl. WOOD (2022), [Online].

Ökonomie, Ökologie, Psychologie und viele weitere. Diese Aspekte beeinflussen wiederum die alltäglichen Grundlagen, auf welcher Kreativität aufbaut. Anders könne man ausdrücken, dass Kreativität die Fähigkeit sei, bestehendes Wissen zu verknüpfen und daraus ein neues Konzept zu entwickeln.¹⁵⁴

Graham Wallas, ein britischer Soziologe und Psychologe, beschrieb den kreativen Prozess, indem er diesen in vier Phasen unterteilte: Saturierung, Inkubation, Illumination und Verifikation. Dieses Konzept veranschaulicht die Problemfindung und -definition, die unterbewusste Auseinandersetzung mit den vorhandenen Informationen, den nach Archimedes benannten „Eureka-Moment“ und die detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Komponenten. Neben diesem klassischen Modell zeigt die Forschung, dass Kreativität sowohl durch Persönlichkeitsmerkmale, Flow-Zustände, divergentes Denken als auch durch die Fähigkeit zu unbewussten Einsichten geprägt ist, die zu innovativen Lösungen führen.¹⁵⁵

2.3.1 Künstlerische und ästhetische Kreativität

Künstlerische Kreativität umfasst die Produktion von Werken, die sowohl ästhetisch ansprechend als auch originell sind, wie Musik, Malerei, Literatur oder Tanz. Sie zeichnet sich durch die Fähigkeit aus, Emotionen, Ideen und Sinneseindrücke in neue Formen zu transformieren und das Publikum auf intellektueller oder emotionaler Ebene zu berühren. Künstlerische Kreativität kann spontan auftreten (primäre Kreativität) oder durch geplante, reflektierte Arbeit (sekundäre Kreativität) entwickelt werden. Integrative Kreativität, bei der beide Formen verschmelzen, führt zu visionären Kunstwerken, philosophischen Konzepten oder kulturell prägenden Ideen. Charakteristisch für diese Ausdrucksform ist die Nutzung von Imagination, Symbolik und ästhetischem Urteilsvermögen, wobei der kreative Prozess häufig stark von individuellen Erfahrungen, emotionalem Zustand und unbewussten Denkmustern abhängt.¹⁵⁶

2.3.2 Wissenschaftlich-technische Kreativität

Wissenschaftlich-technische Kreativität zielt auf die Entwicklung neuer Theorien, Modelle, Technologien oder Problemlösungen ab, die einen praktischen oder theoretischen Nutzen bieten. Sie setzt sowohl analytisches als auch divergentes

¹⁵⁴ Vgl. HAGEBACK (2022), S. 18.

¹⁵⁵ Vgl. HAGEBACK (2022), S. 18f.

¹⁵⁶ Vgl. HAGEBACK (2022), S. 10ff.

Denken voraus, kombiniert Expertenwissen mit der Fähigkeit, konventionelle Denkweisen zu hinterfragen, und nutzt gezielte Experimente und Hypothesenbildung. Kreative Durchbrüche in Wissenschaft und Technik entstehen oft durch das Erkennen bislang unerkannter Zusammenhänge, die Anwendung von Analogien zwischen Wissensgebieten oder das Herausfordern bestehender Paradigmen. Flow-Zustände und die Fähigkeit zur unbewussten Inkubation spielen hierbei eine zentrale Rolle, da sie die mentale Verarbeitung komplexer Informationen erleichtern und plötzliche Einsichten fördern.¹⁵⁷

2.3.3 Künstliche Kreativität durch Algorithmen

Mit dem Aufkommen der Künstlichen Intelligenz kann Kreativität zunehmend algorithmisch simuliert werden. Künstliche Kreativität umfasst das Erzeugen von Ideen, Lösungen oder Kunstwerken durch KI-Systeme, die auf maschinellem Lernen, neuronalen Netzen oder generativen Modellen basieren. Diese Systeme können Muster erkennen, bestehendes Wissen kombinieren und auf neue Weise darstellen, wodurch sie menschliche Kreativität ergänzen oder sogar eigenständig innovative Beiträge leisten. KI-gestützte Kreativität findet Anwendung in Bereichen wie computergestütztem Design, Musikkomposition, Literaturgenerierung und Problemlösungsalgorithmen, wobei sie die menschliche Kreativität beschleunigen, erweitern und in bislang unerschlossene Richtungen lenken kann. Entscheidend ist, dass die Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI einen hybriden kreativen Prozess schafft, in dem algorithmische Vorschläge und menschliche Intuition ineinandergreifen, um neuartige, wertvolle Ergebnisse zu erzielen.¹⁵⁸

2.4 Verarbeitung menschlicher Inputs

Ein kontinuierlicher Austausch an Informationen sowie deren Analyse und Verarbeitung sind nur ein geringer Anteil der Arbeit, die sowohl die Künstliche Intelligenz als auch der Mensch leisten müssen, um zu gewünschten Ergebnissen zu kommen. Die verschiedenen, bereits erläuterten Formen von Kreativität sind hierfür ausschlaggebend, je nach erstrebtem Output.

Um zu erwartungsentsprechenden Ergebnissen zu gelangen, gilt ein einfacher Grundsatz bei der Arbeit mit Künstlicher Intelligenz zu beachten: „Act as if it’s human“. Dies ist ausschlaggebend für die Herangehensweise, mit welcher

¹⁵⁷ Vgl. HAGEBACK (2022), S. 5ff.

¹⁵⁸ Vgl. HAGEBACK (2022), S. 69ff.

Prompting, der Grundbaustein für die Generierung neuer Ideen, eingesetzt wird. Letztendlich ist Prompting ebenfalls eine Form von Kommunikation, welche Klarheit, Struktur und Vollständigkeit erfordert, um zielgerichtete Rückgaben zu generieren und die Ausgabe sinnvoll einsetzen zu können.¹⁵⁹

2.4.1 Perspektiven durch Ideengenerierung

In der vorliegenden Untersuchung werden diese Systeme als Information-Stimuli bezeichnet, die insbesondere in frühen Kreativphasen Denkanstöße liefern und somit Divergenz im Ideenspektrum erzeugen. Gemäß den Experimenten wird ersichtlich, dass KI-Stimuli eine Förderung von zwei Formen der Kreativität bewirken: der breiten Exploration, die sich durch eine Vielzahl, wenngleich weniger ausgereifter Ideen auszeichnen, sowie der fokussierten Vertiefung, die sich durch eine geringe Anzahl, dafür jedoch kreativer und elaborierterer Ideen manifestiert. Die Breite und Vielfalt der KI-Inputs haben einen signifikanten Einfluss auf die Generierung kreativer Ideen. Engere, themenspezifische Inputs hingegen tragen zur Qualitätssteigerung des Einzeloutputs bei.¹⁶⁰

Es konnte festgestellt werden, dass visuelle und technische Stimuli, wie beispielsweise KI-basiertes Design, Choreografie-Vorschläge oder kombinierte Muster, den Zugriff auf Lösungsräume ermöglichen, die ohne den Einsatz einer Maschine nur schwer erreichbar wären. Künstlerinnen und Managerinnen charakterisieren Künstlerische Intelligenz als Inspirator oder kreativen Partner, der Denkmuster verschiebt und alternative Assoziationen ermöglicht. Die vorliegende Analyse kommt zu dem Schluss, dass Künstliche Intelligenz folglich nicht als Substitut für menschliche Eingaben fungiert, sondern vielmehr eine Erweiterung dieser darstellt.¹⁶¹

2.4.2 Qualität des Outputs

Die Qualität der kreativen Ergebnisse wird durch das Zusammenspiel von algorithmischer Vielfalt und menschlicher Bewertung determiniert. Künstliche Intelligenz generiert in hohem Tempo konsistente, variable Entwürfe, doch erst die menschliche Bewertung und Ausarbeitung machen den Output relevant, nutzbar und kontextsensibel. Die Analyse ergab, dass eine verstärkte KI-stimulierte

¹⁵⁹ Vgl. UNIVERSITÄT WIEN (2026), [Online].

¹⁶⁰ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 76ff.

¹⁶¹ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 50ff.

Kreativität oft zu weniger elaborierten Beschreibungen führt, wohingegen fokussierte KI-Anregungen die durchschnittliche Kreativität verbessern.¹⁶²

Von zentraler Bedeutung ist die Qualität der menschlichen Eingaben. Die Maschine operiert innerhalb des Rahmens, den Prompts, Constraints und Zielsetzungen bilden. Die eigentliche Kreativität liegt im menschlichen Intentionsdesign, das heißt in der Formulierung, Bewertung, Auswahl und Weiterentwicklung des Outputs. Es lässt sich ableiten, dass die Generierung hochwertiger Ergebnisse die iterative Einbindung menschlicher Korrekturen erfordert.¹⁶³

Darüber hinaus wird die Qualität eines Produkts oder einer Dienstleistung durch kontextnahe Stimuli und Bewertungssysteme wie die Konsensmethode (Usefulness & Novelty) determiniert. KI-Ergebnisse sollen stets durch menschliche Qualitätsmaßstäbe wie Relevanz, Machbarkeit, Nutzerbedürfnisse und ästhetische Passung gefiltert werden. Der Prozess der Transformation von algorithmischer Breite in zielgerichtete Qualität wird folglich realisiert.¹⁶⁴

2.4.3 Rationalisierung und Emotionale Ebenen

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz führt zu einer Rationalisierung kreativer Arbeit, indem komplexe Informationsmengen analysiert, Muster erkannt und Suchräume reduziert werden. Die beschleunigte Forschung, die Identifizierung von Trends, die Simulation technischer Lösungen sowie die Unterstützung von Entscheidungen durch datenbasierte Evidenz sind wesentliche Funktionen von A.I. Menschen strukturieren Eingaben, definieren Ziele und interpretieren Ergebnisse. Die emotionale Dimension bleibt im vorliegenden Kontext klar menschlich. Empathie, ästhetisches Urteil, Intuition und Bedeutungskonstruktion sind nicht automatisierbar.¹⁶⁵

Künstler*innen bezeichnen Künstliche Intelligenz als Ko-Kreator, der die Wahrnehmung verändert und Inspiration erzeugt, jedoch keine genuine emotionale Intention besitzt. Die emotionale Tiefe manifestiert sich erst durch die menschliche Interpretation des Outputs. Künstliche Intelligenz steht für Daten, Varianten und Geschwindigkeit, während der Mensch für Emotionalisierung steht,

¹⁶² Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 77ff.

¹⁶³ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 57f.

¹⁶⁴ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 76ff.

¹⁶⁵ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 57f.

also Bedeutung, Empathie und Sinn. Das höchste Kreativpotenzial manifestiert sich in der bewussten Kombination beider Anteile.¹⁶⁶

2.5 Einfluss Künstlicher Intelligenz auf die Menschliche Psyche

Mit der zunehmenden Präsenz Künstlicher Intelligenz im Alltag verändern sich nicht nur Abläufe und Arbeitsweisen, sondern auch Wahrnehmung, Verhalten und psychische Prozesse des Menschen. Künstliche Intelligenz kann als Werkzeug fungieren, das Aufgaben übernimmt, Informationen aufbereitet und Entscheidungsprozesse unterstützt. Dadurch entstehen neue Anforderungen an die Selbstorganisation, Aufmerksamkeit und die Fähigkeit, eigene Handlungen kritisch zu reflektieren.

2.5.1 Persönlichkeitstypen

Die psychischen Auswirkungen der Künstlichen Intelligenz auf den Menschen lassen sich nicht generell auf die Gesamtheit übertragen, da der Mensch aufgrund von verschiedenen Erfahrungswerten und Selbstwahrnehmung sehr individuell reagiert. Um diese Auswirkungen zu gliedern, kann man diverse Modelle zur Einteilung von Persönlichkeitstypen verwenden, um die Vielfalt der Menschen in Clustern zu sortieren und analysieren.

Myers-Briggs-Typenindikator: Dieser ist ein alltagspsychologischer Test, welcher ausgehend von den vier Indikatoren Motivation, Aufmerksamkeit, Entscheidung und Lebensstil sowie deren untergeordnete jeweils zwei Varianten Menschen in 16 verschiedene Typen einteilt. Dieser Test eignet sich zwar weniger für die Diagnostik, ist jedoch im gegebenen Sachzusammenhang ideal für den Individuellen, um sich selbst einzuschätzen und mithilfe des Ergebnisses sich weiterzuentwickeln.¹⁶⁷

Persönlichkeit nach Eysenck: Hans Eysenck geht in seinen Arbeiten auf die biologisch-genetisch bedingten Merkmale ein, bei welchen den Zusammenhang der Größe der Amygdala, dem Zentrum unserer Emotionsverarbeitung, und Introvertiertheit beziehungsweise Extrovertiertheit erläutert.¹⁶⁸

¹⁶⁶ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 106ff.

¹⁶⁷ Vgl. SIMKUS (2025), [Online].

¹⁶⁸ Vgl. STANGL (2026), [Online].

Big-Five-Persönlichkeitsmodell: Dieses Modell orientiert sich an den fünf Hauptfaktoren Offenheit, Gewissenhaftigkeit, Extraversion, Verträglichkeit und emotionaler Stabilität, ähnlich wie im Konzept der Persönlichkeit nach Eysenck erläutert.¹⁶⁹

Obwohl diese Modelle von unterschiedlichen theoretischen Ursprüngen ausgehen, weisen sie zentral überlappende Dimensionen auf. Im Zuge dieser Arbeit können aus diesen Informationen vereinfachte Typen zur Veranschaulichung der individuellen Auswirkungen als Beispiel genutzt werden. Die Bündelung dieser Merkmale lässt sich in vier grob übergeordnete Persönlichkeitstypen einteilen, welche durch die Reduktion praktikabler darzustellen sind:

Der strukturierte Umsetzer: Dieser Persönlichkeitstyp zeichnet sich durch hohe Gewissenhaftigkeit, emotionale Stabilität und eine ausgeprägte Ziel- sowie Strukturorientierung aus. Entscheidungen werden rational getroffen, Handlungen erfolgen planvoll und mit starkem Leistungsanspruch. Er profitiert von der KI-Nutzung, da er aufgrund der datenbasierten Analysen und strukturierten Entscheidungsgrundlagen seine plan- und leistungsorientierte Arbeitsweise ergänzen kann. Das Risiko besteht hier in der Überabhängigkeit von Systemempfehlungen und der Reduktion der eigenständigen Urteilsbildung.¹⁷⁰

Der dynamische Macher: Dieser Typ ist durch hohe Extraversion, Energie und Handlungsorientierung gekennzeichnet. Er agiert spontan, entscheidungsfreudig und sucht aktiv Herausforderungen sowie leistungsbezogene Wettbewerbssituationen. Die schnelle Informationsbereitstellung und unmittelbares Feedback fördern ihn in seinen Eigenschaften, jedoch bleibt das Risiko einer fehlenden tieferen Reflexion und die Neigung zu impulsiven Entscheidungen.¹⁷¹

Der analytische Denker: Er verfügt über eine hohe kognitive Reflexionsfähigkeit, ausgeprägte Offenheit für neue Ideen und eine eher introvertierte Grundhaltung. Handlungen basieren auf strategischer Planung, Analyse und konzeptionellem Denken. Künstliche Intelligenz bietet ihm die Möglichkeit, sein Potenzial aufgrund der klaren Strukturen auszuschöpfen. Er ist jedoch gefährdet, kognitiv überlastet

¹⁶⁹ Vgl. STANGL (2026), [Online].

¹⁷⁰ Vgl. STANGL (2026), [Online].

¹⁷¹ Vgl. KAHNEMAN (2011), S. 31ff.

zu werden, da die permanente Informationsverfügbarkeit zu einer übermäßigen Detailorientierung führen kann.¹⁷²

Der sensible Stabilisator: Dieser weist eine hohe soziale Sensibilität, Empathie Fähigkeit und Harmonieorientierung auf. Zwischenmenschliche Beziehungen, Teamstabilität und emotionale Ausgewogenheit stehen im Zentrum seines Handelns. Diesen Typen entlastet die Künstliche Intelligenz durch die Delegierung von administrativen Aufgabenstellungen. Die verstärkte Technologisierung könnte allerdings als distanzierend wahrgenommen werden, wodurch Unsicherheiten gegenüber automatisierten Systemen entstehen.¹⁷³

Diese vier Typen sind eine grobe Einteilung, keine psychologische Diagnostik der Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz auf den Menschen. Sie geben einen Überblick über mögliche Marktnischen und Herausforderungen für diverse Typen von Menschen.

2.5.2 Emotionales und soziales Verhalten

Künstliche Intelligenz kann für das Individuum eine Entlastung hinsichtlich sämtlicher Herausforderungen im Alltag sein und dadurch die Produktivität erhöhen. Dies ist jedoch an eine emotionale Distanz zu jenen Menschen gekoppelt, welche zuvor an der Interaktion zur Lösung von Problemen beteiligt waren, d. h., das Interagieren mit anderen menschlichen Systemen, die vom Prinzip her gleich aufgebaut sind, wird weniger in Anspruch genommen, wodurch sich das Sozialverhalten zur Isolation und einer Verringerung von sozialen Kontakten entwickeln kann.¹⁷⁴

In der Psychotherapie eröffnet Künstliche Intelligenz Möglichkeiten der selbstangeleiteten, individuellen Genesung in Form von diversen anzuwendenden Tools. Digitale Stress-Kontrollen oder Chatbots zur Selbstreflexion und Selbstmanagement können die psychische Gesundheit verbessern, ersetzen jedoch nicht die herkömmliche Psychotherapie und Diagnostik. Therapeuten können mittels Datenanalysen Diagnosen früher erkennen und ihren Klienten außerhalb ihrer Arbeitszeiten KI-basierte Portale anbieten, um eine maßgeschneiderte 24-Stunden-Betreuung zu gewähren. Dies ist wiederum kein Schutz beziehungsweise Ersatz für akut-psychisch auffällige Patienten, kann

¹⁷² Vgl. STANGL (2026), [Online].

¹⁷³ Vgl. SIMKUS (2025), [Online].

¹⁷⁴ Vgl. DIGITALE TRANSFORMATION (2026), [Online].

jedoch Therapeuten in ihrem Beruf entlasten und eine Unterstützung sein für Klienten, die genau ein solches Angebot benötigen, um zu einer schnelleren Genesung zu kommen, nachdem Therapieplätze allgemein begrenzt sind.¹⁷⁵

Laut Prof. René Riedl, dem Autor des Werkes „Vertrauen in Künstliche Intelligenz – Eine gute Entscheidung?“, sei Vertrauen in Künstliche Intelligenz nicht primär eine emotionale Frage, sondern eine funktionale. Wenn ein System die Effizienz, den Lebensstandard oder andere Ziele der Gesellschaft oder des Einzelnen fördert, muss ein Maß an Grundvertrauen bestehen, um dieses System nutzen zu können. Da jedes System, besonders die Künstliche Intelligenz, anfällig für Fehler ist, ist Vorsicht geboten bezüglich der Überprüfung von sensiblen und essenziellen Daten. Fehler sind menschlich, die Künstliche Intelligenz ist ein vom Menschen geschaffenes Konzept, auf welches sich diese Fehleranfälligkeit überträgt. Um Schäden auftretend aufgrund der Folgen der möglichen Fehler so gering wie möglich zu halten, dürfen Transparenz und Aufklärung nicht vernachlässigt werden. Sowohl die Gesellschaft als auch das Individuum müssen sich im Klaren über die Folgen der Nutzung von Künstlicher Intelligenz sein.¹⁷⁶

2.5.3 Auswirkung auf kognitive Fähigkeiten

Aktuelle empirische Untersuchungen deuten darauf hin, dass der Einsatz KI-basierter Sprachmodelle beim Schreiben kognitive Prozesse in veränderter Weise beansprucht als rein eigenständiges Arbeiten. Während KI-Systeme strukturierte und sprachlich kohärente Textvorschläge liefern können und dadurch Effizienzgewinne ermöglichen, scheint die interne kognitive Aktivierung bei starker externer Unterstützung tendenziell geringer auszufallen. Insbesondere Prozesse, die mit aktiver Informationsverarbeitung, semantischer Vernetzung und Gedächtnisbildung zusammenhängen, profitieren nach lernpsychologischen Erkenntnissen von eigenständiger Denkleistung.

Forschungsbefunde weisen darauf hin, dass Personen Inhalte nachhaltiger behalten, wenn sie Argumentationsstrukturen selbst entwickeln und formulieren. Wird ein größerer Teil dieser kognitiven Arbeit an ein technisches System ausgelagert, kann dies kurzfristig entlastend wirken, jedoch mit einer geringeren Tiefe der inhaltlichen Durchdringung einhergehen. Auch das subjektive Gefühl der

¹⁷⁵ Vgl. WETZEL (2025), [Online].

¹⁷⁶ Vgl. TRAUNER (2026), [Online].

Urheberschaft und Identifikation mit dem eigenen Text scheint mit dem Ausmaß aktiver Beteiligung zusammenzuhängen.¹⁷⁷

Gleichzeitig bedeutet dies nicht, dass KI-Anwendungen grundsätzlich lernhemmend sind. Vielmehr kommt es auf die Art der Nutzung an. Wird Künstliche Intelligenz reflektiert eingesetzt – etwa zur Ideengenerierung, Strukturierung oder sprachlichen Optimierung – kann sie produktiv unterstützen, ohne zentrale Denkprozesse vollständig zu ersetzen. Für Bildungs- und Arbeitskontexte ergibt sich daraus die Notwendigkeit, eine ausgewogene Balance zwischen technologischer Unterstützung und eigenständiger kognitiver Aktivität zu schaffen. Entscheidend ist, dass Effizienzgewinne nicht zulasten nachhaltiger Lern- und Verarbeitungsprozesse gehen.¹⁷⁸

2.6 Druck in der Gesellschaft und der beruflichen Karriere

In komplexen sozialen und ökonomischen Systemen, die durch Wettbewerb, Planung und normative Erwartungen geprägt sind, manifestiert sich ein gesellschaftlicher und beruflicher Druck. Der Mensch wird als ein von Planungen und Zielen geleitetes Wesen betrachtet, dessen Fähigkeit zur Antizipation sowohl Fortschritt als auch Verantwortung und Leistungsdruck erzeugt.¹⁷⁹

Die Entwicklung von KI-Systemen führt zu einer Veränderung dieser Strukturen. Die Implementierung von Künstlicher Intelligenz zielt darauf ab, die Effizienz zu steigern und Wettbewerbsvorteile zu sichern. Allerdings hat sie auch eine selbststrukturierende Wirkung auf Leistungsmaßstäbe und Erwartungshaltungen. Demgegenüber operieren Maschinen vornehmlich zielmetrisch, während menschliches Verhalten durch multiple soziale und normative Motivationen geprägt ist.¹⁸⁰

Die vorliegende Analyse untersucht daher, inwiefern sich Mensch und Künstliche Intelligenz im Kontext von Anpassungsdruck, Leistungsorientierung und gesellschaftlichen Erwartungen gegenseitig beeinflussen.¹⁸¹

¹⁷⁷ Vgl. MIT MEDIA LAB (2026), [Online].

¹⁷⁸ Vgl. MIT MEDIA LAB (2026), [Online].

¹⁷⁹ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 49ff.

¹⁸⁰ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 64ff.

¹⁸¹ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 91ff.

2.6.1 Leistungsdruck

Der menschliche Antrieb ist durch eine Zielorientierung und Optimierungsbestreben gekennzeichnet, die als Überschuss an Zielorientierung und Optimierungsbestreben bezeichnet werden. Menschen verfolgen langfristige Pläne, bewerten ihr Handeln normativ und streben nach Verbesserung. Diese Fähigkeit zur strategischen Selbststeuerung bildet eine Grundlage für beruflichen Erfolg, erzeugt jedoch zugleich Leistungsdruck. Die Planung ist nicht nur ein Ausdruck rationaler Kontrolle, sondern auch eine Quelle von Verantwortung und potenziellem Scheitern. Der Anspruch, zukünftige Entwicklungen antizipieren und aktiv gestalten zu können, resultiert in einem gesteigerten individuellen Erwartungsdruck.¹⁸²

Zudem wird das Referenzniveau von Leistung durch KI-gestützte Systeme weiter verschoben. Die Aufgaben können folglich schneller, skalierbarer und datenbasierter ausgewertet werden. Es erfolgt eine Präzisierung der Leistungskennzahlen sowie eine Transparenzsteigerung der Vergleichsmaßstäbe. Dies resultiert in einer Intensivierung von Effizienz- und Optimierungsanforderungen. Gleichzeitig ist festzustellen, dass menschliches Verhalten eine größere Komplexität aufweist als die Zielmaximierung in maschinellen Systemen. Menschen agieren nicht ausschließlich auf der Grundlage von Belohnungen, sondern richten ihr Verhalten auch an Faktoren wie Identität, Anerkennung, Moral und Sinn aus. Perfektionismus ist demnach das Resultat der Interaktion individueller Selbstansprüche mit technologisch verstärkten Vergleichsstrukturen.¹⁸³

2.6.2 Anpassung der Arbeits- und Wettbewerbsstrategien

In komplexen sozialen und ökonomischen Systemen ist Stabilität demnach nicht als dauerhafter Zustand, sondern als temporäre Phase innerhalb kontinuierlicher Veränderungsprozesse zu verstehen. Dies führt dazu, dass Individuen und Organisationen gezwungen sind, sich fortlaufend an neue Marktbedingungen, technologische Entwicklungen und strategische Konstellationen anzupassen. Der Wettbewerb fungiert hierbei als strukturierendes Prinzip, das Anpassungsdynamiken beschleunigt und strategisches Verhalten hervorbringt. In diesem Zusammenhang wird die Planung als zentrale Ausdrucksform menschlicher

¹⁸² Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 54ff.

¹⁸³ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 49ff.

Intelligenz verstanden, da sie Antizipation, Zielbildung und Verantwortungsübernahme integriert. Planung bedingt Druck, da Fehlprognosen, Scheitern und strategische Fehlentscheidungen reale Konsequenzen nach sich ziehen.¹⁸⁴

Der Einsatz von KI-Systemen verändert diese Dynamik grundlegend. Künstliche Intelligenz wird von Menschen entwickelt, um die mit derartigen Vorhaben einhergehende Komplexität zu reduzieren, Prognosen zu optimieren und Wettbewerbsvorteile zu sichern. Gleichzeitig beschleunigt sie Marktprozesse, erhöht die Transparenz und intensiviert Leistungs- und Effizienzvergleiche. Maschinelle Systeme operieren primär auf Basis von Belohnungen und optimieren klar definierte Ziel-Metriken. Menschen hingegen handeln auf Grundlage multipler Anreizstrukturen, die soziale, moralische und emotionale Dimensionen einschließen. Dies resultiert in einer strukturellen Spannung zwischen der Optimierung der Ziele durch Algorithmen und der Entscheidungsvielfalt der Menschen, welche strategische Anpassungsprozesse weiter intensiviert.¹⁸⁵

2.6.3 Perfektionismus und Austauschbarkeit

Soziale Normen strukturieren Verhalten, indem sie Erwartungen definieren und Abweichungen sanktionieren. Individuen richten ihr Verhalten kontinuierlich nach der Wahrnehmung anderer aus und passen es in interpersonaler Hinsicht an. Der gesellschaftliche Druck manifestiert sich in dem Ausmaß, in dem soziale Bewertung, Vergleich und Rollenerwartungen eine dauerhafte Präsenz aufweisen. Diese Mechanismen konstituieren die Grundlage für Leistungs- und Anpassungsdruck innerhalb beruflicher Kontexte.¹⁸⁶

Die Integration von Künstlicher Intelligenz führt zu einer Formalisierung und Verstärkung dieser Bewertungsmechanismen. Algorithmische Systeme sind in der Lage, Entscheidungsprozesse zu strukturieren, Leistungsindikatoren zu definieren und Machtverhältnisse innerhalb von Organisationen zu beeinflussen. Die Implementierung dieser Systeme geht mit der Entfaltung einer normativen Wirkung einher, die sich in der Privilegierung spezifischer Kompetenzen, Verhaltensweisen und Effizienzstandards manifestiert. Nichtsdestotrotz ist menschliches Verhalten durch multiple Motivationsdimensionen geprägt und kann

¹⁸⁴ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 64ff.

¹⁸⁵ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 49ff.

¹⁸⁶ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 90ff.

nicht vollständig auf algorithmische Belohnungslogiken reduziert werden. Der gesellschaftliche Druck manifestiert sich folglich als eine Wechselwirkung zwischen technologischer Formalisierung und menschlicher Bedeutungszuschreibung.¹⁸⁷

2.7 Zukunftschancen und Entwicklungspotenziale

Im Rahmen der Analyse wird ersichtlich, dass Unternehmen im Umgang mit Künstlicher Intelligenz vor einer doppelten Herausforderung stehen: Einerseits führen digitale Systeme zu tiefgreifenden Veränderungen in den Arbeitsweisen, Entscheidungsprozessen und Kommunikationsformen, andererseits bleiben jene menschlichen Fähigkeiten zentral, die sich nicht formal abbilden lassen. Dazu zählen insbesondere Interpretation, Verantwortungsübernahme und der Umgang mit sozialen Dynamiken. Aus dieser Spannung ergeben sich drei besonders relevante Betrachtungsfelder: die Art und Weise, wie Führung und Management Bedingungen für produktives Handeln setzen, das Zusammenspiel von Menschen und Maschine in hybriden Arbeitsabläufen sowie die Frage nach den ethischen und strukturellen Grenzen, innerhalb derer Künstliche Intelligenz verantwortungsvoll eingesetzt werden kann.¹⁸⁸

2.7.1 Ebenen des Managements

Ein wirksamer Führungsstil orientiert sich an der Einsicht, dass Organisationen und Kommunikation als komplexe, nichtlineare Systeme zu betrachten sind. Führungskräfte schaffen daher Orientierung weniger durch starre Vorgaben als durch kontextbewusste Moderation, klare Rollen und offene Kommunikationsräume. Insbesondere in technisch geprägten Umgebungen konstituiert die Fähigkeit, Situationen zu deuten und Erwartungen auszubalancieren, einen zentralen Erfolgsfaktor.¹⁸⁹

Da Wahrnehmung und Handlung beim Menschen in sensomotorischen Schleifen verlaufen, sollte Planung als fortlaufende Hypothesenbildung verstanden werden, die flexibel auf Rückmeldungen reagiert. Für die erfolgreiche Arbeit von Teams ist es essenziell, dass sie über Strukturen verfügen, die sowohl die Erkundung als auch die Anpassung ermöglichen. Dies umfasst nicht nur Zielvorgaben, sondern

¹⁸⁷ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 49ff.

¹⁸⁸ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 90ff.

¹⁸⁹ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 63ff.

auch die Bereitstellung von Raum für iterative Justierung und Reinterpretation von Aufgaben.¹⁹⁰

Darüber hinaus manifestiert sich Führung durch den bewussten Umgang mit sozialen Normen, Intersubjektivität und Machtasymmetrien. Ein professioneller Rahmen entsteht demnach dort, wo Erwartungen transparent gemacht, Spannungen zwischen Leistungsanforderungen und Fairness erkannt und Stabilität im Umgang mit Konflikten gewährleistet wird. Infolgedessen manifestiert sich Management als ein kontinuierlicher Prozess der Aushandlung konsistenter Regeln.¹⁹¹

Da Menschen mehreren, teils widersprüchlichen Zielsystemen folgen, ist die Wirksamkeit von Anreizen an die Bedingung geknüpft, dass diese neben Leistung auch Sinn, Autonomie und soziale Einbettung berücksichtigen. Einseitig belohnungsgetriebene Steuerungsmechanismen erweisen sich als unzulänglich, da sie die Diversität menschlicher Motivation außer Acht lassen.¹⁹²

Die größten Potenziale von Künstlicher Intelligenz entstehen demnach dort, wo Menschen und technische Systeme ihre jeweiligen Stärken vereinen. Enge Künstliche Intelligenz eignet sich insbesondere für strukturierte, wiederholbare Abläufe, während Menschen Kontextwissen, Bewertungskompetenz und kommunikative Verantwortung übernehmen. In der Konsequenz manifestieren sich Arbeitsformen, in denen Automatisierung und menschliche Fallinterpretation ineinandergreifen. In einer Vielzahl von Bereichen – wie etwa der Qualitätssicherung, der Dokumentenprüfung oder der logistischen Analyse – führt die Maschine vorbereitende Schritte aus, während Menschen komplexe Entscheidungen treffen, Ausnahmen erkennen und übergeordnete Muster verstehen. Dies hat eine Veränderung der Tätigkeitsprofile zur Folge und es entstehen neue Rollen, wie etwa die Datenkuratierung oder die Modellüberwachung.¹⁹³

Ontologien nehmen im vorliegenden Kontext eine zunehmend signifikante Rolle ein, da sie als gemeinsame Wissensgrundlage fungieren und zu einer Verbesserung der Datenkonsistenz sowie der Interpretierbarkeit beitragen. Es wird eine

¹⁹⁰ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 64ff.

¹⁹¹ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 93ff.

¹⁹² Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 49ff.

¹⁹³ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 288ff.

Erleichterung des Zusammenspiels zwischen automatisierten Teilsystemen und menschlicher Aufsicht sowie eine Erhöhung der Verlässlichkeit von KI-basierten Prozessen erreicht.¹⁹⁴

Das Beispiel autonomer Mobilität demonstriert, dass Hybridität nicht zwangsläufig als temporärer Zustand, sondern vielmehr als eine kontinuierliche Form der Arbeitsteilung zu betrachten ist: Künstliche Intelligenz erweist sich als effizienter in der Bewältigung standardisierter Umgebungen, während der Mensch in offenen, ambigen Situationen eine unabdingbare Rolle einnimmt.¹⁹⁵

Die Analyse betont, dass AGI aus mathematischen Gründen unerreichbar ist und dass zentrale menschliche Fähigkeiten – Sprache, soziale Interaktion, moralisches Urteilen – Ausdruck komplexer Systeme sind, die sich nicht vollständig modellieren lassen. Es lässt sich ableiten, dass Unternehmen bei der Implementierung von Künstlicher Intelligenz technologisch wie organisatorisch auf realistische Erwartungen setzen sollten.¹⁹⁶

Des Weiteren ist festzustellen, dass Maschinen nicht über die Fähigkeit zur Verantwortlichkeit verfügen. Sie sind weder in der Lage, Absichten zu entwickeln, noch über eine moralische Orientierung zu verfügen. Entscheidungswege müssen daher auf einer menschlichen Legitimation basieren, insbesondere in sensiblen Bereichen wie Recht, Kreditvergabe oder Gesundheit. Transparenz bezüglich der Datenquellen und der Fehlerrisiken ist eine essenzielle Voraussetzung für einen verantwortungsvollen Einsatz von Künstlicher Intelligenz.¹⁹⁷

Die Grenzen technischer Systeme manifestieren sich in offenen, variierenden Umwelten. Daten stellen eine Repräsentation der Realität dar, die durch dynamische Kontexte in ihrer Gültigkeit eingeschränkt ist. Akteure passen ihr Verhalten an die Modelle an, was zu einer Schwächung der Gültigkeit der Modelle führt. Unternehmen sollten demzufolge klare Einsatzszenarien definieren, Risiken abgestuft managen und Rückfalloptionen für Systemfehler vorsehen.¹⁹⁸

Ein tragfähiger Umgang mit Künstlicher Intelligenz erfordert daher eine ontologische Klarheit, eine robuste Daten-Governance und Strukturen, die

¹⁹⁴ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 300.

¹⁹⁵ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 293ff.

¹⁹⁶ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 193ff.

¹⁹⁷ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 245ff.

¹⁹⁸ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 158ff.

Wertkonflikte sichtbar machen und moderieren. Organisationen, die diese Grenzen ernst nehmen, sichern sich langfristig widerstandsfähigere Vorteile als solche, die auf spekulative Erwartungen an "starke Künstliche Intelligenz" setzen.¹⁹⁹

¹⁹⁹ Vgl. LANDGREBE/SMITH (2023), S. 298ff.

3 ANALYSE VON KI-ASSISTENTEN IN HAUSHALT, WIRTSCHAFT UND MOBILITÄT

Künstliche Intelligenz hat in den letzten Jahren den Weg für eine neue Generation von Assistenzsystemen geebnet, die den Alltag von Menschen in nahezu allen Lebensbereichen spürbar erleichtern. Basierend auf Algorithmen des maschinellen Lernens, der Analyse großer Datenmengen und adaptiver Lernprozesse erkennen KI-Assistenten Muster, antizipieren Bedürfnisse und übernehmen Routineaufgaben, ohne dass der Mensch jede Entscheidung manuell treffen muss. Diese Entwicklung macht aus einfachen Geräten intelligente Begleiter, die von der Steuerung des Zuhauses über die Unterstützung im Beruf bis hin zur Förderung von Barrierefreiheit reichen.²⁰⁰ Die vorliegende Arbeit untersucht, inwieweit diese Technologien den Alltag tatsächlich erleichtern können und wo sie an technische, gesellschaftliche und ethische Grenzen stoßen.²⁰¹

3.1 KI-Assistenten im Smart Home

Das Smart Home hat sich in den vergangenen Jahren von einer technischen Spielerei zu einem festen Bestandteil moderner Haushalte entwickelt. Vernetzte Geräte wie Beleuchtungssysteme, Heizungen, Sicherheitssensoren oder Lautsprecher kommunizieren miteinander und lassen sich zentral steuern. Die eigentliche Innovation entsteht jedoch nicht allein durch die Vernetzung, sondern durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz. Erst durch KI-Assistenten wird aus einem vernetzten Zuhause ein System, das selbstständig Muster erkennt, Abläufe optimiert und sich an individuelle Gewohnheiten anpasst.

In der Praxis bedeutet das, dass das Zuhause nicht nur reagiert, sondern quasi „mitlernt“. Es merkt sich, wann man typischerweise nach Hause kommt, und passt automatisch Licht oder Heizung an, ohne dass man jedes Mal einen Befehl geben muss. KI-Assistenten fungieren dabei als Schnittstelle zwischen Mensch und Technik. Sie ermöglichen eine intuitive Bedienung über Sprache oder Apps und koordinieren im Hintergrund komplexe Prozesse.²⁰² Ein einfaches „Gute Nacht“ genügt, und das System dimmt das Licht, schließt die Jalousien, aktiviert die Alarmanlage und stellt die Heizung auf Sparmodus. Dadurch wird der Alltag

²⁰⁰ Vgl. HÄWEL (2024), [Online].

²⁰¹ Vgl. SCHWARZ (2025), [Online].

²⁰² Vgl. HÄWEL (2024), [Online].

deutlich komfortabler. Gleichzeitig entstehen neue technische und gesellschaftliche Fragen, weil das System immer mehr „mitdenkt“ und Entscheidungen vorwegnimmt. Auf der einen Seite fühlt sich das befreiend an, auf der anderen Seite fragt man sich, ob es nicht zu viel über die eigenen Gewohnheiten weiß und ob diese Daten wirklich sicher sind.²⁰³

Mit steigender Funktionalität wächst auch die Menge an Daten, die im Hintergrund verarbeitet wird. Sprachbefehle, Nutzungsgewohnheiten, Bewegungsdaten oder Kamerainformationen werden analysiert, um personalisierte Reaktionen zu ermöglichen. Genau diese Personalisierung wirkt auf den ersten Blick sehr hilfreich, gleichzeitig verliert man aber leicht den Überblick, welche Informationen überhaupt anfallen und wo sie am Ende landen. In Haushalten mit mehreren Personen kann das zusätzlich kompliziert werden, weil Daten nicht immer klar getrennt werden.²⁰⁴

3.1.1 Begriff „KI-Assistent“ und typische Funktionalitäten im Haushalt

Ein KI-Assistent ist ein digitales System, das mithilfe von Algorithmen Sprache oder Texte analysiert, interpretiert und darauf reagiert. Im Smart Home bedeutet dies, dass Nutzer Befehle geben oder Fragen stellen können, woraufhin das System entsprechende Aktionen ausführt. Dabei beschränkt sich der Funktionsumfang nicht mehr auf einfache Ein- oder Ausschaltvorgänge, sondern umfasst zunehmend komplexe Abläufe und automatisierte Routinen. Die Algorithmen basieren oft auf maschinellem Lernen, das aus vergangenen Interaktionen lernt und Vorhersagen trifft, was das System mit der Zeit "schlauer" macht.

Beispielsweise können Beleuchtung, Temperatur und Sicherheitssysteme gleichzeitig angepasst werden, sobald das Haus verlassen wird. Ebenso lassen sich Erinnerungen, Terminabfragen oder Informationsdienste integrieren. KI-Assistenten koordinieren somit mehrere Geräte und sorgen für ein abgestimmtes Zusammenspiel im Haushalt. Besonders deutlich wird das bei Szenen oder Routinen, die mehrere Schritte enthalten: Man sagt einmal, was man möchte, und das System verteilt die Aufgaben im Hintergrund an die passenden Geräte. Das kann im Alltag enorm hilfreich sein, etwa wenn man morgens aufsteht und der Assistent bereits Kaffee kocht, das Radio einschaltet und die Wettervorhersage

²⁰³ Vgl. HÄWEL (2024), [Online].

²⁰⁴ Vgl. PROSCHOFKY (2025), [Online].

ansagt – alles basierend auf gewohnten Mustern. Solche Funktionen reduzieren nicht nur den Aufwand, sondern können auch zu einer Art "persönlichem Butler" werden, der den Haushalt nahtlos organisiert.²⁰⁵

Ein wesentliches Merkmal vieler Systeme ist die permanente Aktivität im Hintergrund. Sprachassistenten befinden sich häufig im Stand-by-Modus und sind mit Cloud-Diensten verbunden. Für Nutzer ist dabei nicht immer vollständig nachvollziehbar, welche Daten gespeichert oder weiterverarbeitet werden. Dadurch entsteht ein Spannungsfeld zwischen technischer Bequemlichkeit und dem Bedürfnis nach Privatsphäre. Gerade im Alltag vergisst man schnell, dass ein Assistent nicht nur reagiert, sondern oft auch mitlernt, also Gewohnheiten und Muster abspeichert, um später schneller und "passender" antworten zu können. Das Lernen basiert auf kontinuierlicher Datenanalyse, was bedeutet, dass der Assistent mit der Zeit immer genauer wird, aber gleichzeitig mehr sensible Infos anhäuft. Für Familien kann das bedeuten, dass Kinderstimmen oder private Gespräche unbeabsichtigt erfasst werden, was die Privatsphäre zusätzlich belastet.²⁰⁶

3.1.2 Beispiele und Technologien

Im praktischen Einsatz übernehmen KI-Assistenten die Rolle einer zentralen Steuereinheit. Sprachassistenten verbinden Sensoren, Aktoren und weitere Endgeräte zu einem integrierten System. Dabei kommen sowohl lokale Rechenprozesse als auch cloudbasierte KI-Modelle zum Einsatz. Während einfache Befehle häufig direkt verarbeitet werden, benötigen komplexere Anfragen zusätzliche externe Rechenleistung. Lokale Verarbeitung hat den Vorteil, dass Daten nicht immer über das Internet geschickt werden müssen, was die Latenz verringert und die Privatsphäre schützt, während Cloud-Modelle mehr Rechenpower bieten und Updates einfacher ermöglichen. In der Praxis mischen viele Systeme beides, um das Beste aus beiden Welten zu nutzen.²⁰⁷

Neben kommerziellen Komplettlösungen existieren offene Plattformen, bei denen Nutzer ihr Smart Home individuell konfigurieren können. Solche Community-basierten Systeme bieten hohe Flexibilität, erfordern jedoch technisches Verständnis. In der Praxis zeigt sich auch, dass nicht jedes Gerät reibungslos mit

²⁰⁵ Vgl. FONSECA (2025), [Online].

²⁰⁶ Vgl. VERBRAUCHERPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG (2025), [Online].

²⁰⁷ Vgl. MARKUS (2025), [Online].

jedem System zusammenarbeitet. Genau hier entstehen dann typische "Alltagsprobleme": Ein Gerät braucht ein Update, ein Sensor verliert kurz die Verbindung oder ein Befehl wird falsch interpretiert. Für viele Haushalte ist deshalb entscheidend, dass es nicht nur "smart" ist, sondern auch im Normalbetrieb zuverlässig funktioniert. Offene Systeme wie Home Assistant erlauben es, Geräte von verschiedenen Herstellern zu kombinieren, was kostengünstig sein kann, aber auch Zeit für die Einrichtung kostet. Kommerzielle Lösungen wie Amazon Alexa oder Google Home sind einfacher zu starten, bieten aber weniger Anpassungsmöglichkeiten und sind stärker an die Cloud gebunden.²⁰⁸

3.1.3 Nutzen: Komfort, Automatisierung und Effizienz

Der zentrale Mehrwert von KI-Assistenten im Smart Home liegt im gesteigerten Komfort. Viele alltägliche Handlungen werden automatisiert, wodurch manuelle Eingriffe reduziert werden. Routinen können sich an individuelle Tagesabläufe anpassen, etwa indem morgens automatisch Licht und Heizung aktiviert werden. Das wirkt auf den ersten Blick wie ein Luxus, im Alltag spart es aber tatsächlich Zeit und verhindert, dass man ständig Kleinigkeiten nachjustieren muss. Für Berufstätige, die morgens schnell aus dem Haus müssen, kann das bedeuten, dass der Assistent den Tag startet, während man noch duscht – Licht an, Kaffeemaschine vorheizen, Nachrichten vorlesen.²⁰⁹

Darüber hinaus können KI-gestützte Systeme zur Energieeinsparung beitragen. Durch die Analyse von Nutzungsverhalten lassen sich Heiz- oder Beleuchtungszeiten optimieren, wodurch Ressourcen effizienter eingesetzt werden. Der tatsächliche Effekt hängt jedoch stark von der individuellen Nutzung und der technischen Konfiguration ab. Wer zum Beispiel fixe Tagesabläufe hat, kann besonders profitieren, weil das System sehr gut "vorhersehen" kann, wann Räume genutzt werden. Bei unregelmäßigen Zeiten oder wenn viele Personen im Haushalt leben, wird es schwieriger, aber auch dort kann KI durch Sensoren und automatische Anpassungen helfen. In Zeiten steigender Energiepreise wird das nicht nur umweltfreundlich, sondern auch wirtschaftlich attraktiv: Ein System, das unnötiges Heizen vermeidet, kann über das Jahr hinweg spürbare Einsparungen bringen, ohne dass man selbst ständig drauf achten muss.²¹⁰

²⁰⁸ Vgl. GLEHNHOFF (2025), [Online].

²⁰⁹ Vgl. ANYHELPNOW (2025), [Online].

²¹⁰ Vgl. HÄWEL (2024), [Online].

3.1.4 Grenzen und Herausforderungen

Trotz der vielfältigen Vorteile bestehen klare Grenzen. Technische Fehler, Verzögerungen oder Verbindungsprobleme können die Zuverlässigkeit beeinträchtigen. Besonders in sicherheitsrelevanten Bereichen wie Alarmanlagen oder Zugangssystemen können solche Störungen problematisch sein. In der Praxis werden daher häufig alternative Steuerungsmöglichkeiten vorgesehen. Viele Systeme wirken im Alltag nur dann überzeugend, wenn sie auch ohne perfekte Internetverbindung zumindest Grundfunktionen stabil abdecken. Ein Stromausfall oder ein Netzwerkproblem kann schnell das gesamte Smart Home lahmlegen, was zeigt, dass die Technik noch nicht immer so robust ist, wie man es sich wünscht.²¹¹

Ein noch bedeutenderer Aspekt betrifft den Datenschutz. Damit KI-Assistenten personalisierte Leistungen erbringen können, müssen sie kontinuierlich Daten sammeln und analysieren. Dies kann bei Nutzern das Gefühl permanenter Überwachung erzeugen. Verbraucherschutzorganisationen empfehlen daher transparente Einstellungen, bewusste Nutzung und datensparsame Konfigurationen. Dazu gehört zum Beispiel, Funktionen gezielt zu deaktivieren, die man nicht braucht, oder kritisch zu überlegen, ob wirklich jedes Gerät dauerhaft online sein muss. In Haushalten mit Kindern oder sensiblen Daten wird das besonders relevant, weil unkontrollierte Datensammlung zu Risiken wie Datenlecks führen kann. Letztlich entscheidet nicht nur die Technik über die Qualität eines Smart Homes, sondern auch, wie bewusst man sie einsetzt und welche Kontrolle man sich selbst über die eigenen Daten behält. Es lohnt sich, regelmäßig Einstellungen zu prüfen und Updates zu installieren, um sowohl Funktionalität als auch Sicherheit zu gewährleisten.²¹²

3.2 Unterstützung im Berufsalltag

KI-Assistenten gewinnen im modernen Berufsalltag zunehmend an Bedeutung. Während digitale Assistenzsysteme früher vor allem einfache organisatorische Aufgaben übernommen haben, werden sie heute gezielt eingesetzt, um Arbeitsprozesse effizienter zu gestalten. Besonders in Büro- und Wissensberufen unterstützen KI-gestützte Systeme Mitarbeitende bei der Organisation, Kommunikation und Verarbeitung von Informationen. Ziel ist dabei nicht der Ersatz menschlicher Arbeitskraft, sondern die Entlastung bei zeitintensiven

²¹¹ Vgl. GLEHNHOFF (2025), [Online].

²¹² Vgl. VERBRAUCHERPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG (2025), [Online].

Routinetätigkeiten sowie die Verbesserung der Arbeitsqualität. In einer Zeit, in der der Arbeitsalltag immer schneller und datenintensiver wird, können solche Assistenten helfen, den Überblick zu behalten und sich auf das Wesentliche zu konzentrieren. Nehmen wir ein typisches Büro-Szenario: Statt stundenlang E-Mails zu sortieren oder Termine manuell abzustimmen, übernimmt der KI-Assistent diese Schritte, sodass Mitarbeiter mehr Raum für kreative Ideen oder Kundengespräche haben. Das führt nicht nur zu höherer Produktivität, sondern kann auch die Work-Life-Balance verbessern, indem unnötige Überstunden vermieden werden.²¹³

Mit der zunehmenden Verbreitung solcher Systeme verändert sich auch die Art, wie Aufgaben strukturiert und verteilt werden. KI-Assistenten agieren dabei als unterstützende Werkzeuge, die Prozesse beschleunigen, Informationen bündeln und Entscheidungsgrundlagen vorbereiten. Das bedeutet in der Praxis, dass Teams effizienter zusammenarbeiten können, weil der Assistent relevante Daten zusammenfasst oder Vorschläge macht, die auf früheren Projekten basieren. In Branchen wie Marketing oder IT, wo schnelle Anpassungen gefragt sind, wird das besonders wertvoll, da es den Druck auf einzelne Mitarbeiter mindert und die Gesamtleistung des Teams steigert. Allerdings erfordert das eine gewisse Gewöhnung, da nicht jeder sofort vertraut, ob die KI-Vorschläge immer passgenau sind.

3.2.1 Einsatzfelder: Terminmanagement, digitale Sekretariate, Automatisierung von Routineaufgaben

Ein zentrales Einsatzgebiet von KI-Assistenten im Berufsalltag ist das Termin- und Aufgabenmanagement. Digitale Assistenzsysteme können Kalender synchronisieren, Termine koordinieren und Erinnerungen automatisch generieren. Besonders in Unternehmen mit vielen parallellaufenden Projekten trägt dies dazu bei, Abstimmungsaufwand zu reduzieren und organisatorische Abläufe transparenter zu gestalten. Stellen Sie sich vor, ein Team plant ein Meeting: Der Assistent prüft nicht nur die Verfügbarkeit aller Beteiligten, sondern schlägt auch passende Zeiten vor, berücksichtigt Zeitzonen und integriert sogar Wetter- oder Verkehrsdaten, um reale Umstände einzubeziehen. Das spart nicht nur Zeit,

²¹³ Vgl. SCHWARZ (2025), [Online].

sondern vermeidet auch Konflikte, die durch manuelle Planung entstehen könnten, wie doppelte Buchungen.²¹⁴

Darüber hinaus übernehmen KI-Assistenten zunehmend Funktionen eines digitalen Sekretariats. Sie analysieren eingehende E-Mails, priorisieren Inhalte, schlagen Antwortformulierungen vor oder strukturieren Informationen für Meetings. Diese Form der Unterstützung kann insbesondere in wissensintensiven Berufen zu einer deutlichen Zeitersparnis führen. In einem vollen Posteingang kann der Assistent wichtige Mails hervorheben, Spam filtern und sogar Vorlagen für Antworten erstellen, die auf dem Kontext basieren – etwa eine höfliche Absage oder eine detaillierte Nachfrage. Für Manager oder Freiberufler, die täglich Dutzende Nachrichten bearbeiten, wird das zu einem echten Game-Changer, da es den mentalen Aufwand reduziert und Fehler minimiert, wie vergessene Anhänge oder unklare Formulierungen.²¹⁵

Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Automatisierung von Routineaufgaben. Dazu zählen unter anderem Dateneingaben, Protokollerstellungen oder die Pflege von Kunden- und Projektdaten. Durch den Einsatz von KI können solche Tätigkeiten schneller, strukturierter und konsistenter erledigt werden. Mitarbeitende gewinnen dadurch Freiräume für komplexere Aufgaben, bei denen analytisches Denken, Kreativität oder soziale Kompetenzen erforderlich sind. Ein klassisches Beispiel ist die Erstellung von Meeting-Protokollen: Statt Notizen manuell zu sortieren, transkribiert der Assistent Gespräche, extrahiert Schlüsselpunkte und erstellt eine Zusammenfassung, die per E-Mail verteilt werden kann. Das nicht nur spart Stunden, sondern sorgt auch dafür, dass nichts verloren geht, was in teamübergreifenden Projekten entscheidend ist.

3.2.2 Nutzen für Fachkräfte und Organisationen: Zeit- und Ressourceneinsparung

Der größte Vorteil von KI-Assistenten im Berufsalltag liegt in der Einsparung von Zeit und Ressourcen. Wiederkehrende Prozesse lassen sich automatisieren, wodurch Arbeitsabläufe effizienter gestaltet werden können. Für Fachkräfte bedeutet dies eine spürbare Entlastung im Arbeitsalltag, da administrative Aufgaben reduziert werden und mehr Kapazität für strategische Tätigkeiten entsteht. In einem typischen Arbeitstag, der sonst mit Kleinkram gefüllt ist, kann

²¹⁴ Vgl. FONSECA (2025), [Online].

²¹⁵ Vgl. SCHWARZ (2025), [Online].

das bedeuten, dass ein Mitarbeiter statt zwei Stunden für Berichte nur noch 30 Minuten braucht, weil der Assistent Daten vorstrukturiert. Das führt langfristig zu weniger Burnout und höherer Zufriedenheit, da der Fokus auf wertschöpfende Arbeit liegt.²¹⁶

Neben der Zeitersparnis trägt der Einsatz von KI-Assistenten auch zur Qualitätssteigerung bei. Da KI-Systeme standardisierte Abläufe konsistent ausführen und nicht von individuellen Faktoren wie Stress oder Ermüdung beeinflusst werden, kann die Fehlerquote bei wiederkehrenden Aufgaben reduziert werden. Besonders in datenintensiven Bereichen verbessert dies die Zuverlässigkeit von Prozessen und schafft stabilere Entscheidungsgrundlagen. In der Buchhaltung oder im Projektmanagement, wo Genauigkeit entscheidend ist, minimiert das Risiken wie Rechenfehler oder unvollständige Dokumente. Für Organisationen insgesamt bedeutet das Kosteneinsparungen, da weniger Korrekturen nötig sind und Teams produktiver arbeiten können.²¹⁷

3.2.3 Fallbeispiele und aktuelle Entwicklungen

Ein aktuelles Beispiel für den Einsatz von KI-Assistenten im industriellen Umfeld ist der Siemens Industrial Copilot, der in Zusammenarbeit mit Microsoft entwickelt wurde. Dieses KI-basierte System unterstützt Fachkräfte bei der Erstellung, Optimierung und Fehlerbehebung von Automatisierungscode. Dadurch können Entwicklungsprozesse beschleunigt und Produktionsstillstände reduziert werden. In der Fertigung, wo Code-Fehler teure Ausfälle verursachen können, analysiert der Copilot bestehenden Code, schlägt Verbesserungen vor und simuliert sogar Szenarien, um Probleme vorab zu erkennen. Das zeigt, wie KI nicht nur administrative, sondern auch technische Bereiche revolutioniert und Ingenieure entlastet, die sich so auf innovative Lösungen konzentrieren können.²¹⁸

Darüber hinaus zeigen Studien, dass viele Beschäftigte bereits regelmäßig KI-Tools im Arbeitsalltag nutzen – teilweise auch ohne klare betriebliche Richtlinien. Diese Entwicklung verdeutlicht einerseits den hohen Bedarf an KI-Unterstützung, andererseits aber auch die Notwendigkeit strategischer Konzepte für einen strukturierten und verantwortungsvollen Einsatz. In manchen Firmen entsteht so eine Art "Shadow-IT", wo Mitarbeiter Tools wie ChatGPT privat nutzen, um

²¹⁶ Vgl. SPECIALIS (2025), [Online].

²¹⁷ Vgl. HUSEYN (2025), [Online].

²¹⁸ Vgl. SIEMENS (2026), [Online].

Aufgaben zu erledigen, was Effizienz bringt, aber auch Risiken wie unkontrollierte Datenfreigabe birgt. Aktuelle Trends gehen daher in Richtung integrierter Lösungen, die firmenweit standardisiert sind und Schulungen beinhalten.²¹⁹

3.2.4 Grenzen und Herausforderungen

Trotz der zahlreichen Potenziale stehen Unternehmen beim Einsatz von KI-Assistenten vor mehreren Herausforderungen. Ein zentraler Aspekt ist die Akzeptanz bei den Mitarbeitenden. Sorgen um Arbeitsplatzsicherheit oder Unsicherheiten im Umgang mit neuen Technologien können die Einführung erschweren. Eine transparente Kommunikation sowie gezielte Schulungsmaßnahmen sind daher entscheidend für eine erfolgreiche Implementierung. In Teams, wo nicht alle gleich technikaffin sind, kann das zu Widerständen führen, wenn der Assistent als Bedrohung wahrgenommen wird – etwa durch Angst vor Jobverlust. Hier hilft es, den Fokus auf die Entlastung zu legen und Beispiele zu zeigen, wie KI den Job bereichert, statt ihn zu ersetzen.²²⁰

Ein weiterer kritischer Punkt betrifft Datenschutz und Cybersicherheit. Da KI-Assistenten häufig mit sensiblen Unternehmensdaten arbeiten, besteht das Risiko von Datenmissbrauch oder Sicherheitslücken. Unternehmen müssen daher technische Schutzmaßnahmen, klare Richtlinien und Kontrollmechanismen etablieren, um einen sicheren und rechtskonformen Einsatz zu gewährleisten. In Branchen mit Kundendaten, wie im Finanzwesen, kann eine Lücke fatale Folgen haben, etwa durch Datendiebstahl. Regelmäßige Audits und Updates sind essenziell, um Vertrauen zu wahren und rechtliche Anforderungen wie die DSGVO zu erfüllen.²²¹

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass KI-Assistenten im Berufsalltag ein erhebliches Effizienzpotenzial bieten. Gleichzeitig erfordert ihr Einsatz eine bewusste Gestaltung, damit technologische Innovation mit Verantwortung, Transparenz und Mitarbeiterakzeptanz verbunden wird. Wenn Unternehmen das richtig angehen, kann KI zu einem echten Booster werden, der nicht nur Prozesse optimiert, sondern auch die Motivation steigert – vorausgesetzt, die menschliche Komponente bleibt im Mittelpunkt.

²¹⁹ Vgl. ETC (2024), [Online].

²²⁰ Vgl. SPECIALIS (2025), [Online].

²²¹ Vgl. THACKER (2024), [Online].

3.3 Lern- und Bildungsunterstützung durch KI

Künstliche Intelligenz wird im Bildungsbereich zunehmend als unterstützendes Werkzeug eingesetzt, um Lernprozesse flexibler, individueller und effizienter zu gestalten. Während klassische Lernmethoden häufig auf standardisierten Lehrplänen basieren, ermöglichen KI-gestützte Systeme eine stärkere Anpassung an individuelle Bedürfnisse. Ziel ist es dabei nicht, Lehrpersonen zu ersetzen, sondern Lernende gezielt zu unterstützen, Verständnis zu fördern und Rückmeldungen schneller bereitzustellen. In einer Zeit, in der Bildung immer mehr digitalisiert wird, kann KI helfen, Lernbarrieren abzubauen, etwa indem sie Inhalte an das Tempo und den Wissensstand des Einzelnen anpasst. Das ist besonders relevant in heterogenen Klassen oder bei Fernlernen, wo nicht jeder die gleiche Aufmerksamkeit bekommen kann. Gleichzeitig ist ein kritischer Umgang mit KI-generierten Inhalten notwendig, da diese nicht immer fehlerfrei oder pädagogisch sinnvoll aufbereitet sind. Oft produzieren Systeme plausible, aber ungenaue Antworten, was Lernende in die Irre führen könnte, wenn sie nicht lernen, Quellen zu überprüfen.²²²

3.3.1 Einsatzfelder: Sprachlernprogramme, Nachhilfe, personalisierte Lernpläne

Ein besonders sichtbares Einsatzfeld von KI im Bildungsbereich ist das Sprachenlernen. KI-gestützte Anwendungen können Dialoge simulieren, Grammatikübungen automatisch anpassen und unmittelbar Feedback zu Aussprache oder Schreibstil geben. Dadurch entsteht ein interaktiver Lernprozess, der stärker auf individuelle Fortschritte reagiert als traditionelle Lernprogramme. Nehmen wir ein Szenario: Ein Lernender übt eine Fremdsprache und spricht einen Satz – die KI analysiert die Intonation, korrigiert Fehler in Echtzeit und schlägt alternative Formulierungen vor, die kulturell passender sind. Das macht das Lernen nicht nur abwechslungsreicher, sondern auch effektiver, weil Wiederholungen gezielt auf Schwächen abgestimmt werden, statt alles pauschal durchzugehen.²²³

Darüber hinaus wird KI zunehmend in Nachhilfe- und Lernsettings eingesetzt. Systeme können Aufgaben erklären, alternative Lösungswege aufzeigen oder zusätzliche Übungsvarianten generieren. In vielen Konzepten steht dabei die Idee eines „virtuellen Tutors“ im Mittelpunkt, der Lernende schrittweise begleitet und

²²² Vgl. EDUBREAK (2024), [Online].

²²³ Vgl. CHIAPPANI (2025), [Online].

auf individuelle Fragen eingeht. Für Schüler, die mit Mathe kämpfen, könnte der Tutor eine Gleichung zerlegen, Beispiele aus dem Alltag einbauen und den Fortschritt tracken, um Schwierigkeitsgrade anzupassen. Das ist besonders nützlich in Regionen mit Lehrermangel, wo nicht jeder Zugang zu persönlicher Nachhilfe hat, und es ermöglicht Lernen zu ungewöhnlichen Zeiten, wie abends oder am Wochenende.²²⁴

Ein weiterer zentraler Bereich ist das adaptive Lernen. Hier analysieren KI-Systeme den Lernstand, identifizieren Wissenslücken und passen Lerninhalte dynamisch an. Lernende arbeiten dadurch gezielter an Schwächen und vermeiden unnötige Wiederholungen bereits beherrschter Inhalte. In einer Online-Plattform könnte das bedeuten, dass ein Quiz die Stärken testet und dann Module vorschlägt, die genau auf Lücken abzielen – etwa mehr Übungen zu Vokabeln, wenn Grammatik schon sitzt. Solche Ansätze machen Bildung inklusiver, da sie unterschiedliche Lernstile berücksichtigen, wie visuell, auditiv oder kinästhetisch, und so mehr Menschen erreichen.²²⁵

3.3.2 Nutzen für Lernende und Bildungseinrichtungen: Individualisierung, Motivation

Der größte Vorteil KI-gestützter Lernsysteme liegt in der Individualisierung. Lernende können Inhalte im eigenen Tempo bearbeiten, Erklärungen wiederholen und direkt Rückmeldung erhalten. Dies kann das Verständnis fördern und Lernprozesse kontinuierlicher gestalten. Für Studierende mit unterschiedlichem Hintergrund, wie in internationalen Kursen, bedeutet das, dass niemand zurückgelassen wird – der eine wiederholt Basics, der andere springt zu fortgeschrittenen Themen. Das reduziert Frustration und baut Selbstvertrauen auf, da Erfolge schneller sichtbar werden.²²⁶

Gleichzeitig können interaktive Elemente und sichtbare Fortschrittsanzeigen die Motivation steigern. Besonders bei selbstständigen Lernphasen bietet KI die Möglichkeit, kontinuierliches Feedback zu erhalten, was Lernende stärker in den Prozess einbindet. Gamification-Elemente, wie Punkte oder Badges für abgeschlossene Module, machen das Lernen spielerischer und halten die Aufmerksamkeit hoch, ähnlich wie bei Apps, die tägliche Streaks belohnen. In

²²⁴ Vgl. ZAHLBERGER (2025), [Online].

²²⁵ Vgl. SCHULZE (2025), [Online].

²²⁶ Vgl. ZAHLBERGER (2025), [Online].

Gruppenkursen kann das zu mehr Engagement führen, da Lernende ihre Fortschritte teilen und sich gegenseitig motivieren.

Für Bildungseinrichtungen ergibt sich zusätzlich eine organisatorische Entlastung. Chatbots oder KI-gestützte Lernassistenten können Standardfragen beantworten, Lernmaterial strukturieren oder administrative Aufgaben unterstützen. Voraussetzung bleibt jedoch, dass Inhalte pädagogisch geprüft und qualitativ gesichert werden. Schulen oder Universitäten können so Ressourcen freisetzen, etwa indem Lehrer mehr Zeit für persönliche Betreuung haben, während der Assistent Routinefragen klärt. In großen Einrichtungen mit Hunderten Studierenden wird das zu einem echten Vorteil, da es Skalierbarkeit ermöglicht, ohne Qualitätseinbußen.²²⁷

3.3.3 Beispiel und Trends

Ein aktueller Trend ist der verstärkte Einsatz dialogorientierter KI-Tools. Besonders im Sprachtraining ermöglichen realitätsnahe Gesprächssimulationen ein flexibles Üben, das sich an individuellen Bedürfnissen orientiert. Apps wie Duolingo mit KI-Integration lassen Lernende Gespräche führen, die auf echten Szenarien basieren, und passen den Schwierigkeitsgrad an, was das Üben authentischer macht als bloße Vokabelpauken.²²⁸

Parallel dazu gewinnt adaptives Lernen in der beruflichen Weiterbildung an Bedeutung. Lernplattformen integrieren zunehmend KI-Coaches, die personalisierte Empfehlungen aussprechen und Lernpfade dynamisch anpassen. In Firmenschulungen könnte das heißen, dass Mitarbeiter Module zu Soft Skills bekommen, die auf ihren Job abgestimmt sind, und der Coach Fortschritte trackt, um Lücken zu schließen.²²⁹

Aktuelle Erhebungen zeigen zudem, dass KI-Weiterbildung in Unternehmen zunehmend strategisch geplant wird. Dies verdeutlicht, dass KI-Lernunterstützung nicht nur im privaten Bereich, sondern auch in Organisationen ein relevanter Bestandteil moderner Qualifizierungskonzepte ist. Studien deuten darauf hin, dass Firmen, die KI einsetzen, höhere Lernraten erzielen, weil Inhalte relevanter und engagierender sind.²³⁰

²²⁷ Vgl. FIALA (2025), [Online].

²²⁸ Vgl. CHIAPPANI (2025), [Online].

²²⁹ Vgl. SCHULZE (2025), [Online].

²³⁰ Vgl. KIRBIS (2025), [Online].

3.3.4 Grenzen: Qualität der Lernunterstützung, pädagogische Fragen, Digital Divide

Trotz der zahlreichen Potenziale bestehen auch im Bildungsbereich klare Grenzen. Eine zentrale Herausforderung betrifft die Qualität der Inhalte. KI-Systeme können überzeugend formulieren, jedoch fehlerhafte oder vereinfachte Informationen liefern. Deshalb ist es notwendig, KI-Ergebnisse kritisch zu prüfen und nicht unreflektiert zu übernehmen. In Fächern wie Geschichte oder Wissenschaft können Halluzinationen – also erfundene Fakten – zu Fehllernen führen, was den pädagogischen Wert mindert.²³¹

Darüber hinaus stellen sich pädagogische Fragen. Wenn Lernprozesse zu stark automatisiert werden, besteht die Gefahr, dass eigenständiges Denken oder Problemlösekompetenzen weniger trainiert werden. KI sollte daher als ergänzendes Werkzeug verstanden werden, nicht als Ersatz für didaktische Konzepte. Lehrer müssen einbeziehen, dass Schüler lernen, KI zu hinterfragen, um kritisches Denken zu fördern.

Ein weiterer Aspekt ist der sogenannte „Digital Divide“. Unterschiedliche technische Ausstattung, ungleicher Zugang zu Geräten oder mangelnde digitale Kompetenzen können dazu führen, dass KI Lernunterschiede eher verstärkt als ausgleicht. Zusätzlich spielen Datenschutz und der verantwortungsvolle Umgang mit sensiblen Lerndaten eine zentrale Rolle. In ländlichen Gebieten oder bei einkommensschwachen Familien könnte das bedeuten, dass KI-Tools ungenutzt bleiben, was Bildungschancen weiter auseinanderklafft.²³²

Abschließend zeigt sich, dass KI im Bildungsbereich ein großes Potenzial zur Individualisierung und Effizienzsteigerung bietet. Gleichzeitig erfordert ihr Einsatz klare pädagogische Leitlinien, Qualitätskontrolle und einen bewussten Umgang mit digitalen Ungleichheiten. Wenn das gelingt, kann KI Bildung demokratischer machen, aber nur mit der richtigen Balance zwischen Technik und menschlicher Führung.

3.4 Barrierefreiheit und Inklusion durch KI-Assistenten

KI-Assistenten gewinnen zunehmend an Bedeutung, wenn es um Barrierefreiheit und gesellschaftliche Teilhabe geht. Digitale Technologien können bestehende Hürden im Alltag abbauen und Menschen mit Behinderungen ein selbstständigeres

²³¹ Vgl. EDUBREAK (2024), [Online].

²³² Vgl. SCHNEPFLEITNER (2024), [Online].

Leben ermöglichen. Dabei reicht der Einsatz von einfachen Sprachsteuerungen bis hin zu komplexen Assistenzsystemen, die Mobilität, Kommunikation und Informationszugang verbessern. In einer Welt, in der Digitalisierung immer mehr Bereiche des Lebens durchdringt, bieten solche Systeme die Chance, Alltagsroutinen zu vereinfachen und Abhängigkeiten von anderen zu reduzieren. Nehmen wir jemanden mit eingeschränkter Mobilität: Statt auf Hilfe zu warten, um Licht einzuschalten oder die Heizung zu regulieren, kann eine Sprachsteuerung das übernehmen, was Unabhängigkeit fördert. Gleichzeitig zeigt sich jedoch, dass Barrierefreiheit durch KI kein automatischer Effekt technologischer Entwicklung ist, sondern bewusst geplant und umgesetzt werden muss. Oft werden Systeme für die Mehrheit entwickelt, ohne spezifische Bedürfnisse zu berücksichtigen, was zu neuen Ausschlüssen führen kann, wenn nicht von Anfang an inklusiv gedacht wird.²³³

Barrierefreiheit bedeutet in diesem Zusammenhang nicht nur technische Zugänglichkeit digitaler Angebote, sondern auch die Möglichkeit, diese selbstbestimmt und ohne zusätzliche Hürden zu nutzen. KI kann unterstützend wirken, indem Systeme individuelle Bedürfnisse erkennen und Funktionen entsprechend anpassen. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass solche Technologien inklusiv entwickelt werden und reale Lebenssituationen berücksichtigen. Nur wenn unterschiedliche Anforderungen von Anfang an mitgedacht werden, kann digitale Innovation tatsächlich zu mehr Gleichberechtigung beitragen. Das erfordert nicht nur technische Lösungen, sondern auch eine enge Zusammenarbeit zwischen Entwicklern, Nutzern und Experten aus dem Bereich Inklusion, um sicherzustellen, dass Systeme nicht nur funktionieren, sondern auch intuitiv und zuverlässig sind.

3.4.1 Bedeutung für Menschen mit Behinderungen

Für Menschen mit Seh-, Hör- oder Mobilitätseinschränkungen können KI-Assistenten eine deutliche Erleichterung im Alltag darstellen. Sprachgesteuerte Systeme ermöglichen etwa die Bedienung von Geräten ohne physische Interaktion, während automatische Untertitel, Transkriptionen oder Text-zu-Sprache-Funktionen den Zugang zu digitalen Inhalten verbessern. Dadurch wird nicht nur die praktische Bewältigung des Alltags unterstützt, sondern auch die soziale Teilhabe gestärkt. Stellen Sie sich eine Person mit Sehbehinderung vor: Statt auf gedruckte Texte angewiesen zu sein, kann ein Assistent E-Mails vorlesen,

²³³ Vgl. BIBER (2024), [Online].

Nachrichten diktieren oder sogar Objekte beschreiben – das öffnet Türen zu unabhängiger Kommunikation und Information.²³⁴

Besonders relevant ist die Möglichkeit, alltägliche Aufgaben eigenständig auszuführen. Selbstständigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang nicht nur Komfort, sondern auch mehr Autonomie und gesellschaftliche Integration. Wer beispielsweise Termine selbst organisieren, Nachrichten lesen oder Haushaltsgeräte bedienen kann, ist weniger auf Unterstützung durch Dritte angewiesen. Dies wirkt sich positiv auf das Selbstwertgefühl und die Lebensqualität aus. In sozialen Kontexten kann das bedeuten, dass Betroffene aktiver teilnehmen, sei es bei Online-Meetings oder im Austausch mit Freunden, ohne ständig um Hilfe bitten zu müssen. Solche kleinen Unabhängigkeiten summieren sich zu einer größeren Freiheit im Leben.

Gleichzeitig zeigen Praxisberichte, dass KI-Systeme nicht immer zuverlässig funktionieren. Sprachassistenten können Schwierigkeiten mit atypischen Sprachmustern oder Dialekten haben, was zu Fehlinterpretationen führt. Auch automatische Erkennungssysteme reagieren nicht immer fehlerfrei. Solche technischen Grenzen können für Betroffene frustrierend sein oder neue Barrieren schaffen, wenn Systeme nicht korrekt reagieren oder Fehlentscheidungen treffen. Ein falsch verstandener Befehl könnte in einem Notfall problematisch werden, oder ein System, das Akzente nicht erkennt, schließt bestimmte Nutzergruppen aus, was die Inklusion untergräbt.

3.4.2 Technologien und Anwendungen

Zentrale Technologien im Bereich der Barrierefreiheit sind Sprach- und Gestensteuerung sowie KI-gestützte assistive Geräte. Moderne Spracherkennung ermöglicht es Menschen mit motorischen Einschränkungen, Texte zu diktieren, Smart-Home-Geräte zu steuern oder digitale Anwendungen zu bedienen. Für hörbeeinträchtigte Personen bieten automatische Untertitel und Transkriptionssysteme einen verbesserten Zugang zu Online-Meetings, Videos oder Lernplattformen. Diese Tools nutzen maschinelles Lernen, um Genauigkeit zu steigern, und können in Echtzeit arbeiten, was den Alltag flüssiger macht – etwa bei Videocalls, wo Untertitel live generiert werden.²³⁵

²³⁴ Vgl. BIBER (2024), [Online].

²³⁵ Vgl. TELEKOM (2024), [Online].

Darüber hinaus entwickeln Unternehmen zunehmend intelligente Hardwarelösungen, etwa smarte Rollstuhlmodule oder KI-gestützte Mobilitätsassistenzsysteme. Auch neuronale Schnittstellen und Exoskelette werden erforscht, die Bewegungen oder Impulse interpretieren können. Diese Entwicklungen zeigen, dass sich klassische medizinische Hilfsmittel immer stärker zu vernetzten Assistenzsystemen weiterentwickeln. Ein Exoskelett könnte Bewegungen unterstützen, indem es Muskelimpulse vorhersagt, was Menschen mit Lähmungen mehr Mobilität gibt und Alltagsaktivitäten wie Gehen oder Greifen erleichtert.²³⁶

Ein weiterer Fortschritt besteht in der Kombination mehrerer Technologien. Sprachsteuerung, Navigation und Objekterkennung können miteinander verknüpft werden, sodass ganzheitliche Unterstützungssysteme entstehen. Solche integrierten Lösungen erhöhen die Flexibilität im Alltag und ermöglichen eine individuell angepasste Nutzung verschiedener Assistenzfunktionen. Für jemanden mit mehreren Einschränkungen könnte das ein System bedeuten, das Sprache in Gesten umwandelt oder Umgebungen beschreibt, was den Übergang zwischen Zuhause, Arbeit und Freizeit nahtloser macht.

3.4.3 Nutzen und gesamtgesellschaftlicher Effekt

Der Nutzen von KI-gestützter Barrierefreiheit beschränkt sich nicht nur auf einzelne Personen. Wenn digitale Angebote barrierefrei gestaltet sind, profitieren auch ältere Menschen, Personen mit temporären Einschränkungen oder Menschen mit geringen Sprachkenntnissen. Barrierefreiheit erhöht somit die allgemeine Zugänglichkeit digitaler Dienste und stärkt Chancengleichheit. In einer alternden Gesellschaft könnte das bedeuten, dass Senioren länger selbstständig bleiben, indem Assistenten Medikamente erinnern oder Notfälle erkennen.²³⁷

Darüber hinaus kann KI dazu beitragen, Inklusion als gesellschaftlichen Standard zu etablieren. Automatische Übersetzungen, vereinfachte Sprache oder intelligente Assistenzsysteme erleichtern den Zugang zu Information, Bildung und Arbeitsmarkt. Richtig eingesetzt, kann KI strukturelle Benachteiligungen reduzieren und gesellschaftliche Teilhabe fördern. Am Arbeitsplatz könnte das

²³⁶ Vgl. BORNCITY (2026), [Online].

²³⁷ Vgl. MÜNCH (2025), [Online].

heißen, dass Menschen mit Behinderungen leichter einsteigen, da Tools Barrieren abbauen und Chancen schaffen.

Langfristig kann eine inklusive Gestaltung digitaler Systeme auch wirtschaftliche Vorteile bringen, da eine größere Zielgruppe erreicht wird. Zusätzlich stärkt eine barrierefreie Ausrichtung das gesellschaftliche Bewusstsein für Vielfalt und Gleichberechtigung. Wenn technologische Innovation von Beginn an inklusiv gedacht wird, entsteht nicht nur ein technischer Fortschritt, sondern auch ein sozialer Mehrwert. Unternehmen profitieren von breiterem Marktpotenzial, und Gesellschaft insgesamt wird vielfältiger und resilienter.

3.4.4 Grenzen und Herausforderungen

Trotz der großen Potenziale bestehen weiterhin erhebliche Herausforderungen. Ein zentrales Problem betrifft die Kosten und den ungleichen Zugang zu Technologie. Hochentwickelte Assistenzsysteme sind häufig teuer und daher nicht für alle Betroffenen leistbar. Zusätzlich fehlt in manchen Regionen die notwendige Infrastruktur, um KI-gestützte Lösungen zuverlässig zu nutzen. In ländlichen Gebieten mit schwachem Internet könnte ein System unbrauchbar werden, was die Ungleichheit verstärkt.²³⁸

Ein weiterer kritischer Aspekt betrifft mögliche Verzerrungen in Trainingsdaten. Viele KI-Systeme werden für einen durchschnittlichen Nutzer entwickelt und berücksichtigen spezifische Bedürfnisse nur unzureichend. Zudem spielt Datenschutz eine zentrale Rolle, da assistive KI-Systeme häufig mit sensiblen personenbezogenen Daten arbeiten. Gesundheitsdaten oder Bewegungsprofile könnten missbraucht werden, wenn Sicherheitsmaßnahmen fehlen.²³⁹

Abschließend zeigt sich, dass KI-Assistenten ein bedeutendes Potenzial für mehr Barrierefreiheit und Inklusion bieten. Damit dieses Potenzial jedoch tatsächlich zu gesellschaftlichem Fortschritt führt, müssen betroffene Personen frühzeitig in Entwicklungsprozesse einbezogen und Barrierefreiheit konsequent mitgedacht werden. Zusätzlich sind klare Qualitätsstandards und regelmäßige Überprüfungen notwendig, um sicherzustellen, dass technologische Lösungen im Alltag tatsächlich funktionieren. Nur so kann verhindert werden, dass Innovation neue

²³⁸ Vgl. LEBENSHILFE STEIERMARK (2026), [Online].

²³⁹ Vgl. AKTION MENSCH (2026), [Online].

Ungleichheiten erzeugt, anstatt bestehende abzubauen. Letztlich geht es um eine Balance, bei der Technik den Menschen dient und nicht umgekehrt.

3.5 Datenschutz und Privatsphäre im Umgang mit KI-Assistenten

Der Einsatz von KI-Assistenten im Alltag bringt neben Komfort und Effizienz auch erhebliche Herausforderungen im Bereich Datenschutz und Privatsphäre mit sich. Sprachassistenten, Smart-Home-Systeme und KI-Chatbots sind dauerhaft mit dem Internet verbunden und verarbeiten kontinuierlich personenbezogene Daten. Dabei bleibt vielen Nutzerinnen und Nutzern oft unklar, welche Informationen konkret gespeichert, analysiert oder weitergegeben werden. Datenschutz ist daher keine Nebensache, sondern eine zentrale Voraussetzung für die langfristige Akzeptanz dieser Technologien. In einer Welt, in der Geräte rund um die Uhr lauschen oder tracken, entsteht schnell ein Gefühl der Unsicherheit – man nutzt die Bequemlichkeit, fragt sich aber, ob der Preis dafür nicht zu hoch ist. Besonders in privaten Räumen wie dem Zuhause kann das zu einem Konflikt führen, da Technik, die hilft, gleichzeitig in die Intimsphäre eindringt und Daten sammelt, die persönlicher nicht sein könnten.

KI-Systeme im Smart Home erfassen unter anderem Sprachaufnahmen, Nutzungszeiten, Standortdaten sowie Rückschlüsse auf Gewohnheiten und Lebensrhythmen. Da viele Sprachassistenten standardmäßig dauerhaft aktiv sind, entsteht eine permanente technische Präsenz im Wohnraum. Seit 2025 werden bei bestimmten Anbietern Sprachaufnahmen verpflichtend in der Cloud gespeichert und analysiert, wodurch die lokale Speicherung entfällt und die Abhängigkeit von externen Servern steigt. Das klingt praktisch für Updates und bessere Funktionen, bedeutet aber auch, dass sensible Gespräche potenziell auf Servern in anderen Ländern landen, wo man keinen direkten Einfluss hat. Für Familien oder Paare kann das bedeuten, dass private Diskussionen unbeabsichtigt aufgezeichnet werden, was das Vertrauen in die Technik erschüttert.²⁴⁰

3.5.1 Datenschutzproblematiken bei KI-Assistenten

Ein zentrales Problem besteht in der mangelnden Transparenz. Viele KI-Systeme arbeiten als sogenannte „Black Box“, wodurch für Nutzerinnen und Nutzer nicht klar nachvollziehbar ist, welche Algorithmen im Hintergrund Entscheidungen treffen oder Daten auswerten. Selbst wenn Datenschutzerklärungen vorhanden

²⁴⁰ Vgl. VERBRAUCHERPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG (2025), [Online].

sind, bleiben diese häufig komplex formuliert und schwer verständlich. Dadurch entsteht eine Informationsasymmetrie zwischen Anbietern und Nutzenden. In der Praxis bedeutet das, dass man ein Gerät nutzt, ohne zu wissen, ob Daten für Werbung, Produktverbesserung oder sogar Dritte genutzt werden – eine Lücke, die Misstrauen schürt und viele dazu bringt, Funktionen einzuschränken.

Besonders deutlich wird diese Problematik im Zusammenhang mit KI-Chatbots, die zunehmend im Alltag junger Menschen eingesetzt werden. Eine aktuelle Jugendstudie von Saferinternet.at zeigt, dass 94 % der 11 bis 17-Jährigen KI-Chatbots verwenden, wobei ChatGPT mit 90 % klar dominiert. Mehr als die Hälfte der Jugendlichen verlässt sich darauf, dass KI-Tools korrekte Informationen liefern, während 40 % die Ergebnisse selten oder nie überprüfen. Gleichzeitig glauben 28 % der Befragten, ihre Eingaben seien vertraulich und könnten von niemandem eingesehen werden. Diese Fehleinschätzung verdeutlicht ein erhebliches Wissensdefizit im Bereich Datenschutz. Jugendliche teilen oft sensible Themen, ohne zu ahnen, dass Daten gespeichert oder analysiert werden könnten, was langfristig zu Risiken wie Profiling oder Manipulation führt.²⁴¹

Darüber hinaus betrifft Datenschutz nicht nur die unmittelbaren Nutzerinnen und Nutzer. Besucherinnen und Besucher eines Smart Homes wissen häufig nicht, ob Gespräche aufgezeichnet oder verarbeitet werden. Ein bewusster Umgang mit Einstellungen, etwa das Deaktivieren von Mikrofonen oder das regelmäßige Löschen gespeicherter Daten, ist daher essenziell. Bei Familienfeiern oder Besuchen könnte das zu unangenehmen Situationen führen, wenn Gäste nicht informiert sind, dass ein Assistent mithört – ein Aspekt, der soziale Beziehungen belasten kann.²⁴²

3.5.2 Sicherheitsrisiken und Schutzmaßnahmen

Neben datenschutzrechtlichen Fragen bestehen konkrete technische Sicherheitsrisiken. Smart-Home-Geräte sind durch ihre permanente Internetverbindung potenzielle Ziele für Cyberangriffe. Unsichere Standardpasswörter, fehlende Updates oder Software-Schwachstellen können dazu führen, dass sich Unbefugte Zugang zum Heimnetzwerk verschaffen. Ein Hacker könnte so Kameras übernehmen oder Daten abgreifen, was nicht nur

²⁴¹ Vgl. ONLINE SICHERHEIT (2026), [Online].

²⁴² Vgl. VERBRAUCHERPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG (2025), [Online].

Privatsphäre verletzt, sondern auch zu realen Gefahren wie Einbrüchen führen könnte.²⁴³

Auch im beruflichen Kontext zeigen sich strukturelle Schwachstellen. Eine bekannt gewordene Sicherheitslücke bei einem KI-Agenten ermöglichte es, ohne direkte Nutzerinteraktion sensible Unternehmensdaten abzugreifen. Solche Fälle verdeutlichen, dass KI-Systeme nicht nur klassische IT-Risiken bergen, sondern durch ihre Architektur neue Angriffsflächen eröffnen. In Firmen, wo KI sensible Infos verarbeitet, könnte das zu wirtschaftlichem Schaden führen, wenn Konkurrenten oder Kriminelle zugreifen.²⁴⁴

Zum Schutz empfehlen Fachstellen regelmäßige Software-Updates, starke individuelle Passwörter, verschlüsselte Datenübertragung sowie eine bewusste Auswahl etablierter Anbieter. Ebenso wichtig ist die datensparsame Konfiguration der Geräte und eine kritische Prüfung von App-Berechtigungen. Praktisch bedeutet das, nur notwendige Zugriffe zu erlauben und Geräte in separaten Netzwerken zu betreiben, um Risiken zu minimieren.²⁴⁵

3.5.3 Vertrauen, Nutzerakzeptanz und regulatorische Rahmenbedingungen

Datenschutz und Sicherheit stehen in direktem Zusammenhang mit dem Vertrauen in KI-Systeme. Wenn Nutzerinnen und Nutzer nicht nachvollziehen können, was mit ihren Daten geschieht, sinkt die Bereitschaft zur Nutzung. Gleichzeitig kann die kontinuierliche Datensammlung Einfluss auf Konsumententscheidungen nehmen, da gespeicherte Informationen algorithmisch ausgewertet und personalisierte Vorschläge generiert werden. Das führt zu einem Kreislauf, in dem Systeme immer "besser" werden, aber Nutzer das Gefühl verlieren, die Kontrolle zu haben.

Gerade bei Jugendlichen zeigt sich, wie stark KI-Chatbots bereits als Alltagsbegleiter wahrgenommen werden. Ein Viertel der Befragten gibt an, dass es ihnen leichter fällt, mit einem Chatbot über persönliche Themen zu sprechen als mit Menschen. Gleichzeitig wünschen sich 53 % der Jugendlichen eine bessere Aufklärung darüber, wie KI-Systeme funktionieren. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit klarer regulatorischer Rahmenbedingungen und

²⁴³ Vgl. DIE BAYERISCHE (2026), [Online].

²⁴⁴ Vgl. ONLINE SICHERHEIT (2025), [Online].

²⁴⁵ Vgl. ONLINE SICHERHEIT (2023), [Online].

umfassender Bildungsangebote. Schulen und Eltern könnten hier eine Rolle spielen, um frühzeitig Sensibilität für Datenschutz zu wecken.²⁴⁶

3.5.4 Grenzen und Risiken: Datenmissbrauch und Überwachung

Trotz technischer Schutzmaßnahmen bleibt ein grundlegendes Risiko bestehen: KI-Assistenten sammeln kontinuierlich Daten, die bei unzureichender Sicherung missbraucht werden können. Sprachaufnahmen, Bewegungsprofile oder Nutzungsgewohnheiten ermöglichen detaillierte Einblicke in das Privatleben. Im schlimmsten Fall können Sicherheitslücken zu Identitätsdiebstahl oder finanziellen Schäden führen. Ein Leck könnte persönliche Routinen offenbaren, die für Erpressung genutzt werden.²⁴⁷

Besonders problematisch ist die Unterschätzung von Risiken. Laut Jugendstudie teilen nahezu die Hälfte der Jugendlichen persönliche Daten mit KI-Systemen, während mehr als ein Viertel sogar intime Inhalte an Chatbots übermittelt. Gleichzeitig vertraut ein signifikanter Anteil darauf, dass diese Daten vertraulich bleiben. Diese Diskrepanz zwischen tatsächlicher Datenverarbeitung und subjektivem Sicherheitsgefühl stellt eine wesentliche Herausforderung dar. Es zeigt, wie Bildung fehlt, um Nutzer zu sensibilisieren.²⁴⁸

Abschließend zeigt sich, dass Datenschutz und Privatsphäre zentrale Voraussetzungen für den nachhaltigen Einsatz von KI-Assistenten sind. Transparente Systeme, klare gesetzliche Rahmenbedingungen sowie eine umfassende digitale Bildung sind notwendig, um Chancen zu nutzen und Risiken zu minimieren. Nur durch einen bewussten und informierten Umgang kann das Potenzial von KI-Systemen ausgeschöpft werden, ohne grundlegende Freiheitsrechte zu gefährden. Am Ende geht es darum, Technik so zu gestalten, dass sie dient, ohne zu kontrollieren.

3.6 KI-Assistenten im Bereich Mobilität und Reisen

Künstliche Intelligenz verändert nicht nur Arbeitswelt und Kommunikation, sondern auch die Art und Weise, wie Menschen sich fortbewegen und Reisen planen. KI-gestützte Systeme analysieren Verkehrsdaten in Echtzeit, prognostizieren Verkehrsaufkommen, unterstützen bei Spurwechseln oder erstellen individuelle Reisepläne innerhalb weniger Sekunden. Dadurch entwickeln

²⁴⁶ Vgl. ONLINE SICHERHEIT (2026), [Online].

²⁴⁷ Vgl. DIE BAYERISCHE (2026), [Online].

²⁴⁸ Vgl. ONLINE SICHERHEIT (2026), [Online].

sich Navigationssysteme, Verkehrsleitsysteme und Reiseplattformen zunehmend zu intelligenten Assistenzlösungen, die Effizienz, Komfort und Sicherheit steigern sollen. In einer Zeit, in der Mobilität immer stärker digitalisiert wird, können solche Tools den Alltag erleichtern, etwa indem sie Staus umgehen oder nahtlose Übergänge zwischen Verkehrsmitteln ermöglichen. Denken Sie an einen Pendler, der morgens die beste Route bekommt, die nicht nur Zeit, sondern auch Benzin spart – das klingt ideal, basiert aber auf massiver Datenverarbeitung. Gleichzeitig entstehen neue Fragen hinsichtlich Datenschutz, Infrastruktur und technischer Zuverlässigkeit. Nicht immer sind Prognosen treffsicher, und in Regionen mit schlechter Netzabdeckung versagt die Technik schnell, was Frustration schürt.²⁴⁹

3.6.1 Einsatzfelder: Navigation, Routenplanung, Verkehrsinfos, Reise- & Ticketbuchung

Ein zentrales Einsatzfeld von KI-Assistenten ist die Navigation im Straßenverkehr. Moderne Systeme analysieren nicht mehr ausschließlich GPS-Daten, sondern verarbeiten zusätzliche Sensordaten und visuelle Informationen. Ein aktuelles Beispiel ist die KI-gestützte Live-Spurführung von Google Maps, die mithilfe von Kameras und Sensoren erkennt, auf welcher Fahrspur sich ein Fahrzeug befindet, und bei falscher Spurwahl rechtzeitig Hinweise gibt. Dadurch soll Stress reduziert und die Verkehrssicherheit erhöht werden. In der Praxis bedeutet das, dass der Fahrer nicht mehr panisch die Spur wechseln muss, weil der Assistent vor einer Ausfahrt warnt – ein Feature, das besonders in unbekannten Städten oder bei hohem Verkehrsaufkommen hilft und Unfälle verhindern kann.²⁵⁰

Auch auf staatlicher Ebene wird KI zur Verkehrssteuerung eingesetzt. Auf der A10 Tauernautobahn in Salzburg kommt ein „multifunktionales Transitmanagement“ zum Einsatz, bei dem Sensoren, digitale Anzeigen und KI-basierte Verkehrsprognosen den Verkehrsfluss verbessern und Anrainergemeinden entlasten sollen. Hier werden Daten aus Kameras und Fahrzeugen in Echtzeit ausgewertet, um Geschwindigkeitslimits anzupassen oder Warnungen auszugeben, was Staus minimiert und die Umwelt schont, indem weniger Emissionen entstehen. Solche Systeme zeigen, wie KI nicht nur individuell, sondern auch auf gesellschaftlicher Ebene wirkt, indem sie öffentliche Infrastruktur optimiert.²⁵¹

²⁴⁹ Vgl. EBERL (2025), [Online].

²⁵⁰ Vgl. WEINDL (2025), [Online].

²⁵¹ Vgl. LAND SALZBURG (2025), [Online].

Neben der Straßenmobilität spielt KI auch in der intermodalen Verkehrsplanung eine wichtige Rolle. Forschende des Fraunhofer-Instituts entwickeln Prognosemodelle, die die Verfügbarkeit von Sharing-Fahrzeugen in Echtzeit berechnen und in Routing-Apps integrieren. Dadurch können Bus, Bahn, Leihfahrrad oder E-Scooter optimal kombiniert werden. Für einen Nutzer könnte das heißen, dass die App nicht nur die schnellste, sondern auch die umweltfreundlichste Route vorschlägt, inklusive Wartezeiten und Alternativen bei Verspätungen – ein Schritt hin zu nachhaltigerer Mobilität in Städten.²⁵²

Auch im Bereich der Reiseplanung und Buchung kommen KI-Assistenten zunehmend zum Einsatz. KI-Chatbots wie ChatGPT oder spezialisierte Reise-Tools erstellen individuelle Reiserouten, schlagen Unterkünfte vor oder unterstützen bei der Buchung. Allerdings weisen offizielle Stellen darauf hin, dass solche Systeme fehlerhafte Informationen liefern können und sensible Daten nicht unüberlegt eingegeben werden sollten. Ein Chatbot könnte eine Route basierend auf Vorlieben planen, aber falsche Flugzeiten angeben, was zu Chaos führt – daher bleibt menschliche Überprüfung essenziell.²⁵³

Tourismusunternehmen wie TUI Austria setzen Chatbots ein, um rund um die Uhr Kundenanfragen zu beantworten und Buchungsprozesse zu unterstützen. Laut Unternehmensangaben konnten dabei bis zu 86 % der Anfragen automatisiert gelöst werden. Das bedeutet, dass Kunden nicht mehr auf Öffnungszeiten warten müssen, sondern sofort Infos zu Preisen oder Verfügbarkeit bekommen, was die Zufriedenheit steigert und Ressourcen spart.²⁵⁴

3.6.2 Nutzen: Effizienzsteigerung im Verkehr und Reisealltag

Der zentrale Nutzen von KI-Assistenzsystemen im Mobilitätsbereich liegt in der Effizienzsteigerung. Durch Echtzeit-Analyse großer Datenmengen können Verkehrsprognosen erstellt und Staus besser planbar gemacht werden. Laut Berichten zur Verkehrslage verbringen Pendlerinnen und Pendler in Deutschland durchschnittlich über 40 Stunden pro Jahr im Stau. KI-gestützte Verkehrssteuerung soll helfen, solche Belastungen zu reduzieren. In Städten wie Berlin oder München könnte das bedeuten, dass Apps alternative Routen

²⁵² Vgl. FRAUNHOFER IOSB (2025), [Online].

²⁵³ Vgl. A-SIT ZENTRUM FÜR SICHERE INFORMATIONSTECHNOLOGIE (2024), [Online].

²⁵⁴ Vgl. GÜNDER (2026), [Online].

vorschlagen, die nicht nur schneller, sondern auch weniger belastend für die Umwelt sind, indem sie Stop-and-Go vermeiden.²⁵⁵

Im intermodalen Verkehr kann KI dazu beitragen, nachhaltige Verkehrsmittel attraktiver zu machen. Wenn die Verfügbarkeit von Sharing-Fahrzeugen verlässlich prognostiziert wird, sinkt die Planungsunsicherheit und der Umstieg vom privaten Pkw wird erleichtert. Für einen Nutzer in einer Stadt könnte die App vorschlagen, mit dem Bus anzufangen, dann auf ein E-Bike umzusteigen – inklusive Echtzeit-Updates zu Verzögerungen, was den Wechsel zu öffentlichen Mitteln fördert und CO₂-Emissionen senkt.²⁵⁶

Im Tourismusbereich verbessern Chatbots die Erreichbarkeit und verkürzen Wartezeiten. Reiseinteressierte erhalten sofortige Antworten, können Angebote vergleichen und Buchungen effizient durchführen. Besonders relevant ist dabei die 24/7-Verfügbarkeit, da Reiseplanungen häufig außerhalb klassischer Geschäftszeiten erfolgen. Ein Urlauber könnte mitten in der Nacht nach Hotels fragen und direkt buchen, was die Branche wettbewerbsfähiger macht und Kundenzufriedenheit steigert.²⁵⁷

3.6.3 Beispiele und aktuelle Entwicklungen

Ein aktueller Trend ist die Integration generativer KI in Fahrzeuge. BMW kündigte für 2026 eine Erweiterung seines Intelligent Personal Assistant an, der auf Amazon Alexa+ basiert und natürliche Dialoge ermöglicht. Ziel ist es, das Fahrzeug in einen kontextsensitiven digitalen Begleiter zu verwandeln. Der Assistent könnte nicht nur navigieren, sondern auch Musik basierend auf Stimmung vorschlagen oder Restaurants empfehlen, was das Fahren angenehmer macht.²⁵⁸

Solche Systeme verbinden Navigation, Infotainment und externe Dienste miteinander und zeigen, wie stark sich Fahrzeuge zu softwarebasierten Mobilitätsplattformen entwickeln. In der Zukunft könnten Autos vorausschauend handeln, etwa bei Ermüdung warnen oder Routen anpassen.

Parallel dazu setzen öffentliche Institutionen auf KI-basierte Datenplattformen, um Mobilitätsdaten zentral zu bündeln und Prognosen für Verkehrslenkung und

²⁵⁵ Vgl. EBERL (2025), [Online].

²⁵⁶ Vgl. FRAUNHOFER IOSB (2025), [Online].

²⁵⁷ Vgl. GÜNDER (2026), [Online].

²⁵⁸ Vgl. MARION (2026), [Online].

Infrastrukturplanung zu ermöglichen. Das könnte langfristig zu smarteren Städten führen, wo Verkehr fließender ist.²⁵⁹

3.6.4 Grenzen: Technische Limitierungen, Datenschutz im öffentlichen Raum, Infrastruktur

Trotz der Vorteile bestehen klare Grenzen. KI-Systeme sind auf große Mengen qualitativ hochwertiger Daten angewiesen. Baustellen, Unfälle oder unvorhersehbare Ereignisse erschweren präzise Prognosen. Bei schlechtem Wetter oder Events kann die KI falsch liegen, was zu Umleitungen führt, die Zeit kosten.²⁶⁰

Zudem entstehen im öffentlichen Raum große Mengen sensibler Bewegungs- und Positionsdaten. Der Einsatz von KI-Systemen unterliegt daher der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sowie der europäischen KI-Verordnung. Besonders im öffentlichen Bereich ist eine klare gesetzliche Grundlage erforderlich, wenn personenbezogene Daten verarbeitet werden. Apps, die Standorte tracken, könnten missbraucht werden, was Privatsphäre verletzt.

Schließlich sind KI-Reiseassistenten nicht frei von Fehlern. Falsche Preisangaben, unzutreffende Standortinformationen oder einseitige Anbieterempfehlungen zeigen, dass menschliche Kontrolle weiterhin notwendig bleibt. Ein Chatbot könnte ein Hotel empfehlen, das ausgebucht ist, was Reisen kompliziert.²⁶¹

Abschließend lässt sich festhalten, dass KI-Assistenzsysteme im Bereich Mobilität und Reisen ein erhebliches Potenzial zur Effizienzsteigerung und Nachhaltigkeit bieten. Voraussetzung für eine langfristige Akzeptanz ist jedoch, dass technische Zuverlässigkeit, Datenschutz und transparente Regulierung gleichermaßen berücksichtigt werden. Nur mit einem ausgewogenen Ansatz kann Technik den Alltag wirklich verbessern, ohne neue Probleme zu schaffen.

²⁵⁹ Vgl. EBERL (2025), [Online].

²⁶⁰ Vgl. EBERL (2025), [Online].

²⁶¹ Vgl. DATENSCHUTZBEHÖRDE ÖSTERREICH (2025), [Online].

4 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER SPORTWISSENSCHAFT

Künstliche Intelligenz gewinnt in vielen Bereichen zunehmend an Bedeutung – auch im Sport. Durch den Einsatz moderner Technologien können große Mengen an Leistungs- und Bewegungsdaten analysiert und ausgewertet werden. Im Sport wird KI unter anderem für die Leistungsanalyse, Trainingsoptimierung, Verletzungsprävention und taktische Entscheidungsfindung eingesetzt. Dadurch ergeben sich neue Möglichkeiten, sportliche Leistungen gezielt zu verbessern und Trainingsprozesse effizienter zu gestalten.

In diesem Zusammenhang nimmt insbesondere die KI-gestützte Bewegungsanalyse eine zentrale Rolle ein. Algorithmen ermöglichen die Erkennung von Bewegungsmustern, die Identifizierung von Fehlern und die Anpassung des Trainings an die individuellen Bedürfnisse der Nutzer. Dies ermöglicht eine präzisere Trainingssteuerung als bei rein subjektiven Beobachtungen durch Trainer.

Neben dem sportlichen Nutzen hat der Einsatz von KI auch eine wirtschaftliche Bedeutung. Der Markt für Sporttechnologie verzeichnet ein kontinuierliches Wachstum, da Vereine, Fitnessunternehmen und Technologieanbieter von effizienteren Prozessen und verbesserten Leistungen profitieren.

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, inwiefern eine KI-gestützte Bewegungsanalyse zur Optimierung der Trainingssteuerung und Steigerung der Leistungsfähigkeit von Sportlern beitragen kann.²⁶²

4.1 KI und Sportwissenschaft im Überblick

Die Bewegungsanalyse ist eine zentrale wissenschaftliche Methode zur systematischen Erfassung und Bewertung menschlicher Bewegungen. Mithilfe dieser Methoden können Bewegungskriterien wie Kinematik, Kraftverläufe und Gelenkwinkel quantifiziert werden, wodurch objektive Daten anstelle bloßer Beobachtungen gewonnen werden können. Diese Daten sind für die Leistungsoptimierung im Sport essenziell, da sie gezielte Technikverbesserungen und Trainingsanpassungen ermöglichen. Sie sind aber auch in medizinischen

²⁶² Vgl. SCHAMKINA (2025), [Online].

Bereichen wichtig, beispielsweise zur Diagnose von Bewegungsstörungen oder zur Planung von Rehabilitationsmaßnahmen. Die moderne Bewegungsanalyse verbindet biomechanische Prinzipien mit fortschrittlichen Technologien wie Motion-Capture-Systemen und Sensorik. Dies erhöht nicht nur die Präzision der Messungen, sondern erleichtert auch Anwendungen in der klinischen Praxis und Forschung. Forschungsergebnisse zeigen, dass präzise Analysen sowohl die Leistungssteigerung als auch die Verletzungsprävention signifikant unterstützen können.²⁶³ Deshalb ist die Bewegungsanalyse heute in der Sportwissenschaft, Physiotherapie und Biomechanik unverzichtbar.²⁶⁴

4.2 Grundlagen der KI-gestützten Bewegungsanalyse

Die KI-gestützte Bewegungsanalyse basiert auf der Erkennung und Verarbeitung menschlicher Bewegungen durch Künstliche Intelligenz. Die Grundlagen dafür liegen in den Bereichen Computer Vision und maschinelles Lernen. Dabei identifiziert die KI zentrale z. B. Körperpunkte und Gelenke, erstellt digitale Skelettmodelle und misst Gelenkwinkel sowie Bewegungsabläufe. Mithilfe dieser Daten kann die Technik oder Haltung von Sportlern objektiv bewertet werden. Die Analyse ermöglicht die Erkennung von Fehlern, die Steigerung der Leistung und die Prävention von Verletzungen in verschiedenen Sportarten. Grundsätzlich nutzt die KI Videoaufnahmen oder Live-Feeds, verarbeitet die Information algorithmisch und liefert detailliertes, teilweise in Echtzeit, Feedback. Dadurch wird das Training effizienter und individueller anpassbar.²⁶⁵

4.2.1 Welche Daten werden erfasst

Damit eine KI-gestützte Bewegungsanalyse zuverlässig funktioniert, müssen zunächst unterschiedliche Arten von Daten erfasst und verarbeitet werden. Wie bereits im vorherigen Kapitel erläutert, basiert die Analyse auf der Erkennung von Körperpunkten, Gelenken und Bewegungsabläufen mithilfe von Computer Vision und maschinellem Lernen. Die Qualität und Vielfalt der erfassten Daten sind dabei entscheidend für die Genauigkeit der Analyse. Die erhobenen Informationen lassen sich grundsätzlich in drei Kategorien unterteilen: Bewegungsdaten, biometrische Daten und umfangreiche Trainings- und Verlaufsdaten.²⁶⁶

²⁶³ Vgl. HE u.a. (2025), [Online].

²⁶⁴ Vgl. ARZEHGAR u.a. (2025), [Online].

²⁶⁵ Vgl. THEBLUEAI (2024), [Online].

²⁶⁶ Vgl. THEBLUEAI (2024), [Online].

Bewegungsdaten

In den letzten Jahren hat die Pose Estimation dank Fortschritten im Bereich der Computer Vision an Bedeutung gewonnen. Sie ermöglicht die präzise Erfassung und Analyse menschlicher Bewegungen und hilft insbesondere dabei, Gelenkpositionen und Körperhaltungen zu identifizieren. In der kinematischen Analyse können Bewegungen dadurch detailliert untersucht werden. Traditionell erfolgte die Erfassung über Merkbasierte Systeme (z. B. VICON, OptiTrack) oder intertielle Messeinheiten (z. B. Xsens, Rokoko). Diese sind jedoch entweder teuer, laborabhängig oder fehleranfällig. Moderne KI-basierte Methoden hingegen erfassen Bewegungsdaten wie Positionen, Gelenkwinkel und Bewegungsdynamik direkt aus Bildern oder Videos und sind somit nicht auf teure Sensoren angewiesen.²⁶⁷

Biometrische Daten

Biometrische Daten sind messbare Kennwerte des menschlichen Körpers, die Aufschluss über Bewegungen, Kräfte und Körperhaltungen geben. Zu den erfassten Daten gehören Körperpositionen, Gelenkwinkel, Schrittlänge, Bodenkontaktzeiten, Bewegungsdynamik sowie Interaktion von Muskeln, Knochen und Gelenken. Die Analyse dieser Daten ermöglicht es Trainerinnen und Trainern, Therapeutinnen und Therapeuten sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Bewegungsmuster detailliert zu verstehen, gezielte Trainingspläne zu entwickeln und die Effizienz von Bewegungen zu verbessern. In der Praxis zeigt sich dies beispielsweise darin, dass Leichtathletiktrainerinnen und Trainer anhand von Schrittlänge und Körperhaltung konkrete Empfehlungen geben, um die Sprintgeschwindigkeit eines Athleten zu steigern. Professionelle Sportteams setzen solche Analysen regelmäßig ein, um die Topform ihrer Spieler zu erhalten und Verletzungsrisiken zu minimieren.²⁶⁸

Bedeutung großer Datenmengen für präzise Analysen

Die Genauigkeit von KI-Systemen hängt maßgeblich von großen Datenmengen ab. Die Menge der verfügbaren Bewegungs- und Trainingsdaten ist dabei

²⁶⁷ Vgl. FUKUSHIMA u.a. (2024), [Online].

²⁶⁸ Vgl. HULATT (2024), [Online].

entscheidend, da Algorithmen so Muster erkennen und verlässliche Prognosen treffen können.²⁶⁹

4.2.2 Methoden der Bewegungsanalyse

Computer Vision

Computer Vision (CV) ist ein Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz, das Computersystemen ermöglicht, visuelle Informationen aus Bildern oder Videos zu erkennen, zu interpretieren und zu analysieren. Algorithmen ermöglichen es der Computer Vision, Objekte, Bewegungen und Muster automatisch zu erfassen und zu interpretieren. Dieser Prozess ähnelt dem menschlichen Sehen, jedoch auf Grundlage von Daten und Berechnungen basiert. Im Basketball ermöglicht CV die Verfolgung der Bewegungen der Spielerinnen und Spieler, um optimale Schusspositionen, Verteidigungsstrategien und taktische Entscheidungen zu bestimmen. Trainerinnen und Trainer haben dadurch die Möglichkeit Trainings gezielt auf Schwächen auszurichten und sowohl die Leistung einzelner Athletinnen und Athleten als auch die der gesamten Mannschaft zu verbessern.²⁷⁰

Machine Learning

Machine Learning (ML) ist ein Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz, bei dem Algorithmen aus großen Datenmengen Muster und Zusammenhänge erkennen und auf dieser Grundlage Vorhersagen oder Entscheidungen treffen, ohne dass jede Regel explizit programmiert wird. Im Rahmen der Sportanalyse findet ML Anwendung, um umfangreiche Leistungs-, Bewegungs- und Spielerdaten zu verarbeiten und daraus objektive, datengestützte Erkenntnisse zu generieren. Dies ermöglicht die Personalisierung von Trainingsprogrammen die Bewertung von Leistungstrends, die Prognose von Verletzungsrisiken und die Optimierung von Taktiken. Dies erfolgt durch die Umwandlung von Bewegungsdaten, die beispielsweise aus Videos oder Wearables stammen, in aussagekräftige Informationen. Ein wesentlicher Vorteil von ML liegt in der signifikant gesteigerten Analysegeschwindigkeit und Präzision. Darüber hinaus ermöglicht diese Methode eine objektivere Leistungsbewertung sowie die individuelle Anpassung von Trainingsplänen, wodurch manuelle Methoden in diesem Bereich überflüssig werden. Allerdings sind mit der Nutzung von ML auch Herausforderungen

²⁶⁹ Vgl. HE u.a. (2025), [Online].

²⁷⁰ Vgl. PUNKTUM (2026), [Online].

verbunden, darunter der hohe Bedarf an qualitativ hochwertigen, standardisierten Daten, das erforderliche technische Know-how zur Modellentwicklung, die verständliche Integration der Ergebnisse in Trainingsabläufe sowie datenschutz- und ethische Fragen im Umgang mit sensiblen Leistungs- und Gesundheitsdaten.²⁷¹

Pose Estimation

Pose Estimation ist ein Beispiel für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Bereich der Computer Vision. Ziel dieser Technologie ist die Erkennung von Schlüsselgelenken und Körperpunkten, wie etwas Ellbogen, Knie, Handgelenke und Knöchel, in Bildern oder Videos. Aus diesen Punkten wird ein digitales Skelettmodell des menschlichen Körpers erstellt. Dieses Modell gestattet eine quantitative Analyse von Bewegungen und Haltungen und transformiert subjektive visuelle Beobachtungen in objektive, messbare Daten. Durch den Einsatz von KI-Algorithmen können diese Bewegungsdaten sowohl räumlich (Positionen) als auch zeitliche (Veränderungen über die Zeit) analysiert werden, was eine präzise Erfassung selbst dynamischer Sportbewegungen ermöglicht.

Anwendungsgebiete im Sport sind unter anderem:

- Im Rahmen der Technikanalyse und Leistungsverbesserung ist es von essentieller Bedeutung, dass Trainer in die Lage versetzt werden, subtile Bewegungsfehler zu identifizieren und zu optimieren.
- Die Identifizierung von potenziell verletzungsauslösenden Bewegungsmustern stellt einen wesentlichen Aspekt der Verletzungsprävention dar.
- Die Überwachung der Rehabilitation dient der objektiven Verfolgung des Fortschritts nach einer Verletzung.
- Im Rahmen der Analyse werden sportartspezifische Bewegungen wie der Golfschwung, die Schwimmtechnik oder die Basketball-Wurfmechanik untersucht.

Ein wesentlicher Vorteil von Pose Estimation besteht darin, dass sie ohne aufwendige Marker oder Spezialausrüstung auskommt und herkömmliche

²⁷¹ Vgl. PUNKTUM (2026), [Online].

Videoaufnahmen ausreichen sind. Darüber hinaus bietet sie umfassende Bewegungsdaten für Athletinnen und Athleten aller Leistungsniveaus und ermöglicht eine schnellere und detailliertere Auswertung der Trainingsergebnisse im Vergleich zu traditionellen Methoden. Ein weiterer Vorteil der Technologie besteht in ihrer Skalierbarkeit. Dies ermöglicht automatisierte Analysen über längere Zeiträume oder für ganze Teams.

Es sei darauf hingewiesen, dass Einschränkungen in Bezug auf die Genauigkeit der Schätzung bestehen, wenn es um verdeckte Körperteile oder schnelle, komplexe Bewegungen geht. Zudem wird eine hohe Rechenleistung für Echtzeit-Analysen benötigt. Zudem ist die Zuverlässigkeit von KI-Modellen häufig dann geringer, wenn diese nicht auf ausreichend vielfältigen Trainingsdaten basieren.²⁷²

4.3 Optimierung der Trainingssteuerung durch KI

4.3.1 Personalisierung der Trainingspläne durch KI

Der Artikel „Predictive Performance: Wie KI dein Training optimiert und Verletzungen verhindert“, thematisiert den zunehmenden Einsatz Künstlicher Intelligenz im Kraft- und Leistungstraining und demonstriert, wie Trainingsprozesse durch datenbasierte Analysen individualisiert werden können. Im Mittelpunkt steht dabei die Abkehr von statischen Trainingsplänen hin zu dynamischen, personalisierten Trainingssystemen, die sich laufend an den körperlichen Zustand der trainierenden Person anpassen.

Im Prozess der Personalisierung von Trainingsplänen bedient sich die KI einer Vielzahl individueller Daten, die unter anderem mittels Wearables und Fitness-Trackern erhoben werden. Zu den erfassten Variablen zählen Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität (HRV), Bewegung- und Belastungsdaten, Schlafqualität sowie der Trainingsverlauf. Die kontinuierliche Analyse dieser Daten sowie deren Zusammenführung zu einem individuellen Leistungs- und Belastungsprofil stellt einen wesentlichen Aspekt des Forschungsprojektes dar. Auf dieser Grundlage identifiziert die KI Muster, Zusammenhänge und Belastungstrends, die für menschliche Trainer oft nur schwer oder gar nicht sichtbar sind.

Ein zentraler Aspekt der Personalisierung ist die dynamische Anpassung von Trainingsintensität, -umfang und -häufigkeit. Die KI bewertet täglich den aktuellen Erholungszustand des Körpers und determiniert, ob eine intensive Trainingseinheit

²⁷² Vgl. RAJAEI (2024), [Online].

indiziert ist oder ob eine reduzierte Belastung beziehungsweise eine Regenerationseinheit empfohlen werden sollte. Zu diesem Zweck werden verschiedene Kennzahlen herangezogen, darunter auch das Verhältnis zwischen akuter und chronischer Trainingsbelastung (Acute-Chronic Workload Ratio), um eine Über- oder Unterbelastung zu vermeiden. Dieser Ansatz resultiert in der Entwicklung eines individuellen Trainingsplans, der sich nicht an starren Wochenstrukturen orientiert, sondern eine flexible Anpassung an körperliche Veränderung ermöglicht.

Ein weiterer signifikanter Vorteil von KI-gestützten Trainingsplänen liegt in der Prävention von Verletzungen. Die langfristige Auswertung von Belastungs- und Bewegungsdaten ermöglicht es der KI, frühzeitig Anzeichen für ein erhöhtes Verletzungsrisiko zu erkennen. Werden kritische Belastungsmuster festgestellt, erfolgt eine automatische Anpassung des Trainingsplans durch das System, beispielsweise durch eine Reduktion der Intensität oder die Hinzufügung zusätzlicher Regenerationsphasen. Dies resultiert in einer gesteigerten Leistungsorientierung und erhöhten Sicherheit während des Trainings.

Zusammenfassend zeigt der Artikel, dass Künstliche Intelligenz eine zentrale Rolle bei der Personalisierung moderner Trainingspläne spielt. KI-basierte Systeme ermöglichen eine kontinuierliche, datenbasierte Anpassung des Trainings an die individuelle Leistungsfähigkeit, den Erholungszustand und die Belastbarkeit der Trainierenden. Im Vergleich zu traditionellen, standardisierten Trainingsplänen bieten diese Pläne den Vorteil, sowohl die Leistungssteigerung zu optimieren als auch das Risiko von Übertraining und Verletzungen deutlich zu reduzieren. Diese Entwicklungen demonstrieren das Potenzial von KI als unterstützendes Instrument im Bereich des Gesundheits- und Leistungstrainings.²⁷³

4.3.2 Unterschied zu klassischen Methoden

Der Blogartikel „Oldschool-Bodybuilding vs. Neue Fitness-Trends (Teil 1)“, analysiert die Entwicklung des Kraft- und Fitnesstrainings im Spannungsfeld zwischen traditionellen Bodybuilding-Methoden und modernen Ansätzen. Klassische Trainingsmethoden, wie sie im Oldschool-Bodybuilding praktiziert wurden, basieren insbesondere auf bewährten Grundprinzipien des Krafttrainings. Diese haben sich über Jahrzehnte hinweg als effektiv erwiesen, sowohl in Bezug

²⁷³ Vgl. FRANK (2025), [Online].

auf den Muskelaufbau als auch auf die Steigerung der Kraft. In den traditionellen Ansätzen wird der Fokus primär auf den Einsatz freier Gewichte und robuster Geräte wie Lang- und Kurzhanteln sowie Power Racks gelegt. Es wird besonderer Wert auf eine regelmäßige, progressive Belastung mit intensiven Wiederholungen, konstanten Grundübungen und dedizierten Regenerationszeiten gelegt. Der Fokus liegt dabei oft auf klassischen Grundübungen und einer relativ starren Struktur des Trainings, bei der Intensität und Regenerationsphasen in selbstständiger, erfahrungsbasierter Weise gesteuert werden.

Dem gegenüber werden in der modernen Fitness-Literatur eine Vielzahl an Trainingsgeräten und -hilfsmitteln sowie der Einsatz technologischer Innovationen und differenzierter Trainingsmethoden beschrieben. Klassische Geräte zeichnen sich in der Regel durch Funktionalität und Robustheit aus, wohingegen moderne Fitnessgeräte über zusätzliche technische Merkmale verfügen. Dazu zählen variable Widerstandspunkte, Umlenkrollen oder flexible Attachments. Diese ermöglichen eine gezieltere Beanspruchung einzelner Muskelgruppen und berücksichtigen biomechanische Kraftkurven. Darüber hinaus haben digitale Trainings-Apps und Tracker das Fitness-Alltagstraining durchdringen können, da sie die Erfassung von Trainingsdaten, Erholung, Schlaf und Ernährung ermöglichen und somit eine datenbasierte Entscheidungsgrundlage für das Training schaffen. Diese Technologien unterstützen Trainierende dabei, Über- oder Untertraining zu vermeiden und präziser auf individuelle Kapazitäten einzugehen.²⁷⁴

Ein wesentlicher Unterschied zwischen klassischen und modernen Methoden besteht in der Trainingsflexibilität. Klassische, also Oldschool bezeichnete Methoden folgen häufig festen Routinen und Trainingsprinzipien, die über lange Zeiträume konstant eingehalten werden. Moderne Konzepte hingegen lassen eine größere Variation in den Übungen, Methoden und Intensitätssteuerungen zu. Moderne Ansätze betonen die Bedeutung von Abwechslung, verschiedenen Trainingsmethoden wie Supersätzen, Intervall- und Zirkeltraining sowie die differenzierte Gestaltung von Trainingszyklen und Berücksichtigung der aktuellen Regeneration- und Leistungsdaten. Diese methodische Vielfalt zielt darauf ab, ein breites Spektrum an Muskelgruppen und physiologischen Reizen zu adressieren,

²⁷⁴ Vgl. FRANK (2025), [Online].

wobei wissenschaftliche Erkenntnisse und technologische Hilfsmittel häufig eine unterstützende Rolle spielen.

Trotz der aufgeführten Unterschiede, beruhen sowohl klassische als auch moderne Trainingsmethoden auf demselben Grundprinzip: dem progressiven und gezielten Belasten einzelner Muskelgruppen über einen längeren Zeitraum, begleitet von angemessener Regeneration und Ernährung, mit dem Ziel, Muskelkraft, -größe und Leistungsfähigkeit zu entwickeln. Die Wahl zwischen traditionellen und modernen Ansätzen hängt von individuellen Präferenzen, Zielen und den verfügbaren Ressourcen ab. Dabei macht die Integration neuer Technologien und Trainingsprinzipien traditionelle Methoden nicht obsolet, sondern bietet vielmehr zusätzliche Werkzeuge zur Optimierung des Trainings.²⁷⁵

4.3.3 Wirtschaftlicher Nutzen

Der Einsatz Künstlicher Intelligenz zur Trainingssteuerung bietet Unternehmen in der Fitness- und Gesundheitsbranche signifikante ökonomische Vorteile, die über die reine Steigerung der Leistung der Trainierenden hinausgehen. Moderne KI-gestützte Systeme analysieren kontinuierlich individuelle Leistungsdaten, Fitnessziele und physiologische Parameter wie Herzfrequenz oder Erholungsstatus. Auf Basis dieser Daten werden in Echtzeit Anpassungen an Trainingsplänen vorgenommen und damit personalisierte sowie dynamische Trainingsprogramme erstellt. Dieser Ansatz stellt einen klaren Vorteil gegenüber statischen, herkömmlichen Trainingsmethoden dar.²⁷⁶

Aus unternehmerischer Perspektive führt der Einsatz solcher KI-Lösungen in Fitnessstudios und Gesundheitszentren zu einer signifikanten Steigerung der Mitgliederbindung und -zufriedenheit. Die kontinuierliche Anpassung von personalisierten Trainingsplänen an den Fortschritt und die Bedürfnisse der Mitglieder resultiert in besseren Ergebnissen und höherer Motivation. Die vorliegende Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass eine hohe Zufriedenheit der Mitglieder mit der Mitgliedschaft mit einer Verlängerung der Mitgliedschaft sowie der Abgabe von Empfehlungen einhergeht. Dies hat eine erhöhte Kundenbindung sowie ein Wachstum der Neumitgliederzahlen zur Folge.

²⁷⁵ Vgl. COMERESKI (2021), [Online].

²⁷⁶ Vgl. FRANK (2025), [Online].

Zudem können KI-basierte Systeme die Erstellung von Trainingsplänen erheblich vereinfachen und die manuelle Planung deutlich reduzieren. Diese Effizienzsteigerung ermöglicht es den Trainern, sich auf wertschöpfende Aufgaben wie die persönliche Beratung zu konzentrieren, während Routineaufgaben automatisiert abgewickelt werden.

Ein weiterer Aspekt, der in diesem Zusammenhang von Relevanz ist, ist die Steigerung der betrieblichen Effizienz. Durch den Einsatz automatisierter Datenanalyse und Trainingsplanung kann der administrative Aufwand signifikant reduziert werden. Unternehmen können ihre Ressourcen effektiver nutzen, indem sie weniger Zeit für die Erstellung und Anpassung von Trainingsprogrammen aufwenden und stattdessen in qualitative hochwertige Dienstleistungen investieren. Dies resultiert in einer optimierten Nutzung der Arbeitszeit von Trainern und einer Reduktion der Kosten im operativen Betrieb.

Darüber hinaus tragen KI-gestützte Trainingssysteme zur Steigerung der Mitgliederbindung und zur Umsatzsteigerung bei, indem sie personalisierte und adaptive Trainingserlebnisse bieten, die von modernen Nutzern erwartet werden. Die Integration von KI-Funktionen ermöglicht nicht nur die Optimierung der Leistung einzelner Nutzer, sondern schafft auch Wettbewerbsvorteile für Fitnessunternehmen in einem dynamischen Markt. Fitnessstudios, die KI-basierte Angebote implementieren, können sich somit klar von klassischen Anbietern ohne solche Technologien abheben. Dies ist insbesondere in einem zunehmend digitalisierten Umfeld von Vorteil und führt zu einer Verbesserung der Marktposition.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Implementierung von KI in den Trainingsprozess nicht nur eine technologische Innovation, sondern auch einen signifikanten wirtschaftlichen Nutzen für Unternehmen darstellt. Durch automatisierte Personalisierung, höhere Effizienz, gesteigerte Kundenzufriedenheit und verbesserte Mitgliederbindung generiert KI einen messbaren Mehrwert, der sowohl die Kosten senkt als auch die Einnahmen erhöht und somit die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen im Fitness- und Gesundheitssektor stärkt.²⁷⁷

²⁷⁷ Vgl. EGYM (2026), [Online].

4.4 Verletzungsprävention und Gesundheitsmanagement

Im Bereich der Sportwissenschaft wird der Begriff „Verletzungsprävention“ verwendet, um alle Maßnahmen zu beschreiben, die darauf abzielen, das Auftreten von Verletzungen zu reduzieren oder zu verhindern. Dazu gehören:

- Das Monitoring von Belastung und Training ermöglicht eine frühzeitige Erkennung von Überlastung und Fehlbelastung.²⁷⁸
- Durch den Einsatz von Technologie, wie beispielsweise KI-basierte Systeme und Sensorik, ist es möglich, Risiken vorhersehbar zu machen.²⁷⁹
- Das Ziel dieses Verfahrens besteht darin, riskante Muster durch eine systematische Messung von Bewegungen und Technik zu identifizieren.²⁸⁰

Gesundheitsmanagement im sportlichen Kontext umfasst die ganzheitliche Begleitung von Athleten, die sowohl körperliche als auch technologische Unterstützung umfasst. Ziel ist es, akute Verletzungen und langfristige Gesundheitsschäden zu minimieren.²⁸¹ Moderne Ansätze kombinieren daher physiologische, biomechanische und technologische Strategien.²⁸²

4.4.1 KI zur Erkennung von Überlastung & Fehlbewegungen

Im Sport wird Künstliche Intelligenz zunehmend eingesetzt, um Überlastung und Fehlbewegungen frühzeitig zu erkennen. Aktuelle Analysen zeigen jedoch deutliche Implementierungslücken: 89 % der Studien verwenden Wearables zur Bewegungsanalyse, aber nur 15 % validieren diese mit Goldstandard-Verfahren und nur 7 % integrieren die Ergebnisse in konkrete Präventionsprogramme. Darüber hinaus werden sportspezifische Unterschiede häufig nicht ausreichend berücksichtigt.

Für die Verletzungsprävention bedeutet dies, dass KI-Systeme nur dann zuverlässig Überlastungsrisiken erkennen können, wenn Sensorik, Abtastrate und Modellarchitektur an die jeweilige Sportart angepasst sind. Insbesondere bei Überkopf- und Wurf sportarten sind hohe Abtastraten (≥ 200 Hz) sowie Multisensorsysteme erforderlich, um komplexe Gelenkbelastungen präzise zu

²⁷⁸ Vgl. HILDEBRANDT u.a. (2021), [Online].

²⁷⁹ Vgl. SOUAIFI u.a. (2025), [Online].

²⁸⁰ Vgl. SOUAIFI u.a. (2025), [Online].

²⁸¹ Vgl. SOUAIFI u.a. (2025), [Online].

²⁸² Vgl. HILDEBRANDT u.a. (2021), [Online].

erfassen. Eine unzureichende technische Ausstattung kann die Genauigkeit der Verletzungsvorhersage erheblich reduzieren.

Moderne Hybridmodelle kombinieren biomechanische Prinzipien mit maschinellem Lernen, um Belastungen entlang der kinetischen Kette zu berechnen. Auch Computer-Vision-Systeme und CNN-Modelle ermöglichen die automatisierte Analyse risikoreicher Bewegungsmuster – beispielsweise bei Aufschlägen oder Wurfbewegungen – und einen frühzeitigen Eingriff.

In Sportarten, bei denen eine hohe Belastung der unteren Extremitäten zu verzeichnen ist, verbessert die KI die Mustererkennung deutlich. Im Rahmen unüberwachten Lernens können unterschiedliche Laufmuster identifiziert werden, die in Zusammenhang mit verschiedenen Verletzungen stehen. Systeme zur Anomalieerkennung sind in der Lage, bereits mehrere Wochen vor dem Auftreten einer Verletzung Kompensationsmechanismen zu erkennen. Darüber hinaus gestatten CNN (Convolutional-Neural-Networks) Modelle und LSTM (Long Short-Term Memory) Modelle die Analyse von Landemechaniken sowie von Bewegungsverschlechterungen aufgrund von Ermüdung. Dies ist insbesondere für Kreuzband- und Muskelverletzungen von großer Bedeutung.

Ein zentraler Fortschritt im Gesundheitsmanagement ist die Integration multimodaler Daten. Modelle, die biomechanische und physiologische Parameter kombinieren, erzielen deutliche präzisere Vorhersagen als rein bewegungsbasierte Systeme. Darüber hinaus weisen individualisierte, athletenspezifische Modelle eine höhere Prognosekraft auf als allgemeine Modelle. Echtzeit-Feedbacksysteme sind in der Lage, während des Trainings schädliche Bewegungsmuster zu erkennen und unmittelbar Korrekturen zu veranlassen. Es wird jedoch betont, dass selbst präzise KI-Modelle nur dann wirksam sind, wenn sie in konkrete Präventions- und Interventionsprogramme eingebunden werden.²⁸³

KI kann durch die Analyse menschlicher Motorik Bewegungsstörungen objektiv erkennen und klassifizieren. Durch den Einsatz von Machine-Learning-Verfahren werden Abweichungen von den normalen Bewegungsmustern identifiziert, was eine frühzeitige Diagnose und präventive Maßnahmen ermöglicht. Diese

²⁸³ Vgl. SOUAIFI u.a. (2025), [Online].

technologische Entwicklung unterstreicht das Potenzial von KI für ein modernes, datenbasiertes Gesundheitsmanagement.²⁸⁴

4.4.2 Einsatz in Reha und Physiotherapie

Künstliche Intelligenz besitzt ein großes Potenzial, die Rehabilitationspraxis und das Gesundheitsmanagement zu verbessern, insbesondere im Bereich der muskuloskelettalen Rehabilitation nach Verletzungen. In Deutschland werden viele Reha-Behandlungen aufgrund von Verletzungen des Bewegungsapparates durchgeführt. Effiziente und individualisierte Therapieformen sind daher von großer Bedeutung.

Ein zentrales Problem in der Rehabilitation ist, dass Patientinnen und Patienten oft kognitive Einschränkungen, Sprachbarrieren oder psychische Belastungen haben. Dadurch ist es schwierig, ihre Beschwerden und Motivation präzise einzuschätzen. Dies kann zu unvollständigen oder verzerrten Daten führen und eine personalisierte Therapie erschweren. KI-Modelle können hier ansetzen, indem sie neben den körperlichen auch die kognitiven und psychologischen Aspekte berücksichtigen.

Das Konzept der „Künstlichen Mentalen Modelle“ (KMM) zielt darauf ab, implizite Vorstellungen und Erwartungen von Patientinnen und Patienten zu erfassen und für Therapieentscheidungen nutzbar zu machen. Diese Modelle basieren auf kognitionswissenschaftlichen Konzepten und sogenannten "World Models" aus dem Bereich der KI. Diese simulieren interne Prozesse und treffen Vorhersagen über Verhalten, Schmerzen oder Fortschritt. Dadurch können Therapeutinnen und Therapeuten die Rehabilitation besser an die Bedürfnisse der Patientinnen und Patienten anpassen und Überbelastung vermeiden oder die Motivation steigern.

Ein praktisches Beispiel, ist die Knierehabilitation nach Verletzungen oder Operationen. Mithilfe eines KI-Agenten können Ärztinnen und Ärzte und Therapeutinnen und Therapeuten die Übungen ihrer Patientinnen und Patienten vorhersagen und entsprechend personalisieren. Dies verbessert sowohl die Qualität der Therapie als auch den therapieassoziierten Verlauf.

Für das Gesundheitsmanagement bedeutet dies, dass KI-gestützte Verfahren nicht nur körperliche Parameter messen, sondern auch kognitive und psychologische

²⁸⁴ Vgl. DOCCHECK (2026), [Online].

Faktoren einbeziehen. Dies führt zu einer effizienteren Gestaltung der Reha-Prozesse, die stärker auf die Bedürfnisse der Patienten ausgerichtet sind und das Risiko für die Patienten reduziert. Langfristig können so auch die Heilungszeiten und Nachbehandlungen optimiert werden.

KI-basierte Systeme sind ein vielversprechender Bestandteil modernen Reha- und Gesundheitsmanagementstrategien. Sie helfen dabei, körperliche, psychologische und soziale Faktoren systematisch zu erfassen und in die Therapieplanung zu integrieren.²⁸⁵

4.5 KI im Wettkampf: Fairness und Kampfrichterentscheidungen

Die Künstliche Intelligenz verändert den Sport nicht nur in den Bereichen Training, Strategie und Leistungsanalyse, sondern auch im Bereich der Entscheidungsfindung während Wettkämpfen. KI-Systeme bieten Schiedsrichterinnen und Schiedsrichter bereits heute Unterstützung, um menschliche Fehler zu reduzieren und Entscheidungen objektiver zu treffen.

Wie KI Kampfrichter unterstützt:

- Tennis: Das Hawk-Eye-System verfolgt den Ballflug mit höchster Präzision, sodass Linienentscheidungen (in/out) stets mit Sicherheit getroffen werden können, auch bei schnellen Ballwechseln.
- Im Fußball werden zur Überprüfung, ob ein Ball die Torlinie vollständig überquert hat, Sensoren und Kameras (VAR-Technologien) eingesetzt. Darüber hinaus wurde bei der EURO24 ein Sensor im Ball verwendet, der Handberührungen erkennt und so Schiedsrichterinnen und Schiedsrichter in schwierigen Situationen unterstützt.

Diese Technologien tragen dazu bei, Entscheidungen präziser und nachvollziehbarer zu gestalten, was zu mehr Fairness im Wettkampf beitragen kann. Gleichzeitig zeigen Diskussionen, z. B. um kontroverse Handspielentscheidungen, dass selbst technische Systeme nicht automatisch zu einem allgemein als fair empfundenen Ergebnis führen. Dies hängt oft von den Regeln und ihrer Interpretation ab.²⁸⁶

²⁸⁵ Vgl. JANZEN u.a. (2025), [Online].

²⁸⁶ Vgl. FÜRST (2024), [Online].

4.5.1 Schiedsrichterunterstützung Fußball

Die FIFA setzt beim FIFA Innovation World Cup 2022 ein technisches Unterstützungssystem für Schiedsrichter ein. Ziel ist es, Fehlentscheidungen zu reduzieren und Entscheidungen fairer und objektiver zu treffen. Das VAR-System ist seit der Saison 2018/19 offiziell Teil der Spielregeln und wurde bereits bei der FIFA-Weltmeisterschaft 2022 erfolgreich eingesetzt.

Das VAR-Team analysiert Spielsituationen in Echtzeit mit Hilfe von Kameras und Wiederholungen. So unterstützt es den Schiedsrichter auf dem Feld bei kritischen Entscheidungen. Die Technik findet vor allem in vier entscheidenden Situationen Anwendung.

1. Tore und Verstöße, die zu einem Tor führen, sind in diesem Kontext von entscheidender Bedeutung.
2. Strafstoßentscheidungen
3. Es erfolgt eine direkte Platzverweisung.
4. Identitätsverwechslungen

Dieses System unterstützt die Reduzierung von menschlichen Wahrnehmungsfehlern, indem es objektive Informationen anhand von Video-Wiederholungen und Zeitlupenbildern bereitstellt.

Dadurch werden umstrittene Entscheidungen transparent geprüft, bevor eine endgültige Entscheidung getroffen wird. Letztlich trägt die Schiedsrichtering oder der Schiedsrichter auf dem Feld die Verantwortung, kann jedoch auf die fundierte Analyse des VAR-Teams zurückgreifen.

Für die Überprüfung setzt das VAR-Team bis zu 42 Kameras ein, darunter Super- und Ultra-Zeitlupenkameras. Sie ermöglichen beispielsweise die eindeutige Erkennung des genauen Kontaktpunkts bei Zweikämpfen oder der Position bei Abseits. Zusätzlich wird halbautomatische Abseitstechnologie verwendet, um Entscheidungen über Abseitslagen noch präziser zu unterstützen.

Der technische Support ermöglicht es dem Schiedsrichter, objektiver und nachvollziehbarer zu entscheiden, was zu mehr Fairness im Wettkampf führt. Fehler, die durch menschliche Wahrnehmungsgrenzen entstehen (z. B. bei

schnellen Spielsituationen), lassen sich durch technische Analyse reduzieren. Zudem werden die Abläufe der Überprüfung für Zuschauerinnen und Zuschauer verständlich gestaltet, was die Transparenz des Entscheidungsprozesses stärkt.²⁸⁷

Tennis

Im Sport wird Künstliche Intelligenz eingesetzt, um die Entscheidungen von Schiedsrichtern objektiver und fairer zu gestalten. Im Tennis beispielsweise trägt diese Technologie dazu bei, die Spielstände präziser und die Partien fairer zu machen. Ein prominentes Beispiel ist das sogenannte Hawk-Eye-System, welches bereits bei zahlreichen professionellen Tennis-Turnieren zum Einsatz kommt.

Im Tennis überwacht das Hawk-Eye-System den Flug des Balls mit Hilfe von hochau aufgelösten Kameras und KI-basierten Analysealgorithmen. Dadurch ist eine genaue Bestimmung des Ballbesitzes möglich, selbst bei schnellen Ballwechseln und in knappen Situationen. Für Schiedsrichterinnen und Schiedsrichter sind diese Entscheidungen von besonderer Relevanz, da sie häufig innerhalb von Millisekunden getroffen werden müssen.

Dadurch wird der Einfluss menschlicher Wahrnehmungsfehler deutlich reduziert, die Objektivität der Entscheidungsfindung erhöht und sportliche Entscheidungen werden für Spieler und Zuschauer transparenter und nachvollziehbarer.

Die Nutzung von KI-Systemen wie Hawk-Eye trägt dazu bei, Entscheidungen weniger umstritten zu machen, weil Ergebnisse auf technischen Messwerten und Daten basieren. Im Tennis werden Linienentscheidungen beispielsweise nicht mehr allein vom Menschen getroffen, sondern von einem System, das kontinuierlich den Ball verfolgt und analysiert. Dies fördert die Wettkampffairness, da gleiche Spielsituationen auch gleich bewertet werden.

Allerdings müssen KI-Technologien noch weiterentwickelt werden und sind nicht vollkommen fehlerfrei. Derzeit erfüllen sie eher eine unterstützende Funktion und stellen keinen vollständigen Ersatz für menschliche Schiedsrichter dar.²⁸⁸

Geräturnen

²⁸⁷ Vgl. INSIDE FIFA (2022), [Online].

²⁸⁸ Vgl. FÜRST (2024), [Online].

Im Gerätturnen kommt das Judging Support System (JSS) von Fujitsu zum Einsatz. Dieses unterstützt Kampfrichterinnen und Kampfrichter bei der Bewertung von Turnübungen. Das Ziel des Systems besteht darin, die Fairness und Objektivität im Wettkampf zu erhöhen, indem es menschliche Wahrnehmungsfehler reduziert und technische Daten für die Entscheidungsfindung bereitstellt. Das System wurde in Zusammenarbeit mit der Internationalen Turnverband (FIG) entwickelt und bei Weltmeisterschaften erfolgreich getestet.

Das JSS setzt für die exakte Erfassung der Bewegungen der Turnerinnen und Turner 3D-Kameras und KI-gestützte Analyse ein. Die KI identifiziert Gelenkpositionen und Bewegungsabläufe, generiert daraus ein dreidimensionales Modell und analysiert die ausgeführten Elemente anhand der offiziellen Bewertungskriterien des Turnverbands. Dadurch erhalten Kampfrichterinnen und Kampfrichter präzise, objektive Daten, die die Grundlage für faire Entscheidungen bilden.

Das System ersetzt die menschlichen Kampfrichterinnen und Kampfrichter jedoch nicht, sondern unterstützt sie gezielt bei schwierigen Entscheidungen. Insbesondere in Fällen, in denen Bewertungen umstritten sind oder angefochten werden, bietet JSS eine zusätzliche objektive Analyse. Dies verbessert die Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Wertungen und trägt dazu bei, Bewertungsfehler zu reduzieren.

Obwohl KI eine wichtige Unterstützung darstellt, bleibt die menschliche Einschätzung bei künstlerischen oder ästhetischen Bewertungskriterien, die nicht objektiv messbar sind, entscheidend. Der Einsatz von JSS zeigt, dass KI-Technologie einen maßgeblichen Beitrag zur Fairness im Gerätturnen leisten kann.²⁸⁹ Durch die Minimierung technischer Fehler und die Sicherstellung gleicher Bewertungsstandards für alle Athletinnen und Athleten trägt sie zu einem gerechten und sachlichen Turnierverlauf bei.²⁹⁰

4.5.2 Wirtschaftlicher Zusammenhang: Zuschauer Vertrauen, Sponsoring, Ticketverkäufe

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Sport verändert die Zuschauererfahrung grundlegend und gewinnt dadurch auch wirtschaftlich an Bedeutung. KI-Features optimieren die Interaktion zwischen Fans und Sportevents, indem sie

²⁸⁹ Vgl. FUJITSU (2026), [Online].

²⁹⁰ Vgl. PRICE (2024), [Online].

personalisierte Erlebnisse schaffen und die Zuschauer aktiv in das Sportgeschehen einbeziehen. Dies führt zu einem gestärkten Zuschauer Vertrauen, da Fans ein intensiveres, motivierenderes und verständlicheres Erlebnis haben, das über eine passive Betrachtung hinausgeht. Dies wirkt sich positiv auf das Zuschauerverhalten aus, da die Zuschauer eher bereit sind, Spiele erneut zu sehen oder weiterzuempfehlen. Dies erhöht wiederum die wirtschaftliche Stabilität und Attraktivität von Sportveranstaltungen.

Es ist evident, dass KI-gestützte Zuschauererlebnisse einen signifikant positiven Einfluss auf die Motivation der Zuschauer haben. Zudem wird ihre Bereitschaft, ein Event zu besuchen oder weiterzuempfehlen, dadurch erheblich gesteigert. Dies bedeutet, dass Zuschauer durch den Einsatz von KI-Technologien dazu angeregt werden, die Übertragung länger zu verfolgen, öfter Tickets zu kaufen oder auch Sponsoren emotional stärker verbunden zu bleiben. Dies ist für Veranstalter und Sponsoren von großem wirtschaftlichem Interesse.

KI liefert nicht nur Daten, sondern bindet auch Zuschauerinnen und Zuschauer emotional, indem sie auf individuelle Interessen eingeht und Interaktionen ermöglicht. Dies stärkt das Engagement der Zuschauerinnen und Zuschauer, was wiederum Sponsoren dazu motivieren kann, in Sportevents zu investieren, weil eine höhere Zuschauerbindung und ein aktiveres Publikum eine bessere Sichtbarkeit und Werbewirksamkeit verspricht.

KI-Technologien tragen nicht nur zur Steigerung des technischen Erlebens bei Sportveranstaltungen bei, sondern können auch den wirtschaftlichen Wert solcher Events erhöhen. Sie tragen dazu bei, Zuschauer zu motivieren, Spiele zu verfolgen, Tickets zu kaufen und Veranstaltungen weiterzuempfehlen. Gleichzeitig schaffen sie eine attraktivere Plattform für Sponsoring und Marketingpartnerschaften.²⁹¹

4.6 KI im Breitensport und Fitnessmarkt

Die digitale Transformation erfasst auch den Breitensport: Künstliche Intelligenz eröffnet neue Möglichkeiten, Trainingsprozesse effizienter zu gestalten und Sportlerinnen und Sportler individuell zu unterstützen.

KI analysiert Bewegungs- und Leistungsdaten, optimiert Trainingspläne und kann Verletzungsrisiken frühzeitig erkennen. Zusätzlich unterstützt sie administrative

²⁹¹ Vgl. MIN u.a. (2025), [Online].

Aufgaben und motiviert Nutzerinnen und Nutzer durch personalisierte Trainingsangebote. KI unterstützt die datenbasierte, individuelle und nachhaltige Gestaltung von Training und Betreuung.²⁹²

4.6.1 Apps und Wearables

Der Artikel "Unveiling the Power of AI Fitness Apps" untersucht, wie Künstliche Intelligenz in modernen Fitness-Apps wirkt und warum sie für Nutzerinnen und Nutzer attraktiver ist als herkömmliche Anwendungen. Im Zentrum stehen zwei zentrale Eigenschaften von KI-Systemen: zum einen die wahrgenommene Intelligenz (Perceived Intelligence, PI) und zum anderen der wahrgenommene Menschlichkeitseffekt (Perceived Anthropomorphism, PA) – die "Menschlichkeit" der KI in der App.

Der Artikel kommt zu dem Schluss, dass diese beiden Eigenschaften stark beeinflussen, wie Menschen Interesse und Absicht zur Nutzung und sogar zum Kauf solcher Apps entwickeln. Der Grund dafür ist, dass KI-Apps ein intensiveres, personalisiertes und motivierendes Nutzungserlebnis bieten als traditionelle Fitness-Anwendungen.

KI-basierte Fitness-Apps fördern ein stärkeres Gefühl von sozialer Präsenz, Interaktion und Trainingsfreude, indem sie nutzerspezifisches Feedback geben und sich an die persönlichen Bedürfnisse der Nutzer anpassen. Dies führt zu einer gesteigerten Motivation zur regelmäßigen Nutzung, was ein entscheidender Faktor im Breitensport und Fitnessbereich ist.

Die objektiv messbare Nutzerintention zeigt, dass KI nicht nur Bewegungsdaten analysiert, sondern auch das Erlebnis, die Motivation und die langfristige Trainingsbindung verbessert. Letztere sind insbesondere im Breitensport von Bedeutung, da dort in der Regel keine professionelle Betreuung zur Verfügung steht.

Entwicklerinnen und Entwickler von Fitness-Apps können aus diesen Ergebnissen lernen, dass Funktionen wie intelligente Anpassung, Echtzeit-Feedback oder dialogähnliche Coach-Elemente nicht nur technische Spielereien sind, sondern die Wahrnehmung und Nutzung der App entscheidend beeinflussen. Dies erhöht nicht

²⁹² Vgl. LANDESSPORTBUND NORDRHEIN-WESTFALEN (2026), [Online].

nur die Funktionalität, sondern auch die Wirtschaftlichkeit im wachsenden Fitnessmarkt.²⁹³

Künstliche Intelligenz erstellt heute personalisierte Trainingspläne und ist insbesondere für Hobbysportlerinnen und Hobbysportler und Nutzerinnen und Nutzer im Fitnessmarkt relevant. Im Zentrum steht die Idee, dass KI-Systeme Trainingspläne dynamisch an persönliche Daten und die jeweilige Leistungsentwicklung anpassen.

KI-Trainingspläne basieren auf einer kontinuierlichen Analyse von Nutzerdaten wie Alter, Gewicht, Fitnesslevel, Trainingszielen sowie – besonders relevant im Fitnessmarkt – biometrischen Daten aus Wearables (z. B. Garmin, WHOOP, Fitbit). Diese Information erlaubt es der KI, die Trainingsintensität in Echtzeit anzupassen, den Regenerationsbedarf zu berechnen oder neue Übungen vorzuschlagen. Diese Vorschläge basieren auf den Fortschritten und der Tagesform des Nutzers. Hierdurch wird ein adaptiver Trainingsplan erstellt, der sich deutlich von statischen, allgemeinen Plänen unterscheidet.

Für den Breitensport stehen spezifische Tools und Apps zur Verfügung, wie beispielsweise Freeletics, Fitbod, Dr. Muscle oder Zing AI. Darüber hinaus bieten Smartwatch-Coach-Funktionen wie Garmin Coach oder WHOOP zusätzliche Möglichkeiten. Diese Produkte sind Teil eines expandierenden Fitnessmarktes, in dem KI-gestützte Angebote für Hobbysportlerinnen und Hobbysportler verfügbar werden und traditionelle Trainingsformen ergänzen oder ersetzen.

Für Breitensportlerinnen und Breitensportler bieten sich folgende Vorteile:

- Hyper-Personalisierung: Die KI passt die Workouts individuell an den Leistungsstatus und den Erholungsstatus an. Dies führt zu einer schnelleren Leistungsentwicklung und einer höheren Trainingsqualität.
- Trainingspläne sind jederzeit abrufbar und bieten somit eine hohe Flexibilität und Verfügbarkeit. Dies ist insbesondere für Freizeitsportlerinnen und Freizeitsportler mit unregelmäßigen Zeitplänen von Vorteil.

²⁹³ Vgl. DU u.a. (2025), [Online].

- Die Implementierung von Motivation durch Tracking, Gamification-Elemente und kontinuierliches Feedback führt zu einer signifikanten Steigerung der Trainingsbindung und einer Reduktion der Abbruchraten.
- KI-Apps sind eine kosteneffiziente Alternative zu persönlichen Trainern und daher für viele Nutzerinnen und Nutzer im Fitnessmarkt attraktiv.

Allerdings sind auch Grenzen der KI zu berücksichtigen. Sie ist nicht in der Lage, die Bewegungsausführung und Formkorrektur so präzise zu beurteilen wie ein menschlicher Trainer. Zudem verfügt sie über keine emotionale Intelligenz und kann auf Basis von schlechten Daten falsche Empfehlungen geben. Darüber hinaus sind bei der Datensammlung sensible Datenschutzfragen zu berücksichtigen.

KI-basierte Systeme können Bewegungs- und Leistungsdaten analysieren und daraus adaptive Trainingsstrategien generieren. Im Breitensport tragen diese Strategien zu einer Effizienzsteigerung, Personalisierung, Motivation und langfristigen Trainingsbindung bei. Es wird deutlich, dass die KI-gestützte Bewegungsanalyse nicht nur die reine Datenerfassung abdeckt, sondern auch zur Optimierung der Trainingssteuerung und Leistungssteigerung beiträgt. Dies gilt sowohl für Einzelpersonen als auch für Produkte in einem wachsenden Fitnessmarkt.²⁹⁴

4.6.2 „Gamification“ im Fitnessbereich: Motivation durch KI

Im Fitness- und Gesundheitsbereich werden spielerische Elemente eingesetzt, um die Motivation der Nutzerinnen und Nutzer zu steigern und eine höhere Trainingsbindung zu erreichen. Dieser Ansatz wird als "Gamification" bezeichnet. Sie trägt zur Abwechslung im Training bei und hilft Sportlerinnen und Sportler, langfristig aktiv zu bleiben, insbesondere im Breitensport, wo häufig keine direkte Betreuung durch Trainerinnen und Trainer erfolgt. Spielmechaniken wie Punkte, Ranglisten, Abzeichen oder Challenges dienen dazu, sowohl intrinsische als auch extrinsische Motivation zu wecken und die kontinuierliche Trainingsteilnahme zu fördern.

In Kombination mit KI werden Trainingspläne präzise an individuellen Bewegungs- und Leistungsdaten angepasst. Dadurch können die gamifizierten Elemente

²⁹⁴ Vgl. FRANK (2025), [Online].

dynamisch auf das Verhalten und die Fortschritte der Nutzerinnen und Nutzer reagieren. Dies ermöglicht:

Bei der Hyper-Personalisierung werden Trainingspläne und Belohnungssysteme präzise auf das individuelle Leistungsniveau und die aktuelle Tagesform abgestimmt.

Die Steigerung der Motivation durch Punkte, Abzeichen oder Ranglisten hat einen positiven Effekt auf die Trainingsbereitschaft und die Freude an der Aktivität.

Gamification ist ein wirksames Instrument zur Steigerung der Trainingsbindung. Durch die Darstellung sportlicher Erfolge und die Möglichkeit des sozialen Vergleichs wird dem Abbruch der sportlichen Aktivitäten entgegengewirkt.

Im Fitnessmarkt bieten digitale Fitnesslösungen, die Künstliche Intelligenz und Gamification kombinieren, zahlreiche Vorteile. Sie steigern die Attraktivität der Angebote, fördern die Kundenbindung und erhöhen den wirtschaftlichen Wert.

Die Verbindung von KI-gestützter Bewegungsanalyse und Gamification fördert die Trainingssteuerung, Leistungsoptimierung und langfristige Motivation gleichermaßen. Breitensportlerinnen und Breitensportler profitieren von personalisiertem, effizientem und motivierendem Training, während der Fitnessmarkt von innovativen, datenbasierten und nutzerzentrierten Angeboten profitiert.²⁹⁵

4.6.3 Wirtschaftlicher Aspekt: boomender Fitnessmarkt, neue Geschäftsmodelle

Die ökonomischen Aktivitäten im Sportsektor unterliegen einem signifikanten Wandel, der durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz geprägt ist. KI-Technologien erfahren nicht nur eine experimentelle Anwendung, sondern sind zu einem entscheidenden Faktor für das wirtschaftliche Wachstum in diesem Bereich geworden. KI hat Einfluss auf wichtige Bereiche wie Trainings- und Leistungsanalyse, Fan-Engagement, operationelle Effizienz sowie datenbasierte Geschäftsmodelle, die für Investoren und Unternehmen gleichermaßen lukrativ sind.

Im Bereich der Leistungsanalyse und Trainingssteuerung nutzen sowohl Profisportteams als auch Akteure im Breiten- und Fitnessmarkt Wearables,

²⁹⁵ Vgl. SPEICHER (2022), [Online].

Machine-Learning-Algorithmen und Echtzeit-Datenanalysen, um Bewegungsdaten, Erholung und Verletzungsrisiken zu bewerten und darauf basierend individuellere Trainingsstrategien zu entwickeln. Diese Anwendungen fördern die Nachfrage nach KI-gestützten Leistungs- und Trainingslösungen und tragen zu einem signifikanten Expansionstrend im Sport-Analytics-Sektor bei, der bis 2030 voraussichtlich ein Umsatzvolumen von mehreren Milliarden US-Dollar erreichen wird.

Parallel dazu verändern KI-Technologien die wirtschaftliche Wertschöpfung in Bereichen wie Fan-Erlebnis-Plattformen oder digitalen Fitness-Services. Durch personalisierte Inhalte, automatisierte Inhalte und datengetriebene Interaktionsmodelle erschließen sich neue Einnahmequellen, etwa durch Abo-Modelle, digitale Produkte und immersive Erlebnisse. Diese Entwicklung verdeutlicht, dass KI-Funktionalität nicht nur für die sportliche Leistung von Bedeutung ist, sondern auch das Geschäftsmodell breiter Fitness- und Sportangebote wirtschaftlich stärkt.

Zusätzlich verbessern KI-basierte Systeme betriebliche Abläufe durch Automatisierung von Prozessen oder durch Nutzung von Daten zur Optimierung von Betriebskosten und Sicherheit. Dadurch wird es Fitness-Studios, Sportvereinen und verwandten Organisationen ermöglicht, effizienter zu wirtschaften und ihre Marktfähigkeit zu erhöhen.

Im Fitnessmarkt entstehen durch diese technologischen Fortschritte neue Geschäftsmodelle, darunter abonnementbasierte digitale Trainingslösungen, intelligente Coaching-Plattformen sowie datengetriebene Personal-Training-Dienste. Diese Angebote etablieren sich als wirtschaftlich attraktive Angebote für Breitensportlerinnen und Breitensportler. Die Integration von KI in Trainings-Apps, Wearables und Fitness-Software schafft ein Umfeld, in dem personalisierte, effiziente und motivierende Trainingsprogramme gleichzeitig einen klaren Mehrwert für Anwenderinnen bieten und den Fitnessmarkt wirtschaftlich stärken.²⁹⁶

²⁹⁶ Vgl. KOVACH (2024), [Online].

5 EINFLUSS VON KI AUF DIE WIRTSCHAFTLICHE STRUKTUR UND EFFIZIENZPOTENZIALE IM E-SPORT

Der weltweite Gaming-Sektor zählt im Jahr 2025 zu den dynamischsten Wirtschaftszweigen des digitalen Entertainments. Laut dem Global Games Market Report 2025 von Newzoo erwirtschaftet die Branche einen Umsatz von rund 188,8 Mrd. US-Dollar und erreicht etwa eine Spielerbasis von 3,6 Mrd. weltweit. Das zeigt, dass Gaming längst nicht mehr als Freizeitbeschäftigung gilt, sondern eine bedeutende Rolle in der Globalen Wirtschaft einnimmt.

Parallel dazu entwickelt sich der Einsatz von Künstlicher Intelligenz zu einem zentralen Erfolgsfaktor der Spiel- und E-Sport-Industrie. KI-gestützte Systeme ermöglichen unter anderem eine effizientere Spielentwicklung. Intelligenterer Gegnersteuerung sowie eine automatisierte Betrugserkennung. Dadurch entstehen nicht nur neue Spielerlebnisse, sondern auch wirtschaftliche Chancen durch höhere Effizienz, Kostenreduktion und gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit.

Ziel des Kapitels ist es, die Auswirkungen von KI auf die wirtschaftliche Entwicklung des E-Sports zu analysieren und zukünftige Potenziale für eine nachhaltige, datenbasierte Effizienzsteigerung aufzuzeigen.²⁹⁷

5.1 KI im Game Design – automatische Level- und Weltgenerierung

Die prozedurale Generierung beschreibt die automatisierte Erstellung digitaler Inhalte durch Algorithmen. Dabei werden bestimmte Regeln, Parameter und Zufallskomponenten festgelegt, die es der KI ermöglichen, ganze Landschaften, Städte, Quests oder Objekte eigenständig zu konstruieren. In frühen Stadien geschah dies durch Zufallsfunktionen und deterministischen Algorithmen, heute kommen generative Modelle zum Einsatz, die auf riesigen Datensätzen trainiert werden.

Ein klassisches Beispiel ist Minecraft, dessen Spielwelt mithilfe sogenannter „Seed“-Algorithmen zufällig generiert wird, sodass keine Karte der anderen gleicht. Das Spiel No Man’s Sky geht noch ein Schritt weiter: Es erschafft ein nahezu

²⁹⁷ Vgl. NEWZOO (2025), [Online].

unendliches Universum mit über Trillionen Planeten, die in Echtzeit generiert werden. Die dahinterliegende Technologie basiert auf komplexen mathematischen Formeln, sogenannten Noise-Funktionen, sowie KI-basierten Regelwerken, die Parameter wie Gravitation, Temperatur und Ressourcenverteilung anpassen.

Machine-Learning-Modelle werden seit 2023 zunehmend von dieser Technologie optimiert. KI-gestützte Tools wie Inworld AI, Unity Muse oder ChatGPT for Unity ermöglichen Entwicklern, neue Level, Dialoge oder Queststrukturen automatisch zu erzeugen. Das Resultat sind dynamische Spielwelten, die auf Spielerentscheidungen reagieren und sich an individuelle Spielstile anpassen.²⁹⁸

5.1.1 Wirtschaftliche Chancen und Effizienzpotenziale

Aus ökonomischer Sicht bietet die Integration von KI in die Spielentwicklung enorme Einsparpotenziale. Anstatt jede Landschaft oder Mission manuell zu designen, können die Entwickler grundlegende Regeln festlegen, während die KI den Rest allein erledigt.

Dieser Ansatz ermöglicht eine erhebliche Skalierung der Produktionsprozesse. Indie Studios (unabhängige Entwicklerstudios) können mit begrenztem Budget Projekte realisieren, die früher nur Großunternehmen möglich waren. KI trägt somit der Demokratisierung der Spielentwicklung bei, sie senkt Markteintrittsbarrieren und eröffnet neue Geschäftsmodelle, beispielsweise durch modulare Game-Engines, die Inhalte automatisch erstellen.

Wirtschaftlich gesehen ein weiteres Argument ist die Verlängerung der Produktlebenszyklen. Durch prozedural erzeugte Inhalte können Spiele über Jahre hinweg neue Welten oder Missionen bieten, ohne erneut teure Erweiterungspakete programmieren zu müssen. So werden Titel wie Minecraft oder No Man's Sky über einen Zeitraum von bis zu 8 Jahren weiterhin profitabel vermarktet. Diese Langzeitattraktivität stabilisiert nicht nur den Umsatz, sondern schafft auch ein gleichbleibendes Zuschauerinteresse im E-Sport Sektor, da dynamische Welten immer neue Spielstrategien ermöglichen.

Darüber hinaus eröffnet die KI neue Einnahmequellen im Bereich Live-Ops und User-Generated-Content. Spielerinnen und Spieler können durch KI-Werkzeuge selbst Karten oder Quests erstellen, die über Onlineshops verkauft werden. Die

²⁹⁸ Vgl. GAMEHAUNT (2025), [Online].

Community-Bindung wird gestärkt und nimmt zusätzliche Einnahmen für Entwicklerstudios ein.²⁹⁹

5.1.2 Risiken, Grenzen und ethische Herausforderungen

Wie alles andere bringt auch KI im Game Design auch Risiken mit sich. Einerseits besteht die Gefahr, dass prozedural erzeugte Inhalte repetitiv oder fehlerhaft wirken, wenn Algorithmen nicht sorgfältig trainiert wurden. Spielerinnen und Spieler erkennen schnell Muster, die die Immersion beeinträchtigen können. Durch den Einsatz von KI droht eine kreative Entfremdung, da Designerinnen und Designer zunehmend von automatisierten Systemen abgelöst werden.

Ein weiterer kritischer Aspekt betrifft das Urheberrecht. KI-Modelle werden mit vorhandenen Datensätzen trainiert, die oft urheberrechtlich geschützte Werke enthalten.

Hier besteht rechtliche Unsicherheit: Wem gehören KI-erzeugte Inhalte, wenn sie auf trainierten Werken basieren? Diese Frage gewinnt an Bedeutung, da KI-Tools künftig nicht nur Welten, sondern auch Musik, Dialoge und visuelle Designs generieren.

Schließlich kann auch der wirtschaftliche Druck, KI zur Kostensenkung einzusetzen, langfristig negative Effekte haben. Wenn große Publisher zunehmend auf automatisierte Systeme setzen, könnte dies den Wettbewerb verzerren und den Markt homogenisieren. Umso wichtiger ist es, ein Gleichgewicht zwischen Effizienz und Kreativität zu wahren, also KI nicht als Ersatz, sondern als Werkzeug menschlicher Innovation zu begreifen.³⁰⁰

5.2 KI-gesteuerte Gegner (NPCs) – realistischere, intelligentere Spielgegner

In den frühen Jahren der Computerspiele wurden Gegnerverhalten und Spiellogik vollständig durch vordefinierte Skripte gesteuert. Diese sogenannten „Non Player Characters“ (NPCs) folgten festen Mustern, die zwar funktional, aber vorhersehbar waren. Spieler konnten nach der Zeit die Bewegungen und Reaktionen der NPCs lesen, was langfristig den Spielreiz schadete und senkte. Mit dem Einzug lernender Künstlicher Intelligenz veränderte sich dieses Prinzip grundlegend: Gegner werden nicht mehr programmiert, sondern trainiert. Dadurch reagieren sie dynamisch auf

²⁹⁹ Vgl. SCHMIDT (2025), [Online].

³⁰⁰ Vgl. ACHEAMPONG (2025), [Online].

das Verhalten des Spielers und erzeugen realistischere, unvorhersehbare Spielsituationen.

5.2.1 Grundlegende Rolle von NPCs in digitalen Spielen

KI-gesteuerte Gegner (NPCs) sind ein zentrales Element moderner Videospiele und prägen maßgeblich das Spielerlebnis. Sie übernehmen Aufgaben wie das Herausfordern des Spielers, das Vermitteln von Spielmechaniken oder das Erzeugen von Spannung innerhalb der Spielwelt. Laut Yannakakis und Togelius besteht das primäre Ziel von NPCs nicht darin den Spieler zu besiegen, sondern eine glaubwürdige und ausgewogene Spielerfahrung zu schaffen. NPCs „spielen für das Erlebnis“ und nicht für den optimalen Sieg.

Dabei steht weniger maximale Intelligenz im Vordergrund als vielmehr ein Verhalten, das für den Spieler nachvollziehbar, konsistent und unterhaltsam ist. Die Wahrnehmung von Intelligenz entsteht häufig durch gut gestaltete Verhaltensmuster, nicht zwingend durch komplexe Algorithmen.³⁰¹

5.2.2 Klassische Skript-NPCs

In den frühen Entwicklungsphasen der Computerspiele basierte das Verhalten von NPCs nahezu ausschließlich auf vordefinierten Regeln. Diese sogenannten skriptbasierten Systeme wurden meist mithilfe von Finite State Machines oder später Behaviour Trees umgesetzt. Ein NPC befand sich dabei stets in einem klar definierten Zustand und wechselte diesen nur, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt waren.

Diese Herangehensweise ermöglichte eine hohe Kontrolle durch die Entwickler und stellte sicher, dass Gegnerverhalten gut testbar und stabil blieb. Gleichzeitig führte die starre Struktur dazu, dass sich Gegner oft wiederholend und vorhersehbar verhielten. Spieler konnten diese Muster erkennen und gezielt ausnutzen, was langfristig zu einem geringeren Herausforderungspotenzial führen konnte.³⁰²

5.2.3 Lernende KI-NPCs

Mit dem Fortschritt der Künstlichen Intelligenz hielten lernbasierte Verfahren zunehmend Einzug in die Spieleentwicklung. Besonders Reinforcement Learning ermöglichte es NPCs, Interaktion mit der Spielumgebung zu erlernen. Im Gegensatz zu klassischen Skript-NPCs reagieren lernende NPCs flexibler auf neue

³⁰¹ Vgl. YANNAKAKIS/TOGELIUS (2025), S. 62ff.

³⁰² Vgl. YANNAKAKIS/TOGELIUS (2025), S. 62ff.

Spielsituationen. Sie können Strategien anpassen, Fehler vermeiden und auf unterschiedliche Spielweisen reagieren. Allerdings weisen Yannakakis und Togelius darauf hin, dass diese Systeme schwer kontrollierbar und für viele Spielkonzepte ungeeignet sind.³⁰³

5.2.4 Dynamische Anpassung an den Spielstil des Spielers

Ein wesentlicher Vorteil moderner KI-Systeme liegt in der Möglichkeit, das Verhalten von Gegnern dynamisch an den Spielstil des Spielers anzupassen. Durch die Analyse von Bewegungsmustern, Reaktionszeiten oder bevorzugten Strategien kann die KI den Schwierigkeitsgrad und das Gegnerverhalten flexibel verändern.

Diese Anpassung sorgt dafür, dass sowohl unerfahrene als auch erfahrene Spieler angemessen gefordert werden. Gleichzeitig erhöht sich die Varianz im Spielverlauf, da sich Gegner nicht mehr identisch verhalten. Yannakakis und Togelius betonen jedoch, dass zu stark adaptive Systeme das Balancing negativ beeinflussen können, wenn sie für den Spieler nicht mehr nachvollziehbar erscheinen.³⁰⁴

5.2.5 Praxisbeispiele: Halo und F.E.A.R.

Ein häufig genanntes Beispiel für fortschrittliche NPC-KI ist die Gegner-KI der Halo-Reihe. Dort kombinieren Gegner regelbasierte Entscheidungsstrukturen mit situativer Anpassung, etwa durch taktisches Ausweichen, Teamkoordination und Reaktion auf Spieleraktionen.

Auch F.E.A.R. gilt als Meilenstein im Bereich intelligenter Gegner. Die NPCs nutzen Deckungssysteme, flankieren den Spieler und reagieren koordiniert auf Veränderungen im Kampfgeschehen. Die wahrgenommene Intelligenz entsteht dabei weniger durch Lernen im eigentlichen Sinne, sondern durch geschickte Kombinationen klassischer KI-Techniken mit situativer Entscheidungslogik.³⁰⁵

5.2.6 Einfluss auf Spielspaß und Schwierigkeit

Der Einsatz KI-gesteuerter Gegner hat direkten Einfluss auf Spielspaß und Schwierigkeitsgrad. Vorhersehbare Gegner ermöglichen Lernprozesse und Erfolgserlebnisse, während adaptive Gegner für Abwechslung und Spannung sorgen.

³⁰³ Vgl. YANNAKAKIS/TOGELIUS (2025), S. 62ff.

³⁰⁴ Vgl. YANNAKAKIS/TOGELIUS (2025), S. 62ff.

³⁰⁵ Vgl. YANNAKAKIS/TOGELIUS (2025), S. 62ff.

Das Buch betont, dass zu „intelligente“ Gegner kontraproduktiv sein können, da sie den Spieler frustrieren oder als unfair wahrgenommen werden. Erfolgreiches Game Design besteht daher darin, ein Gleichgewicht zwischen Vorhersehbarkeit, Anpassungsfähigkeit und spielerischer Fairness zu schaffen.³⁰⁶

5.3 Cheater-Erkennung im eSports – Gameplay-Analyse & Coaching

Der eSports ist ein zentraler Bestandteil der modernen Spielindustrie und basiert auf Fairness, Chancengleichheit und Vertrauen. Professionelle Turniere mit hohen Preisgeldern sowie Millionen von Zuschauerinnen und Zuschauern erfordern verlässliche Mechanismen zur Sicherung der Wettbewerbsintegrität. Cheating stellt dabei eine der größten Bedrohungen für den kompetitiven Gaming-Bereich dar. Während frühe Anti-Cheat-Systeme vor allem auf Signaturprüfungen und manuelle Kontrollen setzten, zeigen moderne Cheat-Methoden ein hohes Maß an technischer Raffinesse. Aus diesem Grund gewinnen KI-gestützte Anti-Cheat-Systeme zunehmend an Bedeutung, um Fairplay und Vertrauen im eSports langfristig zu sichern.³⁰⁷

5.3.1 Arten von Cheats: Aimbots, Wallhacks, Scripts

Cheats im eSports lassen sich in mehrere Hauptkategorien einteilen, die darauf abzielen, Spielerinnen und Spielern einen unfairen Vorteil gegenüber der Konkurrenz zu verschaffen. Besonders in kompetitiven First-Person-Shootern treten dabei Aimbots, Wallhacks sowie automatisierte Skripte häufig auf. Diese Cheat-Arten unterscheiden sich sowohl in ihrer technischen Umsetzung als auch in ihrer Erkennbarkeit durch Anti-Cheat-Systeme.

Aimbots sind Programme, die das Zielen automatisieren oder stark unterstützen. Sie korrigieren Mausbewegungen selbstständig, um Gegner präzise zu treffen, und können dabei schneller genauer reagieren, als es einem Menschen möglich ist. Moderne Aimbots nutzen zunehmend KI-gestützte Verfahren, um menschliche Zielbewegungen zu imitieren und dadurch schwerer erkennbar zu sein. Dadurch bleiben klassische Leistungsindikatoren wie Treffergenauigkeit oder Reaktionszeit oft unauffällig.

Wallhacks, auch als ESP (Extrasensory Perception) bezeichnet, verschaffen Spielerinnen und Spielern Informationen, die unter normalen Spielbedingungen

³⁰⁶ Vgl. YANNAKAKIS/TOGELIUS (2025), S. 62ff.

³⁰⁷ Vgl. THOMAS/FRANCIS (2025), S. 2ff.

nicht sichtbar wären. Dazu zählen etwa Gegnerpositionen hinter Wänden oder Objekten. Technisch basieren Wallhacks häufig auf dem Auslesen von Speicherspeicher oder auf der Analyse des Bildschirminhalts. Diese Form des Cheatings verändert weniger das Eingabeverhalten, sondern das verfügbare Informationsspektrum und ist daher besonders schwer über reine Leistungsdaten zu erkennen.

Skripte bezeichnen den Einsatz automatisierter Abläufe, bei denen bestimmte Aktionen durch vordefinierte Programme gesteuert werden. Beispiele sind automatisierte Schussabgaben, perfekt getimte Bewegungsabfolgen oder die Kombination mehrerer Aktionen ohne menschliche Reaktionsverzögerung. Obwohl einzelne Skripte vergleichsweise einfach aufgebaut sind, können sie in Kombination mit anderen Cheats einen erheblichen Wettbewerbsvorteil darstellen. Auffällig sind hierbei vor allem wiederkehrende, mechanisch präzise Eingabemuster.

Zusammenfassend stellen alle drei Cheat-Arten erhebliche Herausforderung für den kompetitiven eSports dar, da sie entweder menschliche Fähigkeiten künstlich verstärken oder die Spielmechanik gezielt umgehen.³⁰⁸ Mit zunehmender technischer Weiterentwicklung verschmelzen diese Cheat-Kategorien immer stärker mit KI-basierten Ansätzen, was ihre Erkennung zusätzlich erschwert.³⁰⁹

5.3.2 KI-Methoden zur Erkennung von Cheats

Die Technologische Antwort auf moderne Cheat-Methoden stützt sich zunehmend auf KI-gestützte Verfahren, da klassische signaturbasierte Systeme bei komplexen und dynamischen Cheats an ihre Grenzen stoßen. Insbesondere Cheats, die menschliche Verhalten imitieren oder ohne direkten Eingriff in den Spielcode arbeiten, sind für herkömmliche Methoden nur schwer erkennbar.

Ein zentraler Ansatz moderner Anti-Cheat-Systeme ist die Verhaltensanalyse der Mensch-Computer-Interaktion (Human-Computer Interaktion, HCI). Dabei werden Eingabedaten wie Mausbewegungen, Tastaturanschläge, Reaktionszeiten und Zielbewegungen als Zeitreihen erfasst und analysiert. Mithilfe von Machine-Learning- und Deep-Learning-Modellen können typische Muster menschlichen

³⁰⁸ Vgl. THOMAS/FRANCIS (2025), S. 2ff.

³⁰⁹ Vgl. SINGH (2025), S. 1ff.

Spielverhaltens erlernt und von automatisierten oder manipulierten Eingaben unterschieden werden.

Besonders effektiv haben sich neuronale Netze erwiesen, die feine Abweichungen in der Präzision, Geschwindigkeit und Kontinuität von Eingaben erkennen. Diese Methoden ermöglichen es, auch sogenannte "human-like cheats" zu identifizieren, bei denen klassische Leistungskennzahlen wie Treffergenauigkeit oder Kill-Rate unauffällig bleiben. Ergänzend dazu werden visuelle Analyseverfahren eingesetzt, bei denen der Bildschirminhalt ausgewertet wird, um unnatürlich schnelle Reaktionen oder automatisierte Zielerfassung zu erkennen.

Zur Reduktion von Fehlentscheidungen und zur Erhöhung der Akzeptanz automatischer Sperren kommen zunehmend Explainable-AI-Ansätze (XAI) zum Einsatz.³¹⁰ Diese ermöglichen es Entwicklerinnen und Entwicklern, die Entscheidungsgrundlage der KI nachvollziehbar darzustellen und falsch-positive Sperren zu minimieren.³¹¹

5.3.3 Beispiele: Valorant Vanguard und CS:GO VAC

Im professionellen eSports kommen unterschiedliche Anti-Cheat-Strategien zum Einsatz, die sich besonders gut anhand der Systeme Valorant Vanguard und Valve Anti-Cheat vergleichen lassen.

Valorant Vanguard verfolgt einen präventiven Ansatz und arbeitet auf Kernel-Ebene des Betriebssystems. Dadurch kann das System Manipulationen am Speicherspeicher oder anlaufenden Prozessen frühzeitig erkennen oder vollständig verhindern. Dieser tiefgehende Zugriff erhöht die Effektivität der Erkennung, wird jedoch aufgrund möglicher Sicherheits- und Datenschutzrisiken kritisch diskutiert.

Valve Anti-Cheat kombiniert klassische signaturbasierte Verfahren mit modernen KI-Methoden. Mit VACNet kommt ein Deep-Learning-System zum Einsatz, das Mausbewegungen und Spielaktionen analysiert, um Aimbots zu identifizieren.³¹² Ergänzend dazu werden verdächtige Fälle durch menschliche Überprüfung bewertet, wodurch Fehlentscheidungen reduziert und die Modelle kontinuierlich verbessert werden.³¹³

³¹⁰ Vgl. SINGH (2025), S. 1ff.

³¹¹ Vgl. THOMAS/FRANCIS (2025), S. 2ff.

³¹² Vgl. CHRISTOPH/DANIEL (2024), [Online].

³¹³ Vgl. MAX4WARN (2018), 30:20-41:00.

5.3.4 Bedeutung für Fairplay und Turniere

Fairplay bildet die Grundlage für die Glaubwürdigkeit und den langfristigen Erfolg des eSports. Cheating stellt dabei nicht nur ein ethisches Problem dar, sondern gefährdet die wirtschaftliche und strukturelle Stabilität der gesamten Branche. Unfaire Wettbewerbsbedingungen untergraben das Vertrauen von Spielerinnen und Spielern, Zuschauern, Sponsorinnen und Sponsoren sowie Turnierveranstaltern.

Besonders im professionellen Umfeld können Cheating-Skandale den Ruf von Teams, Organisationen und Spielen nachhaltig schädigen. Darüber hinaus wirkt sich wahrgenommene Ungerechtigkeit direkt auf das Spielerlebnis aus: Eine hohe Cheater-Dichte führt zu sinkender Spielerzufriedenheit, geringerer Bindung an das Spiel und langfristig zu Einnahmeverlusten für Publisher.

KI-gestützte Anti-Cheat-Systeme spielen daher eine zentrale Rolle für die Turniersicherheit. Durch kontinuierliche Überwachung und datenbasierte Analyse können Manipulationen frühzeitig erkannt und idealerweise bereits während des Spielgeschehens unterbunden werden.³¹⁴ Langfristig tragen diese Systeme dazu bei, dass Erfolg im eSports auf tatsächlichem Können, Training und Strategien und nicht auf technischer Manipulation.³¹⁵

5.4 KI als Trainingstool im eSports- Gameplay-Analyse & Coaching

Künstliche Intelligenz gewinnt im eSports nicht nur während des Spiels an Bedeutung, sondern auch im Trainings- und Coaching-Bereich. Durch die Analyse großer Mengen an Gameplay-Daten können Spielverhalten, Entscheidungsprozesse und Leistungsniveaus von Spielerinnen und Spielern detailliert ausgewertet werden. KI-gestützte Trainingssysteme ermöglichen eine objektive Leistungsanalyse und liefern individuelle Verbesserungsvorschläge, wodurch sowohl Profis als auch Amateurspielerinnen und -Spieler gezielt gefördert werden können.³¹⁶

5.4.1 Gameplay-Datenanalyse

Während eines einzelnen Matches im kompetitiven Spielen entstehen mehrere tausend Datenpunkte pro Minute. Dazu zählen Positionsdaten der Spielfigur,

³¹⁴ Vgl. SINGH (2025), S. 1ff.

³¹⁵ Vgl. THOMAS/FRANCIS (2025), S. 2ff.

³¹⁶ Vgl. DEMEDIUK u.a. (2019), S. 2ff.

Bewegungsrichtungen, Maus- und Tastatureingaben, Aktionsabfolgen, Schadenswerte, Interaktion mit Teammitgliedern, Ressourcenmanagement sowie strategische Entscheidungen. Diese enorme Datenmenge bildet die Grundlage für KI-gestützte Analysen.

Ein zentrales Instrument sind sogenannte Heatmaps. Diese visualisieren Bewegungs- und Aufenthaltsmuster auf einer Spielkarte und zeigen, welche Bereiche besonders häufig genutzt oder gemieden werden. Durch die Interpretation solcher Darstellungen können ineffiziente Rotation, riskante Positionierungen oder fehlende Kartenkontrolle identifiziert werden.

Darüber hinaus analysieren KI-Systeme Entscheidungszeitpunkte. Beispielsweise kann untersucht werden, wie lange eine Spielerin oder ein Spieler benötigt, um auf eine unerwartete Spielsituation zu reagieren. In professionellen Wettbewerben entscheiden oft wenige Millisekunden über den Ausgang eines Kampfes. KI-Modelle sind in der Lage, diese Reaktionsmuster mit Referenzmuster mit Referenzwerten erfolgreicher Profispielerinnen und Spieler zu vergleichen.

Machine Learning geht jedoch über reine Statistik hinaus. Es erkennt Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen, etwa ob eine bestimmte Spielweise langfristig zu höheren Siegquoten führt oder ob bestimmte Fehler wiederholt in vergleichbaren Situationen auftreten. Dadurch entsteht ein objektives Leistungsprofil, das sowohl individuelle Stärken als auch systematische Schwächen sichtbar macht.

Ein weiterer Aspekt ist die Team-Analyse. KI kann Kommunikationsmuster, Rollenverteilungen und koordinative Abläufe untersuchen. So wird sichtbar, ob Teammitglieder effizient zusammenarbeiten oder ob strategische Abstimmungsprobleme bestehen. Diese Form der Analyse ist besonders für professionelle Teams von hoher Bedeutung.³¹⁷

5.4.2 Automatisches Coaching durch KI-Systeme

Auf Grundlage der analysierten Daten generieren KI-Systeme individualisierte Coaching-Empfehlungen. Diese reichen von taktischen Anpassungen über mechanische Verbesserungen bis hin zu strategischen Verhaltensänderungen.

³¹⁷ Vgl. GOLDI u.a. (2026), [Online].

Ein Beispiel ist die Optimierung der Positionierung in bestimmten Spielsituationen. Die KI kann analysieren, ob eine Spielerin oder ein Spieler wiederholt zu offensiv oder zu defensiv agiert. Ebenso kann das Ressourcenmanagement, etwa die effiziente Nutzung von Gold oder Fähigkeiten, bewertet werden. Auf Basis dieser Erkenntnis erstellt das System konkrete Verbesserungsvorschläge.

Ein entscheidender Vorteil liegt in der Objektivität. Während menschliche Trainerinnen und Trainer auf Beobachtungen und subjektive Einschätzungen angewiesen sind, basiert KI-Coaching auf messbaren Daten. Jede Entscheidung wird quantifizierbar gemacht. Zudem kann die langfristige Entwicklung verfolgen und Trainingsschwerpunkte dynamisch anpassen.

Ein besonders innovativer Bereich ist das Echtzeit-Coaching. Hierbei analysiert die KI die aktuelle Spielsituation während eines laufenden Matches und gibt unmittelbar Feedback. Dies kann visuell durch Markierungen oder auditiv durch sprachbasierte Hinweise erfolgen. Dadurch wird ein direkter Lernprozess ermöglicht, bei dem Fehler nicht erst nach dem Spiel analysiert, sondern unmittelbar korrigiert werden können.³¹⁸

Langfristig verändert diese Entwicklung die Rolle klassischer Trainerinnen und Trainer.³¹⁹ KI übernimmt repetitive Analyseaufgaben, während sich menschliche Coaches stärker auf psychologische Aspekte, Teamdynamik und strategische Gesamtplanung konzentrieren können.³²⁰

5.4.3 Anwendungsbeispiele in League of Legends und Dota 2

In Multiplayer-Online-Battle-Arena-Spielen wie League of Legends und Dota 2 sind KI-gestützte Analyse- und Coaching-Tools besonders weit verbreitet. Diese Spieler zeichnen sich durch komplexe taktische Strukturen, hohe Spielgeschwindigkeit und starke Teamabhängigkeit aus.

Analyseplattformen vergleichen individuelle Leistungsdaten mit umfangreichen Datenbanken professioneller Matches. Dadurch können Spielerinnen und Spieler erkennen, wie stark sie in bestimmten Leistungsindikatoren vom professionellen Niveau abweichen. Beispielsweise wird analysiert, ob die sogenannte "Farm-Rate"

³¹⁸ Vgl. GLANZE (2025), [Online].

³¹⁹ Vgl. OLJAKKA (2026), [Online].

³²⁰ Vgl. PRATER (2026), [Online].

im Vergleich zu Profispielerinnen und Profispielern ausreichend ist oder ob Entscheidungsprozesse in kritischen Situationen ineffizient verlaufen.

Darüber hinaus existieren KI-gestützte Voice-Coaching-Tools, die während des Spiels situative Hinweise geben. Diese Systeme analysieren kontinuierlich die Spielsituation und schlagen beispielsweise vor, sich zurückzuziehen, ein bestimmtes Ziel zu priorisieren oder eine strategische Rotation einzuleiten.³²¹

Die Integration solcher Systeme zeigt, dass KI im eSports nicht nur im Hintergrund analysiert, sondern aktiv in Trainings- und Lernprozesse eingebunden wird.³²²

5.4.4 Bedeutung für Leistungsentwicklung und Zukunftsperspektiven

Die Nutzung von KI als Trainingstool verändert die Leistungsentwicklung im eSports grundlegend. Durch objektive Datenanalyse können Trainingsprozesse präziser gestaltet werden. Fehler werden systematisch erkannt, Fortschritte messbar dokumentiert und strategische Anpassungen datenbasiert vorgenommen.

Für professionelle Teams bedeutet dies eine höhere Effizienz und bessere Vorbereitung auf Turniere. Für Amateurspielerinnen und –Spieler entsteht ein niederschwelliger Zugang zu professionellen Trainingsmethoden.

Langfristig könnte KI sogar individuelle Trainingsprogramme vollständig automatisiert erstellen. Gleichzeitig entstehen neue Fragstellungen hinsichtlich Chancengleichheit, technologischer Abhängigkeit und möglicher Wettbewerbsverzerrungen.³²³

Die Entwicklung zeigt deutlich, dass KI nicht nur ein unterstützendes Werkzeug, sondern ein integraler Bestandteil moderner Trainingsstrukturen im eSports ist.³²⁴

5.5 KI-gestützte Leistungsoptimierung im eSports – Effizienzsteigerung von Teams und Organisationen

Die zunehmende Professionalisierung des eSports führt dazu, dass Teams und Organisationen ihre Leistungsoptimierung nicht mehr ausschließlich auf Erfahrung und subjektive Einschätzung stützen, sondern zunehmend auf datenbasierte Entscheidungsprozesse setzen. Künstliche Intelligenz nimmt dabei eine

³²¹ Vgl. STATUP.GG (2025), [Online].

³²² Vgl. GLANZE (2025), [Online].

³²³ Vgl. GOLDI u.a. (2026), [Online].

³²⁴ Vgl. PRATER (2026), [Online].

Schlüsselrolle ein. Während klassische Analyseverfahren oft zeitintensiv und personalaufwendig sind, ermöglichen KI-gestützte Systeme eine automatisierte, präzise und kontinuierliche Auswertung großer Datenmengen. Diese Entwicklung wirkt sich nicht nur auf die sportliche Performance aus, sondern verändert auch die ökonomischen Strukturen von eSports-Organisationen nachhaltig.³²⁵

5.5.1 KI-gestützte Performance-Analysen zur Reduktion von Trainingskosten

Im professionellen eSports entstehen enorme Datenmengen: Jede Bewegung, jede Entscheidung und jede Interaktion innerhalb eines Matches kann digital erfasst werden. KI-gestützte Analysemodelle sind in der Lage, diese Daten in Echtzeit zu verarbeiten und Muster zu erkennen, die für das menschliche Auge kaum sichtbar sind. Der *Digital Trends in the Sports Industry Report 2025* von N3XT Sports hebt hervor, dass datenbasierte Performance-Analysen zunehmend zur Effizienzsteigerung im professionellen Sport beitragen, indem Trainingsprozesse optimiert und Ressourcen gezielter eingesetzt werden.

Übertragen auf den eSports bedeutet dies, dass Trainingszeiten präziser geplant werden können. Anstatt komplette Matches manuell zu analysieren, identifizieren KI-Systeme automatisch entscheidende Spielsituationen, Fehlentscheidungen oder ineffiziente Bewegungsmuster. Dadurch reduziert sich der zeitliche Aufwand für Coaches erheblich. Gleichzeitig steigt die Analysequalität, da KI-Systeme große Datenmengen objektiv auswerten und statistisch validierte Zusammenhänge erkennen.

Der wissenschaftliche Fachartikel im *International Journal of Emerging Trends in Computer Science and Information Technology (IJETCSIT)* beschreibt, dass KI-gestützte Entscheidungsmodelle große Datenvolumina automatisiert verarbeiten und dadurch fundierte Handlungsempfehlungen generieren. Dies führt nicht nur zu einer Leistungssteigerung, sondern auch zu einer effizienteren Nutzung finanzieller Ressourcen. Im eSports können dadurch Trainingskosten reduziert werden, da weniger Personalstunden für manuelle Analysen erforderlich sind und Trainingsinhalte gezielter auf individuellem Schwächen zugeschnitten werden.

³²⁵ Vgl. ZOK (2026), S. 4ff.

Langfristig entstehen somit eine doppelte Effizienzsteigerung: Einerseits verbessern sich individuelle Leistungswerte der Spielerinnen und Spieler, andererseits sinken organisatorische Kostenstrukturen.³²⁶

5.5.2 Automatisierte Gegneranalyse im professionellen Wettbewerb

Im kompetitiven eSports entscheidet häufig die strategische Vorbereitung über Sieg oder Niederlage. Die automatisierte Gegneranalyse stellt daher einen wesentlichen Anwendungsbereich von KI dar. KI-Systeme analysieren historische Matchdaten gegnerischer Teams und identifizieren taktische Muster, bevorzugte Strategien sowie wiederkehrende Entscheidungslogiken.

Der Artikel „eSports-Analyse im KI-Zeitalter“ von Esports Insider beschreibt, dass moderne Analyseplattformen Spielzüge automatisiert auswerten und strategische Schwächen identifizieren können. Besonders im professionellen Bereich werden diese Systeme eingesetzt, um Draft-Strategien und Rotationen im Vorfeld eines Matches datenbasiert zu optimieren.

Die digitale Hochschulschrift der California State University San Bernardino zeigt ergänzend, dass Machine-Learning-Modelle im Multiplayer-Umgebungen komplexe Termininteraktionen analysieren können. Dabei werden nicht nur individuelle Leistungen bewertet, sondern auch Synergieeffekte innerhalb eines Teams berücksichtigt. Dies ist im eSports besonders relevant, da Teamkoordination und Kommunikation zentrale Erfolgsfaktoren darstellen.

Darüber hinaus beschreibt die arXiv-Publikation mit der ID arXiv:2501.10049 den Einsatz fortgeschrittener Deep-Learning-Modelle zur Simulation strategischer Spielsituationen.³²⁷ Diese Modelle ermöglichen es, verschiedene Szenarien durchzuspielen und Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Spielverläufe zu berechnen. Dadurch erhalten Teams eine evidenzbasierte Entscheidungsgrundlage für ihre Matchvorbereitung.³²⁸

³²⁶ Vgl. ZOK (2026), S. 4ff.

³²⁷ Vgl. RADU (2025), [Online].

³²⁸ Vgl. GILES (2026), S. 3ff.

Die automatisierte Gegneranalyse verschafft somit signifikanten Wettbewerbsvorteil, da strategische Anpassungen schneller, objektiver und datenbasiert erfolgen können.³²⁹

5.5.3 Datenbasierte Strategieentwicklung

Die datenbasierte Strategieentwicklung. Stellt einen paradigmatischen Wandel im eSports dar. Während strategische Entscheidungen früher primär auf Erfahrung und Intuition beruhten, ermöglichen KI-Systeme heute eine mathematisch fundierte Analyse komplexer Spielsituationen.

Die digitale Hochschulschrift der Aalto University beschreibt, dass KI-gestützte Analyseverfahren taktische Entscheidungsprozesse strukturieren und objektivieren. Durch die Kombination historischer Daten mit Echtzeitanalysen können Strategien kontinuierlich angepasst werden.

Es wird auch verdeutlicht, dass datenbasierte Performance-Modelle mehrere Spielvariablen simultan berücksichtigen und dadurch präzisere Prognosen ermöglichen. Entscheidungsbäume, neuronale Netze und andere Machine-Learning-Verfahren erfassen komplexe Zusammenhänge zwischen Spielparametern und liefern belastbare Vorhersagen.

Im professionellen eSports bedeutet dies, dass Teams unterschiedliche Spielstrategien simulieren und ihre Erfolgswahrscheinlichkeiten vergleichen können. Draft-Entscheidungen, Timing-Strategien oder Risikoabwägungen werden dadurch evidenzbasiert getroffen.³³⁰ Dies erhöht nicht nur die sportliche Effizienz, sondern reduziert auch strategische Fehlentscheidungen.³³¹

5.5.4 Wirtschaftliche Auswirkungen: Wettbewerbsvorteile und Marktwertsteigerung von Spielerinnen und Spielern

Neben sportlichen Vorteilen erzeugt KI-gestützte Leistungsoptimierung auch erhebliche wirtschaftliche Effekte. Der N3XT Sports Report 2025 zeigt, dass datengetriebene Analysesysteme zunehmend, als strategischer Wettbewerbsvorteil betrachtet werden. Organisationen, die KI systematisch einsetzen, können Ressourcen effizienter verwalten und ihre Performance messbar steigern.

³²⁹ Vgl. BOIS u.a. (2021), S. 1ff.

³³⁰ Vgl. SHARP (2023), S. 1ff.

³³¹ Vgl. HOANG (2025), S. 6ff.

Der IJETCSIT-Artikel betont zudem, dass KI-gestützte Entscheidungsmodelle langfristige Effizienzsteigerungen ermöglichen und Investitionsentscheidungen fundierter machen. Im eSports betrifft dies insbesondere Transferentscheidungen, Talentidentifikation und Sponsoringstrategien.

Spielerinnen und Spieler profitieren ebenfalls von dieser Entwicklung. Durch transparente Leistungskennzahlen wird ihr Marktwert objektiv messbar. Sponsoren und Organisationen erhalten valide Daten über individuelle Performance-Indikatoren, wodurch Vertragsverhandlungen zunehmend datenbasiert geführt werden.³³²

Insgesamt wird KI somit zu einem zentralen ökonomischen Faktor im professionellen eSports, da sie sportliche Leistungssteigerung mit betriebswirtschaftlicher Effizienz verbindet.³³³

5.6 KI und Monetarisierung im eSports – neue Geschäftsmodelle und Umsatzpotenziale

Die wirtschaftliche Dynamik des eSports-Marktes ist eng mit der digitalen Transformation der Medien- und Unterhaltungsbranche verbunden. Während traditionelle Sportarten ihre Erlösmodelle primär auf physische Veranstaltungen, Ticketverkäufe und klassische Medienrechte stützen, basiert die Wertschöpfung im eSports nahezu vollständig auf digitalen Infrastrukturen. Streaming-Plattformen, digitale Werbeformate, Social-Media-Verwertung sowie datenbasierte Geschäftsmodelle bilden das ökonomische Fundament der Branche. In diesem Kontext gewinnt der Einsatz von KI-Systemen zunehmend strategische Bedeutung. KI-gestützte Technologien ermöglichen es, große Mengen an Nutzungs- und Interaktionsdaten in Echtzeit zu analysieren und daraus wirtschaftlich verwertbare Erkenntnisse abzuleiten. Dadurch entstehen neue Monetarisierungsstrategien, die sowohl Effizienzgewinne als auch strukturelle Umsatzsteigerungen ermöglichen.

Branchenanalysen im Bereich Medien und Sport zeigen, dass datengetriebene Geschäftsmodelle zu den am stärksten wachsenden Segmenten des digitalen Marktes zählen. Insbesondere im eSports eröffnet die Kombination aus globaler Reichweite und KI-gestützter Datenanalyse neue Wertschöpfungsketten. Der

³³² Vgl. ZOK (2026), S. 4ff.

³³³ Vgl. SHARP (2023), S. 1ff.

wirtschaftliche Mehrwert entsteht nicht allein durch Kosteneinsparungen, sondern durch die gezielte Erschließung neuer Erlösquellen. KI wirkt somit als strategischer Innovationsfaktor, der die Monetarisierung im eSports nachhaltig transformiert.³³⁴

5.6.1 KI-gestützte Zuschaueranalyse und personalisierte Werbung

Ein zentraler wirtschaftlicher Hebel im eSports liegt in der präzisen Analyse von Zuschauerinnen und Zuschauern. Digitale Plattformen generieren kontinuierlich umfangreiche Datensätze, die Informationen über Nutzungsdauer, Interaktionsverhalten, bevorzugte Inhalte, geografische Standorte sowie Endgeräte enthalten. KI-gestützte Machine-Learning-Algorithmen verarbeiten diese Daten und identifizieren wiederkehrende Muster im Nutzerverhalten. Dadurch können Zielgruppen nicht nur demografisch, sondern auch verhaltensbasiert segmentiert werden.

Die daraus resultierende personalisierte Werbung stellt einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil gegenüber traditionellen Werbeformen dar. Anstatt Werbeanzeigen pauschal an eine breite Masse auszuspielen, werden Inhalte individuell auf die jeweiligen Nutzerprofile abgestimmt. Diese Individualisierung erhöht die Relevanz der Werbung und reduziert Streuverluste signifikant. Unternehmen profitieren von höheren Interaktionsraten, während Plattformbetreiber ihre Werbeflächen zu höherem Marketing zu den profitabelsten Wachstumssegmenten im Unterhaltungssektor zählt.

Darüber hinaus ermöglichen KI-Systeme eine situative Anpassung von Werbeeinhalten. Algorithmen erkennen besonders aufmerksamkeitsstarke Spielmomente, beispielsweise entscheidende Spielsituationen oder emotionale Höhepunkte, und platzieren Werbeeinblendungen strategisch in Phasen maximaler Zuschauerbindung. Diese Form der dynamischen Monetarisierung steigert die Werbewirkung erheblich und erhöht den ökonomischen Wert eines Streams pro Nutzerin oder Nutzer. Langfristig führt diese Entwicklung zu einer stärkeren Professionalisierung der digitalen Werbemärkten im eSports.³³⁵

5.6.2 Automatisierte Highlight-Erstellung und Content-Produktion

Neben der Werbeoptimierung stellt die mediale Verwertung von Spielinhalten eine zentrale Einnahmequelle dar. ESports ist stark auf digitale Präsenz angewiesen, da

³³⁴ Vgl. DELOITTE-LETS-PLAY-2022 (2022), [Online].

³³⁵ Vgl. MITTERLINDNER (2025), [Online].

Reichweite unmittelbar mit Monetarisierungspotenzial verknüpft ist. Highlight-Videos, Analyseformate und Social-Media-Clips tragen wesentlich zur Marktbildung von Teams, Turnieren und Plattformen bei. Die manuelle Produktion solcher Inhalte war in der Vergangenheit kosten- und zeitintensiv, da umfangreiches Videomaterial gesichtet und bearbeitet werden musste.

KI-gestützte Bild- und Mustererkennungssysteme verändern diesen Prozess grundlegend. Sie analysieren Spielverläufe in Echtzeit und identifizieren automatisch spielentscheidende oder besonders spektakuläre Szenen. Diese Sequenzen werden algorithmisch geschnitten, optimiert und für verschiedene Plattformformate angepasst. Dadurch sinken Produktionskosten erheblich, während die Geschwindigkeit der Content-Veröffentlichung steigt. Inhalte können unmittelbar nach einem Spiel auf mehreren Plattformen verbreitet werden, was die Reichweite exponentiell erhöht.

Plattformen wie Eklipse nutzen KI-Systeme, um Streamerinnen und Streamern automatisch verwertbare Clips bereitzustellen. Diese Automatisierung führt zu einer Demokratisierung der Content-Produktion, da auch kleinere Creator ohne professionelles Produktionsteam hochwertige Inhalte veröffentlichen können. Wirtschaftlich betrachtet erhöht sich dadurch die Skalierbarkeit digitaler Inhalte. Ein einmal generiertes Highlight kann mehrfach monetarisiert werden, etwa durch Werbeeinblendungen, Plattformbeteiligungen oder Sponsoring-Integration. Die automatisierte Content-Produktion stellt somit einen bedeutenden Effizienz- und Umsatzfaktor dar.³³⁶

5.6.3 Sponsoring-Optimierung durch Datenanalyse

Sponsoring stellt eine der zentralen Finanzierungsquellen im eSports dar und bildet für viele Organisationen, Teams und Turnierveranstalter die wirtschaftliche Grundlage ihrer Tätigkeit. Im Gegensatz zu traditionellen Sportarten erfolgt Sponsoring im eSports jedoch primär in digitalen Umgebungen, wodurch eine wesentliche detailliertere Datenerfassung möglich ist. Genau hier setzt der Einsatz von KI-Systemen an. KI-gestützte Analyseverfahren ermöglichen es, Sponsoringmaßnahmen nicht nur sichtbar, sondern auch quantitativ messbar und strategisch steuerbar zu machen.

³³⁶ Vgl. EKLIPSE.GG (2025), [Online].

Diese umfassende Datenauswertung führt zu einer objektivierbaren Bewertung der Markenwirkung. Sponsoring erhalten nicht mehr nur pauschale Reichweitenangaben, sondern konkrete Leistungskennzahlen, die eine exakte Berechnung des Returns on Investment ermöglichen. Dadurch verändert sich die Struktur von Sponsoringverträgen grundlegend. Vergütungsmodelle können leistungsabhängig gestaltet werden, indem bestimmte Sichtbarkeits- oder Interaktionswerte vertraglich festgelegt werden. Diese Transparenz erhöht sowohl die Planungssicherheit für Unternehmen als auch die Professionalität im gesamten eSports-Markt.

Über die reine Sichtbarkeitsmessung hinaus ermöglichen KI-Systeme eine vertiefte Analyse der tatsächlichen Werbewirkung und leisten. Damit einen direkten Beitrag zur wirtschaftlichen Effizienzsteigerung im eSports. Mithilfe von Bild- und Mustererkennung sowie der Auswertung von Interaktionsdaten können nicht nur Einblendungsdauer und Klickzahlen erfasst werden, sondern auch das konkrete Engagement der Zuschauerinnen und Zuschauer. KI-gestützte Systeme analysieren beispielsweise, in welchen Spielmomenten Sponsoren besonders präsent sind und wie stark die Community darauf reagiert. Dadurch entsteht eine differenzierte und wirtschaftlich relevante Bewertung der Marktwirkung, die über klassische Reichweitenmessungen hinausgeht.

Für Sponsoren bedeutet dies eine präzisere Berechnung des Returns on Investment, während Veranstalter ihre Werbeflächen gezielter und wertsteigernd vermarkten können. Gleichzeitig ermöglicht die Echtzeitanalyse eine laufende Optimierung während eines Turniers, wodurch Ressourcen effizienter eingesetzt werden. Prognostische Modelle auf Basis historischer Daten erlauben zudem eine strategische Planung zukünftiger Sponsoringmaßnahmen. Aus wirtschaftlicher Perspektive führt der Einsatz von KI somit zu einer Reduktion von Streuverlusten, einer besseren Budgetallokation und einer höheren Kapitalrendite. Daraus ergeben sich langfristige Effizienzpotenziale, die prognostische Modelle auf Basis historischer Daten erlauben zudem eine strategische Planung zukünftiger Sponsoringmaßnahmen.³³⁷ Aus wirtschaftlicher Perspektive führt der Einsatz von KI somit zu einer Reduktion von Streuverlusten, einer besseren Budgetallokation und einer höheren Kapitalrendite. Daraus ergeben sich langfristige

³³⁷ Vgl. BLOND (2025), [Online].

effizienzpotenziale, die die Wettbewerbsfähigkeit des eSports-Marktes nachhaltig stärken.³³⁸

5.6.4 Wirtschaftliche Effekte auf Turnierveranstalter und Plattformen

Die Implementierung von KI-Systemen beeinflusst die gesamte Wertschöpfungskette im eSports. Turnierveranstalter profitieren von automatisierten Produktionsprozessen, effizienterer Ressourcenplanung und datenbasierten Entscheidungsgrundlagen. Plattformbetreiber steigern ihre Erlöse durch personalisierte Werbung und eine höhere Nutzerbindung, da Inhalte stärker auf individuelle Präferenzen abgestimmt werden.

Gleichzeitig reduzieren sich operative Kosten, da manuelle Analyse- und Produktionsschritte automatisiert werden. Wissenschaftliche Untersuchungen zu datengetriebenen Geschäftsmodellen im digitalen Mediensektor betonen, dass KI nicht nur einzelne Prozesse optimiert, sondern strukturell neue Einnahmemodelle ermöglicht. Sie fungiert als zentraler ökonomischer Innovationsfaktor, der Wettbewerbsstrategien verändert und langfristige Profitabilität steigert.

Organisationen, die KI strategisch in ihre Monetarisierungsmodelle integrieren, können Wettbewerbsvorteile erzielen, indem sie effizienter arbeiten, Zielgruppen präziser ansprechen und Sponsoring professioneller gestalten. Damit wird deutlich, dass KI im eSports nicht lediglich ein technisches Hilfsmittel darstellt, sondern ein maßgeblicher Treiber wirtschaftlicher Transformation ist.³³⁹

5.7 Zukunftsperspektiven: Effizienzpotenziale durch KI im professionellen eSports

Die zunehmende Integration von Künstlicher Intelligenz verändert den professionellen eSports nicht nur auf operativer Ebene, sondern prägt zunehmend auch seine langfristige wirtschaftlichen und strukturellen Entwicklungsperspektiven. Während KI zunächst vor allem zur Leistungsanalyse, im Coaching sowie in Anti-Cheat-Systemen eingesetzt wurde, rückt mittlerweile die strategische Bedeutung dieser Technologie Effizienzsteigerung, Professionalisierung und Marktstruktur in den Vordergrund. Durch die automatisierte Verarbeitung großer Datenmengen könnten Entscheidungsprozesse

³³⁸ Vgl. MORGAN (2025), [Online].

³³⁹ Vgl. HOANG (2025), S. 6ff.

beschleunigt, Ressourcen gezielt eingesetzt und Wettbewerbsvorteile systematisch aufgebaut werden.

Moderne KI-Systeme ermöglichen präzise Echtzeit-Analyse komplexer Spielsituation, die Prognose von Entscheidungswahrscheinlichkeiten sowie die Identifikation leistungsrelevante Muster. Damit erweitert sich die Rolle von KI von einem unterstützenden Analyseinstrument hin zu einem strategischen Steuerungsfaktor im professionellen Wettbewerb. Gleichzeitig eröffnet die datenbasierte Optimierung organisatorische Abläufe etwa im Turniermanagement, in der Produktionsplanung oder in der Vermarktung erhebliche Effizienzpotenziale entlang der gesamten Wertschöpfungskette des eSports.

Darüber hinaus trägt KI zur weiteren Ökonomisierung des Marktes bei, indem sie neue Geschäftsmodelle, skalierbare Organisationsstrukturen und eine stärkere Integration digitaler Technologien in wirtschaftliche Entscheidungsprozesse ermöglicht. Die technologische Entwicklung führt somit nicht nur zur Leistungssteigerung auf individueller und teambasierter Ebene, sondern beeinflusst langfristig die Marktstruktur, Wettbewerbsdynamik und Kapitalverteilung im professionellen eSports.

Gleichzeitig entstehen neue Herausforderungen in Bezug auf technologische Abhängigkeit, Wettbewerbsverzerrungen und Investitionsdruck. Die zukünftige Entwicklung des eSports wird daher maßgeblich von davon abhängen, in welchem Ausmaß KI als Effizienztreiber genutzt werden kann, ohne dabei strukturelle Ungleichgewicht oder regulatorische Probleme zu verstärken. Dieses Kapitel analysiert daher die zentralen Zukunftsperspektiven und wirtschaftlichen Effizienzpotenziale, die sich durch den Einsatz von KI im professionellen eSports ergeben.³⁴⁰

5.7.1 KI-gestützte Leistungsanalyse und Talenterkennung

im professionellen eSports wird der Wettbewerb zunehmend über Daten entschieden. KI-Systeme können große Mengen an Gameplay Daten (z.B. Positionsdaten, Economy Entscheidungen, Cooldowns, Teamfights, Drafts) in sehr kurzer Zeit auswerten und daraus Objektive Leistungskennzahlen ableiten. Dadurch wird Analysearbeit, die früher manuell und zeitintensiv war, automatisiert und in Teilen sogar in Echtzeit möglich. Teams gewinnen Effizienz, weil Coaches

³⁴⁰ Vgl. GOPALAKRISHNAN (2024), [Online].

und Analystinnen beziehungsweise Analysten weniger Zeit für die reine Datensichtung benötigen und stattdessen schneller zu strategischen Maßnahmen (Training, Gegneranalyse, Draft-Vorbereitung) kommen. Gleichzeitig können KI-Scouting-Systeme Talente datenbasiert identifizieren, indem sie konsistente Muster (z.B. Decision-Making unter Druck, Map-Kontrolle, Risiko-Reward-Verhalten) erkennen, auch über große Spieler Pools hinweg.³⁴¹ Das verändert langfristig die Rekrutierung: weniger Bauchgefühl, mehr standardisierte, vergleichbare Profile. Besonders relevant ist dabei, dass KI nicht nur vergangene Leistung beschreibt, sondern auch Prognosen ermöglichen kann (z. B. Ergebnis- oder Fehlerwahrscheinlichkeiten in kurzen Zeitfenstern), was im Coaching und in Live-Analysen zusätzliche Effizienzpotenziale eröffnet.³⁴²

5.7.2 KI-optimierte Organisations- und Marktstrukturen

KI wirkt im Sport nicht nur Führungsstriche „im Spiel“, sondern auch auf organisatorischer und wirtschaftlicher Ebene. Turnier Veranstalter können KI zu effizienterer Planung, Durchführung und Vermarktung einsetzen: etwa für automatisierte Produktionsabläufe (Daten-Feeds, Highlight-Erkennung, dynamische Overlays), für optimiertes Scheduling (geringere Wartezeiten, bessere Auslastung) oder für die datenbasierte Steuerung von Ticketing, Pricing und Ressourcen (Security, Personal, Venue-Logistik). Dadurch sinken Prozesskosten und gleichzeitig steigt Skalierbarkeit, ein entscheidender Faktor, weil eSports-Events oft international ausgerichtet sind

Langfristig führt das zu strukturellen Marktveränderungen: Professionalisierung der Wertschöpfungskette (Eventbetrieb, Medienproduktion, Sponsoring-Analytics) und eine stärkere Integration in regionale Wirtschaftssysteme. Bei großen Turnieren zeigen sich direkte und indirekte Effekte (Ticketing, Merch, Tourismus, Gastronomie, Transport). In einer Fallstudie zum „Perfect World Shanghai Major 2024“ wird beschrieben, dass Events sowohl direkte Umsätze (Tickets, Sponsoring, Merch) als auch indirekte Effekte (Tourismus- und Hotelnachfrage) auslösen und damit eine volkswirtschaftliche Relevanz erhalten. Gleichzeitig werden Grenzen sichtbar: wenn Infrastruktur nach Events nicht ausreichend ausgelastet ist, entstehen Ineffizienzen (Leerstände, hohe Fixkosten). Genau hier kann KI künftig helfen, indem sie die Venue-Auslastung und Eventportfolios datenbasiert plant (z.

³⁴¹ Vgl. SAP (2026), [Online].

³⁴² Vgl. LOLESPORTS (2020), [Online].

B. Multi-Use-Konzepte, Community-Events, hybride Formate), um "Idle Times" zu reduzieren.³⁴³

5.7.3 Risiken und Wettbewerbsverzerrungen durch technologische Abhängigkeit

mit der Effizienzgewinnen steigen jedoch auch Risiken. Erstens kann eine starke Abhängigkeit von KI-Tools zu einer Wettbewerbsasymmetrie führen: Organisationen mit mehr Budget erhalten Zugang zu besseren Modellen, mehr Daten, spezialisierter Infrastruktur (Analysen-Teams, Data-Engineering) und damit zu messbaren Vorteilen.³⁴⁴ Zweitens bestehen Black-Box-Probleme (Nachvollziehbarkeit/Transparenz): wenn KI-Systeme Empfehlungen geben, die sportliche Entscheidungen beeinflussen (Drafts, Lineups, Training), wird die Frage nach Erklärbarkeit und Verantwortung zentral.³⁴⁵ Drittens wachsen Datenschutz und Governance-Risiken, weil Leistungsdaten von Spielerinnen und Spielern hochsensibel sind, (Karrierewert, Vertragsverhandlungen, Scouting).

³⁴³ Vgl. GOPALAKRISHNAN (2024), [Online].

³⁴⁴ Vgl. KLOSEK/NG (2025), [Online].

³⁴⁵ Vgl. HOANG (2025), S. 6ff.

6 PROJEKTDOKUMENTATION

6.1 Planung

6.1.1 Projektauftrag

Sport+ Chatbot: SpoX+ AI

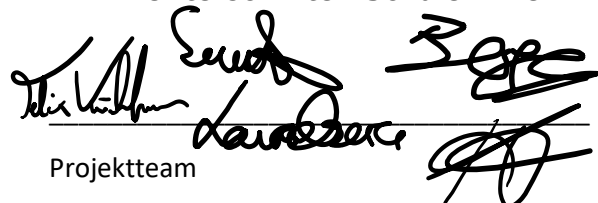
Schule	Bundeshandelsakademie und Bundeshandelsschule Steyr	
Schuljahr	2025/26	
Ausbildungsschwerpunkt(e)	IT	
Projektstarttermin/ Projektstartereignis	Meeting mit Prof. DI (FH) Spanring Mathias und Mag. Wiesmayr Ute	
Projektendtermin/ Projektendereignis	Fertigstellung von SpoX+ AI und Feedbackerhalt	
Hauptziele		
Erstellung eines Chatbots für die HAK Steyr, unter besonderer Schwerpunktsetzung auf Sport+ Maturavorbereitung		
Arbeitsteilige Teamleistung nachweislich erbracht		
Präsentation und Diskussion der Diplomarbeit absolviert		
Nicht-Ziele		
Reine Literaturarbeit erstellt		
Projektphasen	Projektkosten	
	Intern (von P-Team zu zahlen)	Extern (von K-Partner zu zahlen)
Erstellung der Brand Identity	-	-
Recherche und Erstellung der rechtlichen Grundlage	-	-
Erstellung und Programmierung der Website und Funktionalität	-	-
Bewerbung des Chatbots	-	-
Sammlung von Nutzerfeedback	-	-
Interner Projektauftraggeber (Betreuer)		Prof. DI (FH) Spanring Mathias
Externe Projektauftraggeberin (Kooperationspartnerin)		HAK Steyr Mag. Wiesmayr Ute
Projektverantwortliche/r	Nikita Berger	
Projektteammitglieder	Lara Sophia Harant	Felix Kühhas
	Laura Gere	Sandro Samuel Bramberger

Unterschrift Betreuer



Projektbetreuer /Kooperationspartnerin

Unterschriften SchülerInnen



Projektteam

Steyr, am 26.02.2026

6.1.2 Projektstrukturplan

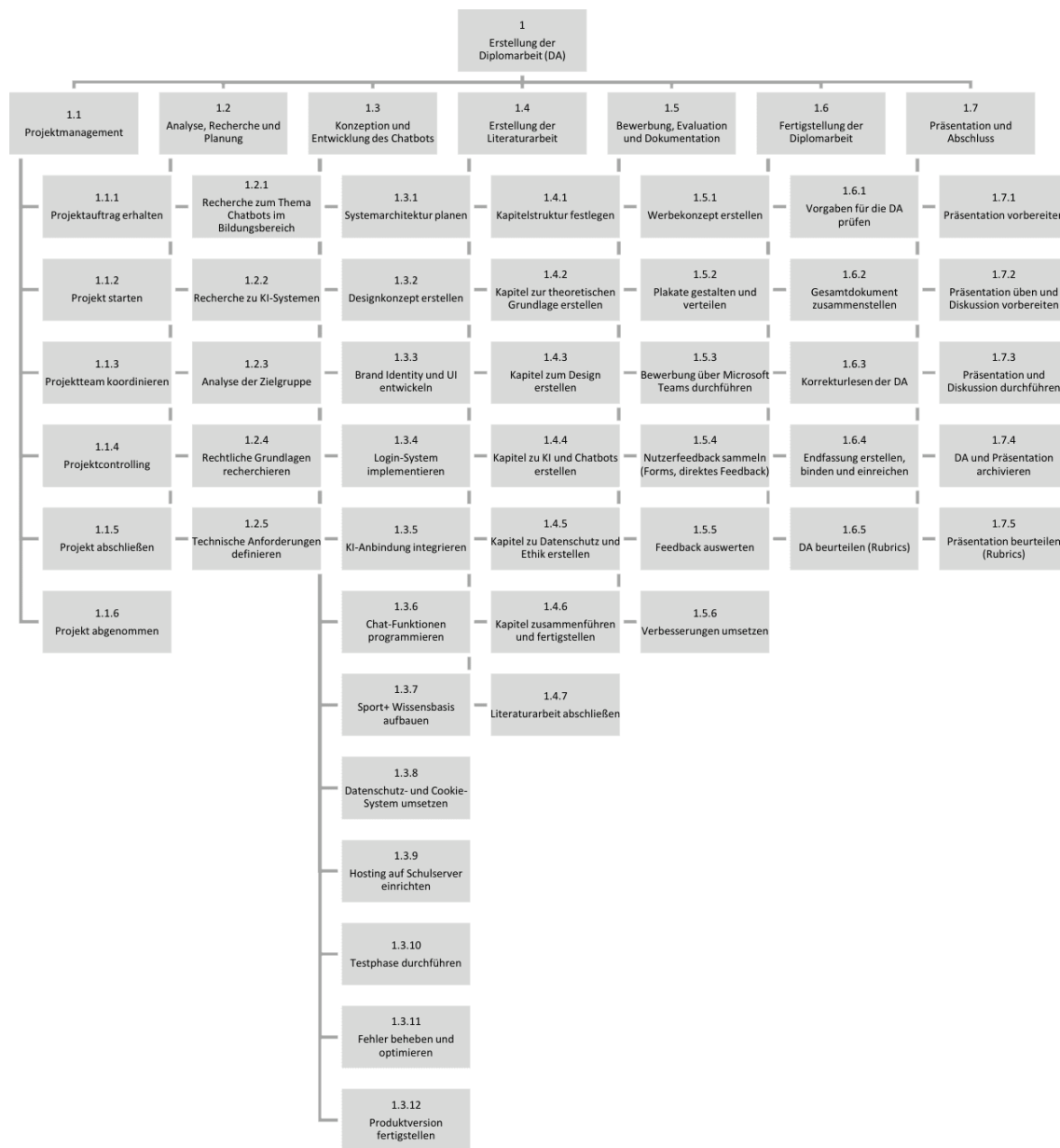


Abbildung 2: Projektstrukturplan

6.1.3 Zeitplan

Meilensteinplan <i>Wie Künstliche Intelligenz Leistungsfähigkeit und Effizienz steigert</i> Erstellung, Präsentation und Diskussion der Diplomarbeit			
PSP-Code	Meilenstein	Plantermin	Ist-Termin
1.1	Abgabe Themenantrag	16.06.2025	16.06.2025
1.1.3	Projektteam koordinieren	19.09.2025	22.09.2025
1.6	Einzelteile der Arbeit sind fertig	06.02.2026	08.02.2026
1.3.12	Fertigstellung und Veröffentlichung des Projekts	01.02.2026	19.02.2026
1.5.4	Nutzerfeedback sammeln	04.02.2026	25.02.2026
1.6.4	Abgabe der Arbeit	26.02.2026	26.02.2026

Abbildung 3: Meilensteinplan

6.1.4 Funktionendiagramm

Arbeitspakete	Nikita Berger	Lara Sophia Harant	Felix Kühnas	Laura Gere	Sandro Samuel Bramberger	Prof. DI (FH) Spanring Matthias	Mag. Wiesmayr Ute
1 Erstellung der Diplomarbeit (DA)	V	M	M	M	M	I	
1.1 Projektmanagement	V	M	M	M	M	I	
1.1.1 Projektauftrag erhalten	V	M	M	M	M		
1.1.2 Projekt starten	V	M	M	M	M		
1.1.3 Projektteam koordinieren	V						
1.1.4 Projektcontrolling	V						
1.1.5 Projekt abschließen	V	M	M	M	M		
1.1.6 Projekt abgenommen	V					I	I
1.2 Analyse, Recherche und Planung	V	M	M				
1.2.1 Recherche zum Thema Chatbots im Bildungsbereich	V						
1.2.2 Recherche zu KI-Systemen	V						
1.2.3 Analyse der Zielgruppe	I	V					
1.2.4 Rechtliche Grundlagen Recherchieren	I		V				
1.2.5 Technische Anforderungen definieren	V						
1.3 Konzeption und Entwicklung des Chatbots	V						
1.3.1 Systemarchitektur planen	V						
1.3.2 Designkonzept erstellen	I	V					
1.3.3 Brand Identity und UI entwickeln	I	V					
1.3.4 Login-System implementieren	V						
1.3.5 KI-Anbindung integrieren	V						
1.3.6 Chat-Funktionen programmieren	V						
1.3.7 Sport+ Wissensbasis aufbauen	V						
1.3.8 Datenschutz- und Cookie-System umsetzen	V						

1.3.9 Hosting auf Schulserver einrichten	V						
1.3.10 Testphase durchführen	M				V	I	
1.3.11 Fehler beheben und optimieren	V						
1.3.12 Produktversion fertigstellen	V						
1.4 Erstellung der Literaturarbeit	V	M	M	M	M		
1.4.1 Kapitelstruktur festlegen	V						
1.4.2 Kapitel zur theoretischen Grundlage erstellen	V	M	M	M	M		
1.4.3 Kapitel zum Design erstellen	M	V					
1.4.4 Kapitel zu KI und Chatbots erstellen	V						
1.4.5 Kapitel zu Datenschutz und Ethik erstellen	M		V				
1.4.6 Kapitel zusammenführen und fertigstellen	V						
1.4.7 Literaturarbeit abschließen	V	M	M	M	M		
1.5 Bewerbung, Evaluation und Dokumentation	V			M	M		
1.5.1 Werbekonzept erstellen	I			V			
1.5.2 Plakate gestalten und verteilen	I			V			
1.5.3 Bewerbung über Microsoft Teams durchführen	I			V			
1.5.4 Nutzerfeedback sammeln (Forms, direktes Feedback)	I				V		
1.5.5 Feedback auswerten	I				V		
1.5.6 Verbesserungen umsetzen	V						
1.6 Fertigstellung der Diplomarbeit	V	M	M	M	M		
1.6.1 Vorgaben für die DA prüfen	V						
1.6.2 Gesamtdokument zusammenstellen	V						
1.6.3 Korrekturlesen der DA	V	M	M	M	M		
1.6.4 Endfassung erstellen, binden und einreichen	V						

6.1.5 Risikoplanung

RISIKOMATRIX

Höhe des Schadens	5				R2	
	4	R1				
	3				R4	
	2	R3				R5 R6
	1					
		1	2	3	4	5
	Wahrscheinlichkeit des Eintritts					

MASSNAHMENPLAN

Nr.	Beschreibung	Gegenmaßnahme(n)
R1	Datenverlust der bisherigen Arbeit (Dokumentation/Code)	
R2	Technische Instabilität der KI-Schnittstelle (API-Ausfall)	Frühzeitige Implementierung eines Fallback-Systems
R3	Geringfügige Abweichungen im Design-Konzept	
R4	Rechtliche Probleme/Verzögerungen beim Datenschutz (DSGVO)	

R5	Zeitverzug durch unvorhergesehene Programmierfehler (Bugs)	Einplanen von Zeitpuffern; Nutzen von bewährten Frameworks statt Eigenbau.
R6	Mangelndes Feedback der Zielgruppe (Umfrage-Rücklauf zu gering)	Multi-Channel-Bewertung (Forms, Teams & Plakate mit QR-Codes)

6.2 Ergebnisdokumentation

Im Rahmen der Diplomarbeit wurde nicht nur theoretisches Wissen erarbeitet, sondern mit „**SpoX+ AI**“ auch ein praktisches Anwendungsbeispiel entwickelt. Ziel war es, einen KI-basierten Assistenten zu schaffen, der die Werte des Schwerpunkts „HAK Sport Plus“ verkörpert und Schülerinnen und Schüler aktiv im Schulalltag sowie bei der Matura-Vorbereitung unterstützt.

Der Chatbot ist unter folgendem Link erreichbar: <https://spox.hak-steyr.at/>

Der Quellcode ist öffentlich zugänglich über folgenden Link: <https://github.com/Nikityyy/spox-ai/>

6.2.1 Projektorganisation und Arbeitsteilung

Die Umsetzung erfolgte arbeitsteilig, um die verschiedenen Kompetenzbereiche des Teams optimal zu nutzen.

- **Entwicklung:** Nikita Berger (Technische Implementierung)
- **UI/UX Design:** Lara Sophia Harant (Gestaltung der Benutzeroberfläche und Nutzererfahrung)
- **Promotion:** Laura Gere (Verbreitung über MS Teams und Plakate im Schulgebäude)
- **Feedbackanalyse:** Sandro Samuel Bramberger (Einholung und Auswertung der Nutzerreaktionen)
- **Rechtliche Grundlagen:** Felix Kühhas (Datenschutzerklärung, Cookie-Richtlinien und Impressum)

6.2.2 Design und Brand Identity

Das Design und die Tonalität von SpoX+ AI wurden gezielt auf die Zielgruppe der bewegungsorientierten Schülerinnen und Schüler der HAK Steyr zugeschnitten. Der Chatbot agiert nicht als neutrale Maschine, sondern als „sportliche Seele“ der Schule.

Das Leitbild von SpoX+ AI ist unter folgendem Link erreichbar: <https://spox.hak-steyr.at/docs/leitbild.html>

Das UI-Design wurde bewusst an das von OpenAIs ChatGPT angelehnt, um eine vertraute, intuitive Nutzererfahrung zu schaffen und die Akzeptanz von Schülerinnen und Schülern zu erhöhen.

6.2.3 Technische Umsetzung

Technologisch basiert SpoX+ AI auf der Gemini-API von Google. Je nach Anforderung und Verfügbarkeit kommen die Modelle Gemini Flash Lite Latest oder Gemini Flash Latest zum Einsatz.

Das „Gehirn“ des Chatbots bildet ein umfangreicher System-Prompt, der die Identität und Regeln definiert. Zusätzlich wurde der Bot mit spezifischen Daten zur Matura gefüttert. Dadurch kann er präzise Fragen zu Prüfungsstoffen beantworten und dient als interaktiver Lernbegleiter, der Schülerinnen und Schüler „fit“ macht.

6.2.4 Datenschutz und Ethik

Da KI-Systeme sensible Interaktionen ermöglichen, lag ein besonderer Fokus auf der rechtlichen Absicherung. Es wurden dedizierte Unterseiten für Datenschutz und Cookie-Richtlinien erstellt, um Transparenz zu gewährleisten:

- Datenschutz: <https://spox.hak-steyr.at/docs/privacy.html>
- Cookies: <https://spox.hak-steyr.at/docs/cookies.html>

Ethisch wurde der Chatbot so instruiert, ehrlich zu sein: Wenn er eine Information nicht weiß, gibt er dies „sportlich direkt“ zu, anstatt Informationen zu halluzinieren.

6.2.5 Reflexion

Die Entwicklung von SpoX+ AI lieferte wertvolle Erkenntnisse für zukünftige Projekte.

- **Erfolge:** Die Feedbackanalyse zeigt, dass der Bot von der Zielgruppe sehr gut angenommen wurde. Insbesondere die Funktion als Lernhilfe für die Matura wurde als hilfreich bewertet, und die motivierende Tonalität stärkte die Akzeptanz.
- **Herausforderungen:** Ein technisches Problem stellte die Latenzzeit dar. Der Chatbot reagiert teilweise langsam, was auf die Nutzung der kostenlosen Version der Gemini-API zurückzuführen ist.

6.3 Dokumentation KI Nutzung

Aktivität	Beschreibung	Verwendete Tools (falls vorhanden)	Beschreibung der Nutzung (Art der Nutzung, betroffene Abschnitte der Arbeit etc.)
Ideenfindung & Konzeptualisierung	Eingrenzung der Themenbereiche Schärfung der Forschungsfragen	ChatGPT Gemini Grok	Die Tools wurden in der Anfangsphase genutzt, um die fünf individuellen Unterthemen der Diplomarbeit einzugrenzen und Ideen für mögliche Schwerpunkte zu sammeln.
Literatursuche	Suche nach relevanten Quellen	ChatGPT Gemini Grok	Unterstützung bei der Suche nach aktuellen Studien, Statistiken und Fachbegriffen für den theoretischen Teil. Die Texte selbst wurden eigenständig verfasst.
Codierung	Erstellen von Programmcode Debugging Prompt Engineering	Claude	Claude wurde zur Unterstützung bei der Programmierung der Website und der API-Anbindung genutzt. Zudem half die KI bei der Fehlersuche im Code sowie bei der Optimierung des System-Prompts für die Persönlichkeit des Chatbots.
Rechtliche Grundlagen	Erstellung von Rechtstexten Formulierungshilfen	ChatGPT	Generierung von Vorlagen und Formulierungen für die Datenschutzerklärung und die Cookie-Richtlinien auf der Projekt-Website.
Korrekturlesen	Überprüfung auf Grammatik und Ausdruck	ChatGPT	Punktuelle Überprüfung selbst verfasster Textpassagen auf grammatikalische Korrektheit und Lesbarkeit (keine inhaltliche Texterstellung).

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Zusammensetzung des Neuron-Anatomie-Diagramms (Quelle: macrovector auf Freepik)	38
Abbildung 2: Projektstrukturplan.....	130
Abbildung 3: Meilensteinplan	131

LITERATURVERZEICHNIS

ACHEAMPONG, Tia Ilana. (2025): Who owns the content generated by AI. URL: <https://www.marks-clerk.com/insights/latest-insights/102k38x-who-owns-the-content-generated-by-ai/>, Stand: 27.10.2025.

ADALO (2026): How to Build Your First AI-Powered App Without a Dev Team (2025). URL: <https://www.adalo.com/posts/how-to-build-first-ai-app-without-dev-team>, Stand: 15.01.2026.

AKTION MENSCH (2026): Barrierefreie Website: Kosten. URL: <https://www.aktion-mensch.de/inklusion/barrierefreiheit/barrierefreie-website/kosten-barrierefreie-website>, Stand: 05.02.2026.

ALKHALDI, Nadejda. (2025): Few-Shot Learning: How AI Learns Faster with Less Data. URL: <https://itrexgroup.com/blog/few-shot-learning-how-ai-learns-faster-with-less-data>, Stand: 14.01.2026.

ALLAL, Loubna Ben./LOZHKOV, Anton./BAKOUCH, Elie. (2025): SmolLM: Pushing the Limits of Small Language Models. URL: <https://huggingface.co/blog/smollm>, Stand: 12.01.2026.

ANTHROPIC (2026): Modellübersicht. URL: <https://platform.claude.com/docs/de/about-claude/models/overview>, Stand: 13.01.2026.

ANYHELPNOW (2025): Smart Home mit KI: Dein Zuhause als intelligenter Assistent. URL: <https://anyhelpnow.com/blog/smart-home-ki>, Stand: 04.01.2026.

APPLIEDAI INSTITUTE (2026): KI-Startup Landscape (2025). URL: <https://www.appliedai-institute.de/hub/2025-deutsche-ki-startup-landscape>, Stand: 15.01.2026.

ARZEHGAR, Afrooz./SEYEDHASANI, Seyedeh Nahid./AHMADI, Fatemeh Baharvand./BARAVATI, Fatemeh Bagheri./HESAR, Alireza Sadeghi./KACHOOEI, Amir Reza./AALAEI, Shokoufeh. (2025): Sensor-based technologies for motion analysis in sports injuries: a scoping review. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39885587/>, Stand: 03.01.2026.

A-SIT ZENTRUM FÜR SICHERE INFORMATIONSTECHNOLOGIE (2024): Reiseplanung mit KI: Funktionen, Chancen und Risiken im Überblick. URL: <https://www.onlinesicherheit.gv.at/Services/News/Reiseplanung-mit-KI.html>, Stand: 11.02.2026.

BABCOCK, Caitlin. (2026): 2026 could be a 'defining' year for AI, from shopping to electricity. URL: <https://www.csmonitor.com/Business/2026/0113/artificial-intelligence-impact-electricity-shopping>, Stand: 13.01.2026.

BAKER, Berenice. (2025): Domain-Specific AI Models Poised to Dominate Enterprise: Gartner. URL: <https://aibusiness.com/generative-ai/domain-specific-ai-models-poised-to-dominate-enterprise-gartner>, Stand: 14.01.2026.

BELLAN, Rebecca. (2026): In 2026, AI will move from hype to pragmatism. URL: <https://techcrunch.com/2026/01/02/in-2026-ai-will-move-from-hype-to-pragmatism>, Stand: 14.01.2026.

BHADANI, Rahul. (2021): How to run (Model-Agnostic Meta-Learning) MAML algorithm. URL: <https://towardsdatascience.com/how-to-run-model-agnostic-meta-learning-maml-algorithm-c73040069810>, Stand: 14.01.2026.

BIBER, Victoria. (2024): KI-Auswirkungen auf Menschen mit Behinderungen. URL: <https://www.behindertenrat.at/aktuelles/news/ki-auswirkungen-auf-menschen-mit-behinderungen/>, Stand: 30.01.2026.

BIDERMAN, Stella./SCHOELKOPF, Hailey./ANTHONY, Quentin./BRADLEY, Herbie./O'BRIEN, Kyle./HALLAHAN, Eric./KHAN, Mohammad Aflah./PUROHIT, Shivanshu./PRASHANTH, USVSN Sai./RAFF, Edward./SKOWRON, Aviya./SUTAWIKA, Lintang./WAL, Oskar van der. (2023): Pythia: A Suite for Analyzing Large Language Models Across Training and Scaling. URL: <https://arxiv.org/abs/2304.01373>, Stand: 12.01.2026.

BLOND, Andrii. (2025): AI in Sport Sponsorship: How Artificial Intelligence shapes deals and Roi. URL: <https://requestum.com/blog/ai-in-sport-sponsorship>, Stand: 21.02.2026.

BMWK (2026): Hightech Agenda Deutschland - Künstliche Intelligenz. URL: https://www.bmftr.bund.de/DE/Technologie/HightechAgenda/DossierHightechAgenda/Dossier_HightechAgenda/_documents/1_künstliche_intelligenz.html, Stand: 15.01.2026.

BOIS, Maxime De./PARMENTIER, Flora./PUGET, Raphael./PELTIER, Matthew Tanti und Jordan. (2021): PandaSkill – Player Performance and Skill Rating in Esports: Application to League of Legends. URL: <https://arxiv.org/pdf/2501.10049>, Stand: 19.02.2026.

BORNCITY (2026): CES 2026: KI-Assistenten bringen Barrierefreiheit in den Alltag. URL: <https://borncity.com/news/ces-2026-ki-assistenten-bringen-barrierefreiheit-in-den-alltag/>, Stand: 02.02.2026.

BUBBLE (2025): How to Integrate AI Into an App (Step-by-Step Guide + Feature Ideas). URL: <https://bubble.io/blog/integrate-ai-app/>, Stand: 15.01.2026.

BURNS, Michael L./CHEN, Ssu-Ying./TSAI, Chu-An./VANDERVEST, John./PANDIAN, Balaji./NONG, Paige./HANAUER, David A./ROSENBERG, Andrew./PLATT, Jodyn. (2025): Generative AI costs in large healthcare systems, an example in radiology. URL: <https://www.nature.com/articles/s41746-025-01971-x>, Stand: 14.01.2026.

CHIAPPANI, Lorenzo. (2025): Sprachen lernen mit KI: So unterstützt dich künstliche Intelligenz beim Sprachtraining. URL: <https://www.ki-company.ai/blog-beitraege/sprachen-lernen-mit-ki-so-unterstuetzt-dich-kunstliche-intelligenz-beim-sprachtraining>, Stand: 15.01.2026.

CHOUBEY, Sonika. (2025): Gartner Predicts 40% of Enterprise Apps Will Feature Task-Specific AI Agents by 2026. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-08-26-gartner-predicts-40-percent-of-enterprise-apps-will-feature-task-specific-ai-agents-by-2026-up-from-less-than-5-percent-in-2025>, Stand: 15.01.2026.

CHRISTOPH, Dorner./DANIEL, Klausner Lukas. (2024): If It Looks Like a Rootkit and Deceives Like a Rootkit: A Critical Examination of Kernel-Level Anti-Cheat Systems. URL: <https://doi.org/10.1145/3664476.3670433>, Stand: 08.02.2026.

COMERESKI, John. (2021): Oldschool-Bodybuilding vs. Neue Fitness-Trends (Teil 1). URL: <https://www.mytrs.at/blog/oldschool-bodybuilding-vs-neue-fitness-trends-teil-1/>, Stand: 04.01.2026.

COTTIER, Ben./RAHMAN, Robi./FATTORINI, Loredana./MASLEJ, Nestor./OWEN, David. (2025): How much does it cost to train frontier AI models?. URL: <https://epochai.org/blog/how-much-does-it-cost-to-train-frontier-ai-models>, Stand: 13.01.2026.

COTTIER, Ben. (2023): Trends in the dollar training cost of machine learning systems. URL: <https://epochai.org/blog/trends-in-the-dollar-training-cost-of-machine-learning-systems>, Stand: 12.01.2026.

CREMER, David De./SCHWEITZER, Shane./MCGUIRE, Jack J./NARAYANAN, Devesh. (2025): How Behavioral Science Can Improve the Return on AI Investments. URL: <https://hbr.org/2025/11/how-behavioral-science-can-improve-the-return-on-ai-investments>, Stand: 12.01.2026.

DATENSCHUTZBEHÖRDE ÖSTERREICH (2025): Informationen der Datenschutzbehörde zum Verhältnis zwischen der DSGVO und der Verordnung (EU) über künstliche Intelligenz (KI-VO) für Verantwortliche des öffentlichen Bereichs. URL: <https://dsb.gv.at/aktuelles/informationen-der-datenschutzbehoerde-zum-verhaeltnis-zwischen-der-dsgvo-und-der-verordnung-eu-ueber-kuenstliche-intelligenz-ki-vo-fuer-verantwortliche-des-oeffentlichen-bereichs>, Stand: 12.02.2026.

DAVENPORT, Thomas H./REDMAN, Thomas C.. (2025): Maximizing ROI with AI-Driven Process Management. URL: <https://hbr.org/webinar/2025/04/maximizing-roi-with-ai-driven-process-management>, Stand: 12.01.2026.

DELOITTE-LETS-PLAY-2022 (2022): Let's Play! 2022 The European esports market. URL: <https://www.videogameseurope.eu/wp-content/uploads/2023/10/deloitte-lets-play-2022.pdf>, Stand: 21.02.2026.

DELOITTE (2025): State of AI in the Enterprise. URL: <https://www.deloitte.com/az/en/issues/generative-ai/state-of-generative-ai-in-enterprise.html>, Stand: 12.01.2026.

DEMEDIUK, Simon./YORK, Peter./DRACHEN, Anders./WALKER, James Alfred./BLOCK, Florian. (2019): Role Identification for Accurate Analysis in Dota 2. URL: <https://cdn.aaai.org/ojs/5235/5235-52-8333-1-10-20190920.pdf>, Stand: 15.02.2026.

DEVERA (2026): Environmental impact of AI — energy, carbon and water in the age of ChatGPT. URL: <https://www.devera.ai/resources/the-environmental-impact-of-ai-energy-carbon-and-water-in-the-age-of-chatgpt>, Stand: 13.01.2026.

DIE BAYERISCHE (2026): Abgehört durch Alexa & Co: Wie steht es mit der Sicherheit in Smart Homes?. URL: <https://www.diebayerische.de/ratgeber/smart-homes-digitale-sicherheit-trotz-alexa-und-ki/>, Stand: 10.02.2026.

DIGITALE TRANSFORMATION (2026): KI und psychologische Auswirkungen. URL: <https://digitale-transformation-weiterbildung.ch/digitalisierung-lexikon/ki-und-psychologische-auswirkungen/>, Stand: 25.02.2026.

DILMEGANI, Cem./ERMUT, Sila. (2025): Few-Shot Learning: Methods & Applications in 2026. URL: <https://research.aimultiple.com/few-shot-learning>, Stand: 14.01.2026.

DIRKS-COMPUTERECKE (2025): Neuronale Netze einfach erklärt: Dein Einstieg in KI. URL: <https://www.dirks-computerecke.de/neuronale-netze-einfach-erklart/>, Stand: 25.02.2026.

DOCHECK (2026): Menschliche Motorik: KI erkennt Störungen. URL: <https://www.doccheck.com/de/detail/articles/32562-menschliche-motorik-ki-erkennt-stoerungen>, Stand: 05.01.2026.

DU, Zhao./WANG, Shan./DENG, Ziyang./WANG, Fang. (2025): Unveiling the Power of AI Fitness Apps. URL: <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1062737525000447>, Stand: 08.02.2026.

EBERL, Jens. (2025): Weniger Staus durch bessere Planung. URL: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/digitales/ki-verkehr-stau-100.html>, Stand: 11.02.2026.

EDUBREAK (2024): Chancen und Grenzen von KI in der Erwachsenenbildung. URL: <https://www.edubreak.de/blog/chancen-grenzen-ki-erwachsenenbildung/>, Stand: 15.01.2026.

EGYM (2026): 4 Vorteile von KI für dein Fitnessstudio. URL: <https://de.egym.com/de-de/blog/ai-vorteile-fitness>, Stand: 04.01.2026.

EKLIPSE.GG (2025): How Can I Automatically Generate Clips From My Gaming Streams?. URL: <https://eklipse.gg/help/how-can-i-automatically-generate-clips-from-my-gaming-streams/>, Stand: 16.02.2026.

ETC (2024): KI am Arbeitsplatz: Herausforderungen und Chancen für Führungskräfte. URL: <https://www.etc.at/blog/ki-am-arbeitsplatz-herausforderungen-und-chancen-fuer-fuehrungskraefte/>, Stand: 12.01.2026.

EUROPEAN COMMISSION (2025): Artificial intelligence unlocking a smarter, greener energy future. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/artificial-intelligence-unlocking-smarter-greener-energy-future>, Stand: 13.01.2026.

EUROPEAN COMMISSION (2026): Green digital sector. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/green-digital>, Stand: 13.01.2026.

EZHILARASAN. (2026): Generative AI in Enterprises: 12 Transformative Use Cases Driving Business Innovation in 2026. URL: <https://www.agilesoftlabs.com/blog/2026/01/generative-ai-in-enterprises-12>, Stand: 14.01.2026.

FIALA, Kathrin. (2025): Die 5 wichtigsten E-Learning-Trends 2025 – Mit KI in die Zukunft des Lernens. URL: <https://www.cegos-integrata.de/blog/learning-development/digital-learning/die-5-wichtigsten-e-learning-trends-2025-mit-ki-in-die-zukunft-des-lernens>, Stand: 20.01.2026.

FONSECA, Stefano. (2025): KI-Assistent einfach erklärt: So unterstützt künstliche Intelligenz im Alltag. URL: <https://www.autarc.energy/at/wissen/ki-assistent>, Stand: 03.01.2026.

FORTUNE (2026): OpenAI hires OpenClaw AI agent developer Peter Steinberger. URL: <https://fortune.com/2026/02/15/openai-openclaw-ai-agent-developer-peter-steinberg-moltbot-clawdbot-moltbook/>, Stand: 21.02.2026.

FRANK, Andreas. (2025): Predictive Performance: Wie KI dein Training optimiert und Verletzungen verhindert. URL: <https://www.menshealth.de/krafttraining/predictive-performance-wie-ki-dein-training-optimiert-und-verletzungen-verhindert/>, Stand: 04.01.2026.

FRANK, Andreas. (2025): So erstellt dir künstliche Intelligenz das perfekte Workout. URL: <https://www.menshealth.de/tech-entertainment/so-erstellt-dir-kuenstliche-intelligenz-das-perfekte-workout/>, Stand: 04.01.2026.

FRAUNHOFER IOSB (2025): Nachhaltige Mobilität: Schneller ans Ziel mit KI. URL: <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2025/august-2025/nachhaltige-mobilitaet-schneller-ans-ziel-mit-ki.html>, Stand: 11.02.2026.

FUJITSU (2026): Judging Support System Co-development with FIG. URL: <https://www.fujitsu.com/global/themes/data-driven/judging-support-system/>, Stand: 07.02.2026.

FUKUSHIMA, Takashi./BLAUBERGER, Patrick./RUSSOMANNO, Tiago Guedes./LAMES, Martin. (2024): The potential of human pose estimation for motion capture in sports: a validation study. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12283-024-00460-w>, Stand: 03.01.2026.

FURR, Nathan./SHIPILOV, Andrew. (2025): Beware the AI Experimentation Trap. URL: <https://hbr.org/2025/08/beware-the-ai-experimentation-trap>, Stand: 12.01.2026.

FÜRST, Jannik. (2024): KI im Sport: Wie sich Training und Wettkampf durch Algorithmen revolutionieren. URL: <https://blog.magenta.at/vernetztes-leben/kuenstliche-intelligenz/ki-im-sport/>, Stand: 07.02.2026.

GAMEHAUNT (2025): The Tech behind infinite worlds: How procedural generation creates endless Universes. URL: <https://gamehaunt.com/the-tech-behind-infinite-worlds-how-procedural-generation-creates-endless-universes/>, Stand: 27.10.2025.

GARTNER (2026): How to Drive Positive ROI on AI. URL: <https://www.gartner.com/en/insights/drive-positive-roi-on-ai>, Stand: 12.01.2026.

GILES, Alexander. (2026): Statistical Analysis and Machine Learning to Improve League Championship Series Teams. URL: <https://scholarworks.lib.csusb.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2957&context=etd>, Stand: 16.02.2026.

GLANZE, Patrick. (2025): Esports Coaching and Gaming Analytics Tools Use AI to Elevate Competitive Player Performance. URL: <https://www.techtimes.com/articles/313541/20251222/esports-coaching->

gaming-analytics-tools-use-ai-elevate-competitive-player-performance.htm,
Stand: 16.02.2026.

GLEHNHOFF. (2025): Praktische Umsetzung einer KI im Haus mittels Home Assistant. URL: <https://community.simon42.com/t/praktische-umsetzung-einer-ki-im-haus-mittels-home-assistant/49076>, Stand: 04.01.2026.

GOASDUFF, Laurence. (2024): Gartner Forecasts IT Spending in Europe to Grow 8.7% in 2025. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-11-07-gartner-forecasts--it-sending-in-europe-to-grow-9-percent-in-2025>, Stand: 12.01.2026.

GODSALL, Jonathan./KOCH, Philipp./SHARMA, Piyush./BECTOR, Raj./PINGARO, Todd./FEDORENKO, Alena. (2025): How AI could reshape the economics of the asset management industry. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/how-ai-could-reshape-the-economics-of-the-asset-management-industry>, Stand: 13.01.2026.

GOLDI, Soni./ROHAN, Vaishnav./MAYANK, Mahant. (2026): A Comprehensive Study of the Role of Artificial Intelligence in Transforming Gaming Industry. URL: <https://www.ijraset.com/best-journal/a-comprehensive-study-of-the-role-of-artificial-intelligence-in-transforming-gaming-industry>, Stand: 15.02.2026.

GOPALAKRISHNAN, Sambhavi. (2024): AI in Sports: How Artificial Intelligence impacts the Sports Industry. URL: <https://vlinkinfo.com/blog/ai-in-sports>, Stand: 21.02.2026.

GRAMMARLY (2025): Few-Shot Learning: Transforming AI With Minimal Data. URL: <https://www.grammarly.com/blog/ai/what-is-few-shot-learning>, Stand: 14.01.2026.

GÜNDER, Alina. (2026): Die Zukunft des Reisens: Chatbots als Schlüssel zur Kundenzufriedenheit im Tourismus. URL: <https://connect.lime-technologies.com/de/blog/tourismus-chatbot/>, Stand: 11.02.2026.

HAGEBACK, Niklas. (2022): AI for Creativity. CRC Press.

HÄWEL, Sven. (2024): Wie Künstliche Intelligenz das Zuhause wirklich intelligent macht. URL: <https://www.homeandsmart.de/ki-und-smart-home>, Stand: 02.01.2026.

HE, Chen./FU, Hong./MA, Christina Zong-Hao. (2025): Biomechanics and Motion Analysis: From Human Performance to Clinical Practice. URL: <https://www.mdpi.com/2306-5354/12/10/1114>, Stand: 03.01.2026.

HILDEBRANDT, Carolin./OBERHOFFER, Renate./RASCHNER, Christian./MÜLLER, Erich./FINK, Christian./STEIDL-MÜLLER, Lisa. (2021): Training load characteristics and injury and illness risk identification in elite youth ski racing: A prospective study. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254620300545>, Stand: 05.01.2026.

HOANG, Tran Duc. (2025): The Role of Artificial Intelligence in Shaping the Future of Esports Industry. URL:

<https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/9ec990a0-f4a1-411e-be67-65f9e7d23b26/content>, Stand: 19.02.2026.

HOWLEY, Daniel. (2026): Microsoft says it won't drive up electricity cost near its data centers. URL: <https://finance.yahoo.com/news/microsoft-says-it-wont-drive-up-electricity-cost-near-its-data-centers-162953785.html>, Stand: 13.01.2026.

HUGGING FACE (2025): Quantization. URL: https://huggingface.co/docs/optimum/concept_guides/quantization, Stand: 13.01.2026.

HULATT, Lily. (2024): Biomechanische Analyse. URL: <https://www.studysmarter.de/studium/biologie-studium/medizin-biologie/biomechanische-analyse/>, Stand: 03.01.2026.

HUSEYN. (2025): Die 10 besten KI-Assistenten für Unternehmen, die wir im Jahr 2026 getestet haben. URL: <https://treno.com/de/blog/best-ai-assistants-for-business>, Stand: 11.01.2026.

IACURCI, Greg. (2025): AI data center 'frenzy' is pushing up your electric bill — here's why. URL: <https://www.cnbc.com/2025/11/26/ai-data-center-frenzy-is-pushing-up-your-electric-bill-heres-why.html>, Stand: 13.01.2026.

IBM (2026): What Is Few-Shot Learning?. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/few-shot-learning>, Stand: 14.01.2026.

INNOVATION NEWS NETWORK (2024): AI innovation package launched by European Commission to support startups and SMEs. URL: <https://www.innovationnewsnetwork.com/ai-innovation-package-launched-by-european-commission-to-support-startups-and-smes/42308>, Stand: 15.01.2026.

INSIDE FIFA (2022): Video-Schiedsrichterassistent (VAR). URL: <https://inside.fifa.com/de/innovation/world-cup-2022/video-assistant-referee-var>, Stand: 07.02.2026.

INSTADEEP (2021): Model Agnostic Meta-Learning made simple. URL: <https://instadeep.com/2021/10/model-agnostic-meta-learning-made-simple>, Stand: 14.01.2026.

JANZEN, Sabine./SAXENA, Prajvi./AGNES, Cicy./MAAß, Wolfgang. (2025): KI in der Rehabilitation – Anwendung künstlicher mentaler Modelle für eine personalisierte Medizin. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-025-04090-w>, Stand: 05.01.2026.

KAHNEMAN, Daniel. (2011): Thinking, Fast and Slow. Farrar, Straus and Giroux.

KEEN, Emma. (2025): Gartner Hype Cycle Identifies Top AI Innovations in 2025. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-08-05-gartner-hype-cycle-identifies-top-ai-innovations-in-2025>, Stand: 14.01.2026.

KHANDABATTU, Haritha. (2025): The 2025 Hype Cycle for Artificial Intelligence. URL: <https://www.gartner.com/en/articles/hype-cycle-for-artificial-intelligence>, Stand: 14.01.2026.

KHAN, Sunawar./NAZ, Naila Sammar./MAZHAR, Tehseen./TARIQ, Muhammad Usman./SHAHZAD, Tariq./GUIZANI, Sghaier./HAMAM, Habib. (2026): Green AI Techniques for Reducing Energy Consumption in AI Systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005625002796>, Stand: 13.01.2026.

KIEL, Matthew. (2025): 5 Steps CFOs Can Take to Maximize ROI From AI Initiatives. URL: <https://www.gartner.com/en/articles/how-cfos-can-maximize-roi-from-ai>, Stand: 12.01.2026.

KIRBIS, Marion. (2025): Weiterbildungsstudie 2025: Künstliche Intelligenz im Fokus. URL: <https://erwachsenenbildung.at/digiprof/neuigkeiten/20347-weiterbildungsstudie-2025-kuenstliche-intelligenz-im-fokus.php>, Stand: 25.01.2026.

KLOSEK, Jacqueline./NG, Jonathan. (2025): Esports Surge Requires Navigating a Privacy Compliance. URL: <https://news.bloomberglaw.com/legal-exchange-insights-and-commentary/esports-surge-requires-navigating-a-privacy-compliance-maze>, Stand: 21.02.2026.

KOVACH, Stephen. (2024): The Economic Impact of AI on Sports. URL: <https://globaladvisers.com/the-economic-impact-of-ai-on-sports/>, Stand: 08.02.2026.

LAND SALZBURG (2025): Künstliche Intelligenz gegen Stau auf A10. URL: <https://www.salzburg.gv.at/magazin/seiten/kuenstliche-intelligenz-gegen-stau-auf-a10>, Stand: 11.02.2026.

LANDESSPORTBUND NORDRHEIN-WESTFALEN (2026): Grundlagen: Chancen von KI im Sportverein. URL: <https://www.vibss.de/vereinsmanagement/digitalisierung/kuenstliche-intelligenz-im-sportverein>, Stand: 08.02.2026.

LANDGREBE, Jobst./SMITH, Barry. (2023): Why Machines Will Never Rule the World. Routledge.

LANGCHAIN (2026): Agents. URL: <https://docs.langchain.com/oss/python/langchain/agents>, Stand: 16.01.2026.

LEBENSHILFE STEIERMARK (2026): KI öffnet Türen – aber nicht alle. URL: <https://lebenshilfe-stmk.at/ki-oeffnet-tueren-aber-nicht-alle/>, Stand: 05.02.2026.

LEHRBUCH PSYCHOLOGIE (2014): Zusammenfassung Psychologie. URL: <https://www.lehrbuch-psychologie.springernature.com/content/myers-kapitel-11-intelligenz>, Stand: 25.02.2026.

LLAMA 3.2 (2024): Llama 3.2 | Model Cards and Prompt formats. URL: https://www.llama.com/docs/model-cards-and-prompt-formats/llama3_2/, Stand: 12.01.2026.

LODOLCE, Matt./MORAN, Meghan. (2025): Gartner Says Worldwide AI Spending Will Total \$1.5 Trillion in 2025. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-09-17-gartner-says-worldwide-ai-spending-will-total-1-point-5-trillion-in-2025>, Stand: 15.01.2026.

LOGISTICS REPLY (2025): GalileA: AI for Modern Logistics Solutions. URL: <https://www.reply.com/logistics-reply/en/lea-reply/galileA-ai-assistant>, Stand: 28.12.2025.

LOGISTICS REPLY (2025): PUMA Partners with Logistics Reply to Accelerate AI-Driven Innovation in Warehousing. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20251120676732/en/PUMA-Partners-with-Logistics-Reply-to-Accelerate-AI-Driven-Innovation-in-Warehousing>, Stand: 28.12.2025.

LOLESPORTS. (2020): Mobalytics Brings Live Player Profiles to Honda Scouting Grounds as Official Data Partner. URL: <https://nexus.leagueoflegends.com/en-us/2019/11/mobalytics-brings-live-player-profiles-t/>, Stand: 21.02.2026.

LUO, Iris. (2025): AI Data Efficiency: Active, Zero-Shot & Few-Shot Learning in 2025. URL: <https://www.ecinnovations.com/blog/mastering-ai-data-efficiency-with-active-zero-shot-and-few-shot-learning>, Stand: 14.01.2026.

MARION, Leroy. (2026): BMW's 2026 Cars Get an AI Assistant That Actually Understands You. URL: <https://www.autoblog.com/news/bmws-2026-cars-get-an-ai-assistant-that-actually-understands-you>, Stand: 12.02.2026.

MARKUS. (2025): Aufbau eines KI-gestützten lokalen Smart Homes. URL: <https://smarthome-assistant.info/news-aufbau-eines-ki-gestuetzten-lokalen-smart-homes/>, Stand: 04.01.2026.

MASLEJ, Nestor./FATTORINI, Loredana./PERRAULT, Raymond./GIL, Yolanda./PARLI, Vanessa./KARIUKI, Njenga./CAPSTICK, Emily./REUEL, Anka./BRYNJOLFSSON, Erik./ETCHEMENDY, John./LIGETT, Katrina./LYONS, Terah./MANYIKA, James./NIEBLES, Juan Carlos./SHOHAM, Yoav./WALD, Russell./WALSH, Toby./HAMRAH, Armin./SANTARLASCI, Lapo./LOTUFO, Julia Betts./ROME, Alexandra./SHI, Andrew./OAK, Sukrut. (2025): Chapter 4: Economy. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.07139>, Stand: 07.01.2026.

MASLEY, Andy. (2025): Empire of AI is wildly misleading about AI water use. URL: <https://andymasley.substack.com/p/empire-of-ai-is-wildly-misleading>, Stand: 13.01.2026.

MAX4WARN. (2018): GDC 2018: John McDonald (Valve) - Using Deep Learning to Combat Cheating in CSGO [YouTube]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ObhK8lUfIlc>, Stand: 08.02.2025.

MAYER, Hannah./YEE, Lareina./CHUI, Michael./ROBERTS, Roger. (2025): Superagency in the workplace: Empowering people to unlock AI's full potential. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/superagency-in-the-workplace-empowering-people-to-unlock-ais-full-potential-at-work>, Stand: 15.01.2026.

MCKINSEY & COMPANY (2023): The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>, Stand: 12.01.2026.

MCKINSEY & COMPANY (2025): The state of AI in 2025: Agents, innovation, and transformation. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai>, Stand: 15.01.2026.

MEDICOCONSULT (2024): Intelligenz und Gehirn. URL: https://medicoconsult.de/Intelligenz_und_Gehirn/, Stand: 25.02.2026.

MILLER, Carrie. (2025): The Real Environmental Footprint of Generative AI: What 2025 Data Tells Us. URL: <https://onlinelearningconsortium.org/olc-insights/2025/12/the-real-environmental-footprint-of-generative-ai>, Stand: 13.01.2026.

MILLS, Mark P.. (2025): The Rise of AI: A Reality Check on Energy and Economic Impacts. URL: <https://energyanalytics.org/the-rise-of-ai-a-reality-check-on-energy-and-economic-impacts>, Stand: 13.01.2026.

MIN, Jie./XIE, Qing./LIU, Yongjian. (2025): Impact of Artificial Intelligence on Spectator Viewing Behavior in Sports Events: Mediating Role of Viewing Motivation and Moderating Role of Player Identification. URL: <https://www.mdpi.com/2076-328X/15/12/1702>, Stand: 07.02.2026.

MIT MEDIA LAB (2026): Your Brain on ChatGPT. URL: <https://www.media.mit.edu/projects/your-brain-on-chatgpt/overview/>, Stand: 25.02.2026.

MITTERLINDNER, Elias-Leon. (2025): KI im Online-Marketing: Der Starter-Leitfaden für 2025. URL: <https://www.heise-regioconcept.at/online-marketing/ki-im-online-marketing>, Stand: 07.10.2025.

MORGAN, Alexandra. (2025): Top 10 Metrics for Measuring Sponsorship ROI with AI. URL: <https://www.callplaybook.com/reports/top-10-metrics-for-measuring-sponsorship-roi-with-ai>, Stand: 21.02.2026.

MÜNCH, Merlin. (2025): KI und Barrierefreiheit: Inklusion von Anfang an. URL: <https://www.aktion-mensch.de/inklusion/barrierefreiheit/kuenstliche-intelligenz-und-inklusion/ki-barrierefreiheit>, Stand: 05.02.2026.

NEBIUS (2025): What is few-shot learning? how it works and why it matters. URL: <https://nebius.com/blog/posts/few-shot-learning-explained>, Stand: 14.01.2026.

NETAPP INSTACLUSTER (2026): Top 10 open source LLMs for 2025. URL: <https://www.instacluster.com/education/open-source-ai/top-10-open-source-llms-for-2025>, Stand: 15.01.2026.

NEWZOO (2025): Global Games Market Report 2025. URL: <https://newzoo.com/resources/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2025>, Stand: 27.10.2025.

NORTH, Madeleine. (2025): 7 ways AI is transforming healthcare. URL: <https://www.weforum.org/stories/2025/08/ai-transforming-global-health>, Stand: 14.01.2026.

OAPR (2025): Neuronale Netze vs. Gehirn: Unterschiede und Missverständnisse. URL: <https://www.oapr.de/kuenstliche-intelligenz/neuronale-netze-vs-gehirn-unterschiede-und-missverstaendnisse/>, Stand: 25.02.2026.

O'CONNOR./ROBERTSON. (2025): Thomas Bayes. URL: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Bayes/>, Stand: 28.12.2025.

OECD (2025): AI adoption by small and medium-sized enterprises. URL: https://www.oecd.org/en/publications/2025/12/ai-adoption-by-small-and-medium-sized-enterprises_9c48eae6.html, Stand: 12.01.2026.

O'HAGAN, Clare. (2025): AI Large Language Models: new report shows small changes can reduce energy use by 90%. URL: <https://www.unesco.org/en/articles/ai-large-language-models-new-report-shows-small-changes-can-reduce-energy-use-90>, Stand: 13.01.2026.

OHLE, Nathan. (2025): Data Centers: The New Economic Development Gold Rush?. URL: <https://www.iedconline.org/news/2025/10/06/iedc-updates/data-centers-the-new-economic-development-gold-rush>, Stand: 13.01.2026.

OLJAKKA, Erno. (2026): AI Coaches in Video Games. URL: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/10024/228490/2/OljakkaErno.pdf>, Stand: 15.02.2026.

OMDENA (2025): Overcoming AI Adoption Challenges for SMEs in 2025. URL: <https://www.omdena.com/blog/overcoming-ai-adoption-challenges-for-smes-in-2025>, Stand: 15.01.2026.

ONLINE SICHERHEIT (2026): Neue Studie: KI-Chatbots als Alltagsbegleiter für Jugendliche. URL: <https://www.onlinesicherheit.gv.at/Services/News/Neue-Studie-KI-Chatbots-als-Alltagsbegleiter-fuer-Jugendliche.html>, Stand: .

ONLINE SICHERHEIT (2025): Sicherheitsrisiken bei KI-Agenten wie Microsoft 365 Copilot. URL: <https://www.onlinesicherheit.gv.at/Services/News/Sicherheitsrisiken-bei-KI-Agenten-wie-Microsoft-365-Copilot.html>, Stand: 10.02.2026.

ONLINE SICHERHEIT (2023): Smart-Home-Apps und ihre Kompatibilität. URL: <https://www.onlinesicherheit.gv.at/Services/News/Smart-Home-Apps.html>, Stand: .

OPENAI (2026): API Pricing. URL: <https://openai.com/api/pricing/>, Stand: 13.01.2026.

OPENAI (2025): Function calling. URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/function-calling>, Stand: 16.01.2026.

OPENAI (2026): Function Calling in the OpenAI API (Help). URL: <https://help.openai.com/en/articles/8555517-function-calling-in-the-openai-api>, Stand: 16.01.2026.

OPENAI (2024): Learning to reason with LLMs. URL: <https://openai.com/index/learning-to-reason-with-llms>, Stand: 15.01.2026.

PAYONG, Adrien. (2024): Using MAML with PyTorch on the MNIST dataset. URL: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/model-agnostic-meta-learning>, Stand: 14.01.2026.

PEYROLÓN, Pablo. (2020): Der Satz von Bayes: Wahrscheinlichkeitstheorie für Finanzen und Betriebswirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

PIXELFIELD (2025): Fine-Tuning vs Training From Scratch: What You Need to Know. URL: <https://pixelfield.co.uk/blog/fine-tuning-vs-training-from-scratch-what-you-need-to-know/>, Stand: 14.01.2026.

PLOENNIGS, Joern. (2026): Künstliche Neuronale Netze. URL: https://ml-book.ai4sc-lehre.auf.uni-rostock.de/lectures/16_Neural_Networks.html, Stand: 25.02.2026.

PRATER, Josephine. (2026): KI im Esport: vom Training bis zur Strategie. URL: <https://esportsinsider.com/de/ki-im-esport>, Stand: 15.02.2026.

PRICE, Jessica Taylor. (2024): How AI is changing gymnastics judging. URL: <https://www.technologyreview.com/2024/01/16/1086498/ai-gymnastics-judging-jss-world-championships-antwerp-paris-olympics/>, Stand: 07.02.2026.

PROSCHOFSKY, Andreas. (2025): Die Zukunft des Smart Home liegt in der Totalüberwachung. URL: <https://www.derstandard.at/story/3000000292427/die-zukunft-des-smart-home-liegt-in-der-totalueberwachung>, Stand: 03.01.2026.

PUNKTUM (2026): Machine Learning in der Sportanalyse: Daten in Performance umwandeln. URL: <https://punktum.net/de/insights/machine-learning-in-der-sportanalyse/>, Stand: 03.01.2026.

PUNKTUM (2026): Welchen Nutzen hat Computer Vision bei der Sportanalyse?. URL: <https://punktum.net/de/insights/welchen-nutzen-hat-computer-vision-bei-der-sportanalyse/>, Stand: 03.01.2026.

QWEN-TEAM. (2025): Qwen2.5 Technical Report. URL: <https://arxiv.org/abs/2412.15115>, Stand: 12.01.2026.

RADU, Jana. (2025): eSports-Analyse im KI-Zeitalter: Wie künstliche Intelligenz die Spielstrategie verändert. URL: <https://esportsinsider.com/at/esports-analyse-im-ki-zeitalter>, Stand: 16.02.2026.

RAJAEI, Maryam. (2024): Pose Estimation in Sports: Athletic Performance Analysis Using AI. URL: <https://saiwa.ai/blog/pose-estimation-in-sports/>, Stand: 03.01.2026.

REPLY (2025): Puma accelerates logistics innovation with GalILEA. URL: <https://www.reply.com/en/supply-chain-management/puma-accelerates-logistics-innovation-with-galilea>, Stand: 28.12.2025.

REUTERS (2025): Over 40% of agentic AI projects will be scrapped by 2027, Gartner says. URL: <https://www.reuters.com/business/over-40-agentic-ai-projects-will-be-scrapped-by-2027-gartner-says-2025-06-25/>, Stand: 16.01.2026.

SAP (2026): Team Liquid: Changing the game in esports data analytics with AI and SAP solutions. URL: <https://www.sap.com/asset/dynamic/2023/07/c4e4d3c9-807e-0010-bca6-c68f7e60039b.html>, Stand: 21.02.2026.

SCHAMKINA, Viktorija. (2025): KI im Sport: Ein wirtschaftlicher & technischer Überblick. URL: <https://www.itransition.com/de/ki/sports>, Stand: 03.01.2026.

SCHMIDT, Holger. (2025): Generative KI steigert Produktivität – wenn die Menschen wissen, was sie tun. URL: <https://www.faz.net/pro/digitalwirtschaft/zukunft-der-arbeit/generative-ki-steigert-produktivitaet-bis-zu-40-prozent-wenn-die-menschen-wissen-was-sie-tun-110553526.html>, Stand: 27.10.2025.

SCHNEPFLEITNER, Sabine. (2024): Einsatzfelder und Grenzen von KI in der Bildungsberatung. URL: <https://erwachsenenbildung.at/aktuell/nachrichten/19895-einsatzfelder-und-grenzen-von-ki-in-der-bildungsberatung.php>, Stand: 25.01.2026.

SCHULZE, Stefan. (2025): Adaptives Lernen: Was das ist & wie KI dabei unterstützt. URL: <https://masterplan.com/blog/adaptives-lernen>, Stand: 15.01.2026.

SCHWARTZ, Roy./DODGE, Jesse./SMITH, Noah A./ETZIONI, Oren. (2019): Green AI. URL: <https://arxiv.org/abs/1907.10597>, Stand: 13.01.2026.

SCHWARZ, Daniel. (2025): KI-Assistenten im Arbeitsalltag: 8 praktische Anwendungen. URL: <https://www.bitrix24.de/articles/ki-assistenten-im-arbeitsalltag-praktische-anwendungen.php>, Stand: 02.01.2026.

SE, Ksenia./VERT, Alyona. (2025): What is test-time compute and how to scale it?. URL: <https://huggingface.co/blog/Kseniase/testtimecompute>, Stand: 16.01.2026.

SEVILLA, Jaime./BESIROGLU, Tamay./COTTIER, Ben./YOU, Josh./ROLDÁN, Edu./VILLALOBOS, Pablo./ERDIL, Ege. (2024): Can AI scaling continue through 2030?. URL: <https://epochai.org/blog/can-ai-scaling-continue-through-2030>, Stand: 12.01.2026.

SHARP, Olivia. (2023): Harnessing Artificial Intelligence for Enhanced Decision-Making in Sports Project Management. URL: <https://ijetcsit.org/index.php/ijetcsit/article/download/79/59/123>, Stand: 19.02.2026.

SIEMENS (2026): Unlocking the Power of Generative AI – Siemens Industrial Copilot. URL: <https://www.siemens.com/de/de/unternehmen/insights/unlocking-the-power-of-generative-ai-siemens-industrial-copilot.html>, Stand: 12.01.2026.

SILVERSTEIN, Ken. (2025): As AI Booms, Data Centers May Create Electricity Scarcity Among Users. URL: <https://www.forbes.com/sites/kensilverstein/2025/12/15/as-ai-booms-data-centers-may-create-electricity-scarcity-among-users>, Stand: 13.01.2026.

SIMKUS, Julia. (2025): Myers-Briggs Type Indicator (MBTI). URL: <https://www.simplypsychology.org/the-myers-briggs-type-indicator.html>, Stand: 25.02.2026.

SINGH, Gagandeep. (2025): AI-powered anti-cheat engines: Real-time behavior analysis in distributed networks for competitive gaming integrity. URL: https://journalwjarr.com/sites/default/files/fulltext_pdf/WJARR-2025-1747.pdf, Stand: 27.10.2025.

SMART, Lauren./HSU, Sam. (2025): The AI-energy nexus will dictate AI's future. Here's why. URL: <https://www.weforum.org/stories/2025/12/ai-energy-nexus-ai-future>, Stand: 13.01.2026.

SOUAIFI, Marouen./DHAHBI, Wissem./JEBABLI, Nidhal./CEYLAN, Halil İbrahim./BOUJABLI, Manar./MUNTEAN, Raul Ioan./DERGAA, Ismail. (2025): Artificial Intelligence in Sports Biomechanics: A Scoping Review on Wearable Technology, Motion Analysis, and Injury Prevention. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40868401/>, Stand: 05.01.2025.

SPECIALIS (2025): KI-Assistenten: Digitale Helfer mit großem Potenzial für Unternehmen. URL: <https://www.specialis.at/post/ki-assistenten-digitale-helfer-mit-gro%C3%9Fem-potenzial-f%C3%BCr-unternehmen>, Stand: 11.01.2026.

SPEICHER, Marco. (2022): Gamification in der Fitness- und Gesundheitsbranche: Motivation durch spielerische Elemente. URL: <https://www.fitnessmanagement.de/gamification-fitness-gesundheit-motivation-mensch-maschine-praxis/>, Stand: 08.02.2026.

SQC. (2025): Building an AI Adoption Roadmap for SMEs: A Practical Guide to Implementation. URL: <https://www.sqcentre.com/blog/building-an-ai-adoption-roadmap-for-smes-a-practical-guide-to-implementation/>, Stand: 14.01.2026.

STANFORD HAI (2025): The 2025 AI Index Report. URL: <https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report>, Stand: 28.12.2025.

STANGL, Werner. (2026): Big-Five-Persönlichkeitsmodell. URL: <https://lexikon.stangl.eu/2532/big-five-persoenlichkeitsmodell>, Stand: 25.02.2026.

STANGL, Werner. (2026): Persönlichkeit nach Eysenck. URL: <https://lexikon.stangl.eu/120/persoenlichkeit-nach-eysenck>, Stand: 25.02.2026.

STANSBURY, Martin./MARCHESE, Kelly./HARDIN, Kate./AMON, Carolyn. (2025): Can US infrastructure keep up with the AI economy?. URL: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/data-center-infrastructure-artificial-intelligence.html>, Stand: 13.01.2026.

STATUP.GG (2025): Best League of Legends Apps: Top 10 Coaching Tools to Improve Faster. URL: <https://statup.gg/post/best-league-of-legends-apps-coaching-tools>, Stand: 15.02.2026.

STEINBERGER, Peter. (2026): OpenClaw, OpenAI and the future. URL: <https://steipete.me/posts/2026/openclaw>, Stand: 21.02.2026.

STUDYFLIX (2026): Nervenzelle. URL: <https://studyflix.de/biologie/nervenzelle-2737>, Stand: 25.02.2026.

TAFT, Molly./WIRED. (2025): How Much Water Do AI Data Centers Really Use?. URL: <https://undark.org/2025/12/16/ai-data-centers-water>, Stand: 13.01.2026.

TEKI, Sundeep. (2023): Knowledge Distillation: Principles, Algorithms, Applications. URL: <https://neptune.ai/blog/knowledge-distillation>, Stand: 13.01.2026.

TELEKOM (2024): Wie KI-Spracherkennung die digitale Barrierefreiheit verbessert – 10 kreative Einsatzmöglichkeiten. URL: <https://www.telekom-mms.com/blog/artikel/detail/wie-ki-spracherkennung-die-digitale-barrierefreiheit-verbessert-10-kreative-einsatzmoeglichkeiten>, Stand: 02.02.2026.

THACKER, Neil. (2024): KI-Assistenten: Neue Herausforderung für die Cybersicherheit. URL: <https://digitaleweltmagazin.de/ki-assistenten-neue-herausforderung-fuer-die-cybersicherheit/>, Stand: 12.01.2026.

THEBLUEAI (2024): Erkennung menschlicher Bewegungen mit KI-Technologie: Die Zukunft des Sporttrainings und der Verletzungsprävention. URL: <https://theblue.ai/blog-de/bewegungserkennung-ki-sport/>, Stand: 03.01.2026.

THOMAS, Rylan Mathews./FRANCIS, Jose V. (2025): The Evolution of Anti-Cheat Systems: A Literature Review of AI-Driven and Behavioral Approaches. URL: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.74611>, Stand: 27.10.2025.

TRAUNER (2026): Zentrale Fragen rund um das Thema Vertrauen in KI. URL: <https://www.trauner.at/sachbuch/news/interview-vertrauen-in-ki-prof-rene-riedl>, Stand: 25.02.2026.

UNIVERSITÄT WIEN (2026): KI gezielt steuern: Richtig prompten. URL: <https://studieren.univie.ac.at/umgang-mit-ki-im-studium/ki-und-wissenschaftliches-arbeiten-und-schreiben/ki-gezielt-steuern-richtig-prompten/>, Stand: 26.02.2026.

UNIVERSITÄTS SPITAL ZÜRICH (2026): Hirn, Gehirn – Aufbau, Funktion, Erkrankungen. URL: <https://www.usz.ch/organe/hirn-gehirn/>, Stand: 25.02.2026.

VASWANI, Ashish./SHAZEER, Noam./PARMAR, Niki./USZKOREIT, Jakob./JONES, Llion./GOMEZ, Aidan N../KAISER, Lukasz./POLOSUKHIN, Illia. (2023): Attention Is All You Need. URL: <https://arxiv.org/pdf/1706.03762>, Stand: 07.01.2026.

VERBRAUCHERPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG (2025): Smart Home – digitale Sprachassistenten beherrschen. URL: https://www.verbraucherportal-bw.de/Lde/Startseite/Verbraucherschutz/Smart+Home+_+digitale+Sprachassistenten+beherrschen, Stand: 10.02.2026.

WEINDL, Christian. (2025): Google Maps: So hilft KI-gestützte Spurführung bald beim Navigieren. URL: <https://t3n.de/news/google-maps-ki-gestuetzte-spurfuehrung-navigieren-1715165/>, Stand: 11.02.2026.

WETZEL, Lisa. (2025): KI und psychische Gesundheit: Chancen, Risiken und Perspektiven. URL: <https://ineko.de/blog/ki-und-psychische-gesundheit-chancen-risiken-und-perspektiven>, Stand: 25.02.2026.

WOLFE, Cameron R.. (2025): PPO for LLMs: A Guide for Normal People. URL: <https://cameronrwolfe.substack.com/p/ppo-llm>, Stand: 16.01.2026.

WOOD, Thomas. (2022): Wie ähnlich sind neuronale Netze unserem Gehirn?. URL: <https://fastdatascience.com/de/ki-in-der-forschung/wie-%C3%A4hnlich-sind-neuronale-netze-unserem-gehirn/>, Stand: 25.02.2026.

YANNAKAKIS, Georgios N./TOGELIUS, Julian. (2025): Artificial Intelligence and Games. Springer Nature Switzerland AG.

YAO, Shunyu./CAO, Yuan. (2022): ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models. URL: <https://research.google/blog/react-synergizing-reasoning-and-acting-in-language-models/>, Stand: 16.01.2026.

YAP, Greg./XIAO, Derek./HU, Johnny./SANDAY, JP./BEATTY, Croom. (2025): 2025: The State of AI in Healthcare. URL: <https://menlovc.com/perspective/2025-the-state-of-ai-in-healthcare>, Stand: 14.01.2026.

YEE, Lareina./CHUI, Michael./ROBERTS, Roger./SMIT, Sven. (2025): McKinsey technology trends outlook 2025. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/the-top-trends-in-tech>, Stand: 14.01.2026.

ZAHLBERGER, Daniela. (2025): Was sind KI-gestützte Lerntools?. URL: <https://ovosplay.com/was-sind-ki-gestuetzte-lerntools/>, Stand: 15.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 10. Recurrent Neural Networks. URL: https://d2l.ai/chapter_recurrent-neural-networks/index.html, Stand: 07.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 10.3. Long Short-Term Memory (LSTM). URL: https://d2l.ai/chapter_recurrent-modern/lstm.html, Stand: 07.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 12.1. Optimization and Deep Learning. URL: https://d2l.ai/chapter_optimization/optimization-intro.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 12.10. Adam. URL: https://d2l.ai/chapter_optimization/adam.html, Stand: 28.12.2025.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 12.3. Gradient Descent. URL: https://d2l.ai/chapter_optimization/gd.html, Stand: 28.12.2025.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 12.4. Stochastic Gradient Descent. URL: https://d2l.ai/chapter_optimization/sgd.html, Stand: 28.12.2025.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 14.1. Image Augmentation. URL: https://d2l.ai/chapter_computer-vision/image-augmentation.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 2.3. Linear Algebra. URL: https://d2l.ai/chapter_preliminaries/linear-algebra.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 2.6. Probability. URL: https://d2l.ai/chapter_preliminaries/probability.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J./WERNESSE, Brent./HU, Rachel. (2023): 22. Appendix: Mathematics for Deep Learning. URL: https://www.d2l.ai/chapter_appendix-mathematics-for-deep-learning/index.html, Stand: 23.09.2025.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 22.10. Statistics. URL: https://d2l.ai/chapter_appendix-mathematics-for-deep-learning/statistics.html, Stand: 28.12.2025.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 22.8. Distributions. URL: https://d2l.ai/chapter_appendix-mathematics-for-deep-learning/distributions.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 3.1. Linear Regression. URL: https://d2l.ai/chapter_linear-regression/linear-regression.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 5.1. Multilayer Perceptrons. URL: https://d2l.ai/chapter_multilayer-perceptrons/mlp.html, Stand: 28.12.2025.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 5.3. Forward Propagation, Backward Propagation, and Computational Graphs. URL: https://d2l.ai/chapter_multilayer-perceptrons/backprop.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 5.3.3. Backpropagation. URL: https://d2l.ai/chapter_multilayer-perceptrons/backprop.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 5.5. Generalization in Deep Learning. URL: https://d2l.ai/chapter_multilayer-perceptrons/generalization-deep.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 5.6. Dropout. URL: https://d2l.ai/chapter_multilayer-perceptrons/dropout.html, Stand: 05.01.2026.

ZHANG, Aston./LIPTON, Zachary C./LI, Mu./SMOLA, Alex J.. (2023): 7. Convolutional Neural Networks. URL: https://d2l.ai/chapter_convolutional-neural-networks/index.html, Stand: 07.01.2026.

ZOK, Mounir. (2026): 2025 Digital Trends in the Sports Industry Report. URL: <https://www.n3xtsports.com/wp-content/uploads/2025-Digital-Trends-in-the-Sports-Industry-Report.pdf>, Stand: 16.02.2026.