

Joachim Reinhart
Oliver Mayer
Christian Greiner

Künstliche Intelligenz entfesselt

**Potenziale, Risiken und
Umsetzungsstrategien für Unternehmen**

Zweite, vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage



VOGEL COMMUNICATIONS
GROUP

Impressum

Weitere Informationen:

www.vogel-professional-education.de

Lektorat: Guido Smets, Hamburg

ISBN 978-3-8343-3553-1

ISBN E-Book 978-3-8343-6334-3

2. Auflage. 2026

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Druck: WIRmachenDRUCK GmbH

Illerstraße 15, 71522 Backnang

Copyright 2021 by Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, Würzburg

Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

Max-Planck-Straße 7/9

97082 Würzburg

Tel.: +49 931 418-0

Fragen zur Produktsicherheit:

produktsicherheit@vogel.de

Vorwort

Hinweis zur zweiten Auflage

Diese zweite Auflage wurde inhaltlich umfassend überarbeitet und erweitert – unter anderem um ein neues Kapitel zur Zusammenarbeit von Menschen und KI-Systemen sowie vertiefende Inhalte zu großen Sprachmodellen. Insgesamt ist ihr Umfang gegenüber der ersten Auflage um rund ein Drittel gewachsen.

Das folgende Vorwort führt in die aktualisierte Perspektive dieses Buchs ein.

Vorwort zur zweiten Auflage

Seit der Veröffentlichung der ersten Auflage dieses Buchs im Frühjahr 2021 hat sich die Welt der Künstlichen Intelligenz (KI) mit atemberaubender Geschwindigkeit weiterentwickelt. Sprachmodelle wie ChatGPT, generative KI zur Bild- und Videoproduktion sowie autonome Agentensysteme sind längst nicht mehr nur ein Thema der Forschung und Entwicklung, sondern prägen zunehmend auch unseren Alltag, unsere Arbeitswelt – und unsere Vorstellung von der Zukunft.

Die Frage, „Wer wird gewinnen – Mensch oder Maschine?“, ist geblieben. Doch sie hat neue Facetten bekommen.

Unseres Erachtens geht es heute weniger um ein Gegeneinander als vielmehr um ein kluges Miteinander. Wie können wir das Zusammenspiel von Mensch und Maschine so gestalten, dass es unseren Werten entspricht und dem Erreichen unserer Ziele dient? Neben zahlreichen inhaltlichen Ergänzungen und Aktualisierungen – insbesondere zur Funktionsweise sowie den Möglichkeiten und Grenzen großer Sprachmodelle – haben wir dieser Entwicklung auch strukturell Rechnung getragen: Ein neues Kapitel widmet sich gezielt der Zusammenarbeit von Menschen und KI-Systemen. Dabei beleuchten wir nicht nur technologische Aspekte,



sondern auch psychologische, soziale und ethische Dimensionen. Denn am Ende geht es immer um den Menschen und seine Fähigkeit, Technologie sinnvoll in den eigenen Kontext zu integrieren.

Auch beschäftigt uns in diesem Zusammenhang eine weitere Frage: Wird es eine dritte Auflage geben? Werden wir in zehn Jahren überhaupt noch Bücher lesen und schreiben – oder werden immersivere Formate wie interaktive Filme, virtuelle Welten oder KI-generierte Realitäten das klassische Buch verdrängen?

Gerade deshalb haben wir uns bewusst für eine zweite, vollständig überarbeitete Buchauflage entschieden. Denn auch wenn sich Medienformate verändern, bleibt das Bedürfnis nach Orientierung, Reflexion und fundierter Information bestehen, und genau das möchten wir mit dieser Ausgabe bieten.

Unsere Grundhaltung ist geblieben: Wir wollen informieren, nicht missionieren. Wir möchten Ängste nehmen, ohne Risiken zu verschweigen. Und wir wollen Mut machen, die KI-Entwicklung aktiv mitzugestalten – in Unternehmen, Organisationen und der Gesellschaft insgesamt.

Gerade für Fach- und Führungskräfte im Mittelstand soll dieses Buch ein praxisnaher Kompass sein: für ein grundlegendes Verständnis von KI, für den bewussten Umgang mit ihren Grenzen und für den erfolgreichen Einsatz in der eigenen Organisation.

“

Nimm es so, wie es kommt, aber sorge dafür, dass es so kommt, wie du willst.“

(nach Epiktet, 55–135 n. Chr.)

Wir bedanken uns für das große Interesse an der ersten Auflage und freuen uns, Ihnen mit dieser erweiterten und aktualisierten Version erneut Impulse, Orientierung und Diskussionsstoff bieten zu können – ganz gleich, ob Sie das Buch gedruckt in der Hand halten oder digital lesen.

Ulm, im Herbst 2025

Joachim Reinhart, Christian Greiner und Oliver Mayer

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Inhaltsverzeichnis	9
Überblick	13
1 Grundlagen der Künstlichen Intelligenz	17
1.1 Begriffsklärung	17
1.2 Programmisierte und lernende Systeme	18
1.3 Mathematische Verfahren	25
1.4 Starke und schwache Künstliche Intelligenz	29
1.5 Kategorien Künstlicher Intelligenz	32
1.6 Zusammenfassung	40
2 Trends und Treiber	43
2.1 Technologische Trends und Treiber	43
2.1.1 Unbegrenzte Rechenleistung	44
2.1.2 Unbegrenzte Datenmengen	47
2.1.3 Unbegrenzte Algorithmen	50
2.2 Ökonomische Trends und Treiber	65
2.2.1 Unbegrenzte Umsätze	66
2.2.2 Unbegrenzte Investitionen	67
2.2.3 Unbegrenzte Anwendungsfälle	71
2.3 Zusammenfassung	75
3 Pilot oder Copilot? Unsere Zusammenarbeit mit KI-Systemen	77
3.1 Wie Menschen Entscheidungen treffen	78
3.1.1 Schnelles Denken, langsames Denken	78
3.1.2 Ursache-Wirkungs-Denken	84
3.2 Wie Maschinen Entscheidungen gemäß Entscheidungstheorie treffen	89
3.2.1 Entscheidungskategorien	89
3.2.2 Relevante Informationen	92

3.2.3	Verzerrungen	93
3.2.4	Begründung von Entscheidungen	95
3.2.5	Grenzen des Lernens	98
3.2.6	Zukunftsperspektiven	103
3.3	Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine: Pilot oder Copilot	105
3.4	Zusammenfassung	109
4.	Anwendungsfelder	111
4.1	Einzelzwecksysteme	114
4.2	Automatische Entscheidungssysteme	131
4.3	Autonome Roboter	141
4.4	Mehrzwecksysteme	167
4.4.1	ChatGPT-40 und die Möglichkeiten Generativer KI	167
4.4.2	Augmented Reality als Baustein des Metaverse	182
4.4.3	Digitale Assistenten	188
4.5	Trends und Perspektiven künftiger Anwendungen	195
4.5.1	Zunahme von Einzelzwecksystemen	195
4.5.2	Mehr Autonomie von KI-Systemen	196
4.5.3	Vielseitigere KI-Systeme in unterschiedlichen Umgebungen	196
4.5.4	Verkörperung von KI-Systemen durch Roboter	197
4.5.5	Zusammenfassung und Ausblick	198
4.6	Zusammenfassung	200
5	Risiken und Nebenwirkungen	201
5.1	Kurzfristige Risiken und Nebenwirkungen	202
5.1.1	Deepfakes	203
5.1.2	Fehlende Prognostizierbarkeit	204
5.1.3	Halluzinationen und Bias	207
5.1.4	Missbrauch	208
5.1.5	Urheberrechtliche Risiken	211
5.2	Mittelfristige Risiken und Nebenwirkungen	215
5.2.1	Arbeitslosigkeit: Sind wir diesmal die Pferde?	216
5.2.2	Verlust der Entscheidungsfähigkeit – der Mensch als Copilot?	219

5.2.3	Autonome Waffensysteme	221
5.2.4	Künstlich erzeugte Pandemie	225
5.3	Langfristige Risiken und Nebenwirkungen	227
5.4	Containment-Strategien	233
5.5	Zusammenfassung	236
6	Umsetzungsstrategien für Unternehmen	237
6.1	Die Innovationslandschaft	238
6.2	Potenziale erkennen	240
6.3	Machbarkeit prüfen	249
6.3.1	Vorbereiten	252
6.3.2	Nutzer verstehen	252
6.3.3	Lösungswege finden	253
6.3.4	Prototyp bauen	255
6.3.5	Annahmen prüfen	256
6.3.6	Lean Businessplan erstellen	259
6.3.7	Review durchführen	260
6.4	KI-Systeme technisch implementieren	263
6.4.1	Software agil und skalierbar entwickeln	263
6.4.2	Data Mining	266
6.4.3	Integration generativer KI in Unternehmensprozesse	273
6.5	Sozialpsychologische Implementierung von KI-Systemen	276
6.6	Rechtliche Implementierung von KI-Systemen	285
6.6.1	Datenschutz und Datensicherheit	286
6.6.2	Haftung und Produktsicherheit	288
6.6.3	Patentierbarkeit von KI-Systemen	290
6.6.4	KI-Systeme als Erfinder	293
6.6.5	Übersicht AI Act	296
6.7	KI-Systeme steuern	298
6.7.1	Ethische Leitlinien	299
6.7.2	Kennzahlen und Erklärbare KI	307
6.8	Zusammenfassung	309

7 Schlussbemerkung	311
Danksagung	317
Anhang: KI-Tool Datenbanken	319
Über die Autoren	321
Literaturverzeichnis	323
Bildverzeichnis	337
Tabellenverzeichnis	342
Stichwortverzeichnis	343

Überblick

Trotz des aktuellen Hypes um das Thema Künstliche Intelligenz zeigen Umfragen und persönliche Gespräche, dass die meisten Menschen kein realistisches Bild von den Fähigkeiten Künstlicher Intelligenz (KI) haben. So erwarten die einen wahre Wunder von KI-Systemen, während die anderen ihre Fähigkeiten deutlich unterschätzen. Das vorliegende Buch möchte einen sachlichen Beitrag dazu leisten, das Thema KI zu entmystifizieren und vor allem (mittelständischen) Unternehmen die Beschäftigung mit dem Thema nahelegen. Das Buch ist neben Vorwort und Zusammenfassung in sieben zusammenhängende Kapitel untergliedert.

Kapitel 1: Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Wir bezeichnen mit „Künstliche Intelligenz“ Systeme, die möglichst eigenständig Probleme lösen können. Die Vorstellung davon, welche Aufgaben KI-Systeme bearbeiten können, hat sich im Laufe der Zeit stark gewandelt. Wir betrachten KI-Systeme anhand von drei Kriterien: ihrer Lernfähigkeit, der Stärke ihrer Intelligenz (starke und schwache KI-Systeme) sowie der mathematischen Verfahren, die im Bereich Künstliche Intelligenz zum Einsatz kommen. Um KI-Systeme systematisch einzuordnen, ziehen wir zwei Dimensionen heran: ihre Selbstständigkeit und ihre Einsatzbreite. Die Selbstständigkeit beschreibt, wie autonom ein System handelt; die Einsatzbreite, ob es nur für eine Aufgabe oder vielseitig einsetzbar ist. Daraus ergeben sich vier Kategorien: Einzwecksysteme für spezifische Aufgaben, automatische Entscheidungssysteme für definierte Situationen, autonome Agenten mit Entscheidungsfreiheit in wechselnden Umgebungen und vielseitige Mehrzwecksysteme zur umfassenden Unterstützung des Menschen.

Kapitel 2: Trends und Treiber

KI-Systeme sind mittlerweile allgegenwärtig, beeinflussen unser Leben in vielfältiger Weise und generieren Umsätze in Milliardenhöhe. Die rasante Entwicklung wird vor allem durch technologische und ökonomische Trends vorangetrieben. Technologisch ermöglichen steigende Rechen- und Speicherkapazitäten, enorm wachsende Datenmengen als Lern- und Analysematerial heranzuziehen. Darüber hinaus unterstützen lernfähige Maschinen auf Basis künstlicher neuronaler Netze und großer Sprachmodelle immer komplexere

Anwendungen. Ökonomisch führen hohe Nutzenversprechen zu großen Umsatzerwartungen und ziehen Investitionen von Staaten, Unternehmen und Investoren in Forschung, Entwicklung sowie in Startups nach sich. Technologische Fortschritte und wirtschaftliche Erwartungen verstärken sich gegenseitig und machen KI zur Universaltechnologie mit nahezu unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten.

Kapitel 3: Pilot oder Copilot? Unsere Zusammenarbeit mit KI-Systemen

Wir beleuchten die Zusammenarbeit zwischen Mensch und KI und fragen, ob KI-Systeme künftig als Pilot oder Copilot agieren sollten. Ziel sollte es sein, die jeweiligen Stärken zu kombinieren und dadurch bessere Entscheidungen zu ermöglichen. Menschen treffen Entscheidungen auf Basis intuitiver und analytischer Prozesse, wobei kognitive Verzerrungen und Rauschen eine Rolle spielen. Ein besonderes Merkmal menschlicher Entscheidungsfindung ist das kausale Denken. KI-Systeme hingegen nutzen statistische Methoden und maschinelles Lernen, arbeiten meist (noch) korrelationsbasiert und sind anfällig für Verzerrungen in Daten und Modellen. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit erfordert klare Rollen, Transparenz und Erklärbarkeit. Besonders in komplexen oder ethisch sensiblen Situationen bleibt menschliches Urteilsvermögen unverzichtbar.

Kapitel 4: Anwendungsfelder

Über zwanzig ausgewählte Beispiele und Szenarien aus verschiedenen Branchen sollen dabei helfen, die Bandbreite der Möglichkeiten von KI-Systemen realistisch einschätzen zu können und über Einsatzmöglichkeiten von KI-Systemen im eigenen Umfeld nachzudenken. In diesem Kapitel vertiefen wir die bereits in Kapitel 1 vorgestellte Klassifikation von KI-Systemen, indem wir für jede der vier Kategorien – Einzwecksysteme, automatische Entscheidungssysteme, autonome Roboter und Mehrzwecksysteme – konkrete Beispiele, Anwendungsszenarien und Best Practices beschreiben. Dabei werden sowohl bekannte als auch weniger verbreitete Lösungen vorgestellt. Zusätzlich liefert das Kapitel zentrale Take-Aways für Unternehmen.

Allen Beispielen ist gemeinsam, dass sie entweder auf dem Markt verfügbar sind oder sich in der fortgeschrittenen Entwicklung befinden. Ein Ausblick

zeigt: In Zukunft wird mit einer Zunahme spezialisierter Systeme, wachsender Autonomie sowie der physischen Umsetzung von KI-Systemen mit Robotern gerechnet – Entwicklungen, die Chancen eröffnen, aber auch neue Risiken mit sich bringen.

Kapitel 5: Risiken und Nebenwirkungen

Den hohen Erwartungen an KI-Systeme stehen Risiken gegenüber, die die erhoffte Entwicklung hemmen können.

Wir behandeln diese Risiken und Nebenwirkungen entlang dreier zeitlicher Dimensionen. Kurzfristig stehen bereits eingesetzte Systeme im Fokus, die durch Spezialisierung und begrenzte Vielseitigkeit Probleme wie Verzerrungen, Halluzinationen oder Missbrauch aufwerfen. Mittelfristig bergen vielseitige und (teil-)autonome Systeme wie autonome Mehrzweck-KIs schwerer kontrollierbare Risiken – etwa durch Entscheidungsverlust, Arbeitslosigkeit oder den Einsatz in Waffensystemen. Langfristig geht es um existenzielle Gefahren durch Allgemeine Künstliche Intelligenz oder gar die Entstehung einer Superintelligenz, deren überlegene Problemlösungsfähigkeiten potenziell zu völligem Kontrollverlust führen könnten. Vier Zukunftsszenarien verdeutlichen mögliche Rollen des Menschen im Zusammenleben mit solchen Systemen. Abschließend stellen wir in diesem Kapitel technische, regulatorische und gesellschaftliche Strategien zur Risikobegrenzung vor.

Kapitel 6: Umsetzungsstrategien für Unternehmen

Datengetriebene Geschäftsmodelle in Kombination mit Künstlicher Intelligenz wirbeln Branchen durcheinander. Wer überleben will, muss sich anpassen. In diesem Kapitel zeigen wir Strategien zur Umsetzung von KI-Systemen in Unternehmen. Wir beginnen mit einem Überblick über neue datengetriebene Geschäftsmodelle, die durch KI ermöglicht und ganze Branchen verändert werden. Zur Identifikation geeigneter Potenziale für KI-Systeme im eigenen Unternehmen empfehlen wir fünf bewährte Methoden: Benchmarking, Prozessanalysen, die Customer Journey, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungshebel. Unterstützend dienen Templates zur strukturierten Darstellung von Use Cases. Zur Prüfung der Machbarkeit dieser Use Cases wenden wir ein agiles, iteratives Vorgehen an, das Methoden wie Design Thinking und TRIZ integriert. Damit

können wir schnell und günstig das technisch Machbare mit dem Gewünschten und gleichzeitig Rentablen unter einen Hut bringen (Fail Fast).

Bei einem positiven Ergebnis der Machbarkeitsprüfung erfolgt die technische Umsetzung. Sie umfasst Data Mining (z. B. nach CRISP-DM), skalierbare Softwareentwicklung (z. B. mit SAFe) und Systemintegration. Weil die technische Implementierung im Vergleich zur sozialpsychologischen Implementierung häufig das geringere Problem darstellt, legen wir einen weiteren Fokus auf die Nutzerakzeptanz: Das hier vorgestellte Lebensraummodell hilft, individuelle Nutzenpotenziale und Barrieren wie Vertrauensdefizite zu erkennen. Im Anschluss daran behandeln wir rechtliche Aspekte wie Datenschutz, Produkthaftung und den EU AI Act. Abschließend zeigen wir, wie Unternehmen KI-Systeme mit Kennzahlen und ethischen Leitlinien steuern können – etwa durch vorausschauende Indikatoren und klare ethische Anforderungen an Entwicklung und Nutzung.

Kapitel 7: Schlussbemerkung

Den Abschluss bildet ein letzter Steckbrief eines KI-Systems gemeinsam mit einem kurzen Fazit und dem Aufruf, sich dem Thema Künstliche Intelligenz mit kritischer Neugier zu stellen.

1 Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

1.1 Begriffsklärung

Geprägt wurde der Begriff „Artificial Intelligence“ (Künstliche Intelligenz) als Teilgebiet der Informatik bereits 1956 während einer inzwischen legendären Konferenz am Dartmouth College in New Hampshire. Teilnehmer waren unter anderen Marvin Minski und John McCarthy, zwei der Gründerväter der Künstlichen Intelligenz.

Nach euphorischen Anfängen stießen Forschung und Entwicklung Mitte der 70er-Jahre an Grenzen, die vor allem fehlenden Rechenkapazitäten geschuldet waren. Dies änderte sich Mitte der 90er-Jahre und mit dem Sieg des IBM-Computers Deep Blue gegen den damaligen Schachweltmeister Kasparow wurde Künstliche Intelligenz wieder ein auch in der breiten Öffentlichkeit viel diskutiertes Thema ([3] S. 9). Seitdem eilt die Künstliche Intelligenz von Erfolg zu Erfolg, getrieben von exponentiellen Entwicklungen in der Technologie, neuen Verfahren und der Verfügbarkeit von Daten.

Was aber versteht man unter dem Begriff „Künstliche Intelligenz“ jenseits von konkreten Anwendungen? Eine allgemeine Definition ist derzeit nicht verfügbar ([2] S. 1). Wir bezeichnen mit Künstlicher Intelligenz Systeme, die möglichst eigenständig Aufgaben lösen können, indem sie die beste mögliche Aktion in einer bestimmten Situation wählen ([2] S. 34). Welche Fähigkeiten ein solches System benötigt, das möglichst eigenständig Aufgaben lösen soll, hängt davon ab, in welchem Umfeld es sich befindet.

Die Maus in Bild 1.1 verhält sich demnach optimal, wenn sie den Weg zum Käse selbstständig findet – entweder durch das Labyrinth hindurch oder außen herum.

Im Lauf der Zeit haben sich die Erwartungen an Art und Umfang der durch KI-Systeme lösbar Aufgaben deutlich verändert: Mitte der 60er-Jahre des letzten Jahrhunderts entsprachen die damals neu auf den Markt gekommenen

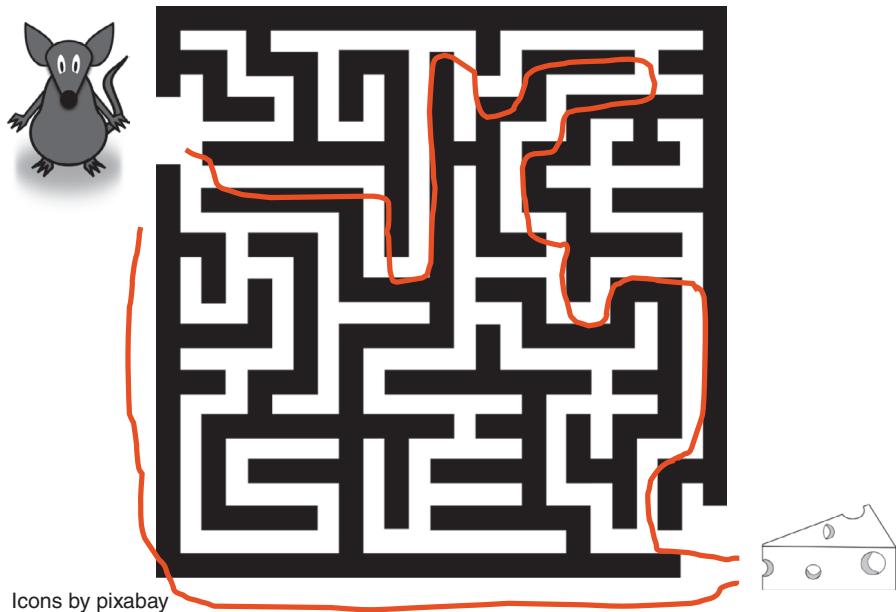


Bild 1.1 Aufgabe von Künstlicher Intelligenz ist das Lösen von Aufgaben

Taschenrechner den Vorstellungen hochentwickelter Künstlicher Intelligenz. Heute haben sich die meisten Menschen an Taschenrechner gewöhnt, während die Erwartungen an KI-Systeme deutlich gestiegen sind: Als heutige „Taschenrechner“ gelten Gesichtserkennungssysteme und autonome Fahrzeuge [4]. Oder anders gesagt: Sobald es funktioniert, gilt es nicht mehr als Künstliche Intelligenz (McCorducks Diktum) [1].

Im Folgenden betrachten wir drei Kriterien für KI-Systeme etwas genauer:

- Lernfähigkeit
- verwendete mathematische Verfahren
- Stärke der Intelligenz

1.2 Programmierte und lernende Systeme

Ein fest programmiertes System (auch einfacher Agent genannt) kann seine Aktionen nicht durch Erfahrungen verändern, es reagiert immer gleich. Wie in Bild 1.2 gezeigt, nimmt es seine Umgebung über Sensoren (z. B. eine Kamera)

wahr und führt anhand vorgegebener Regeln mithilfe von sogenannten Aktuatoren (z. B. Greifarme, Räder etc.) bestimmte Aktionen durch ([5] S. 77).

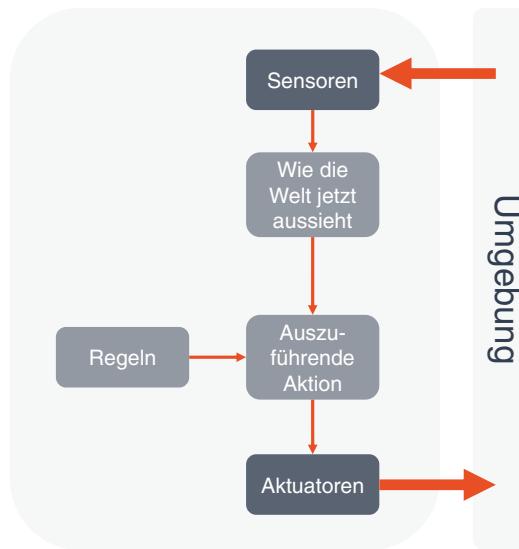
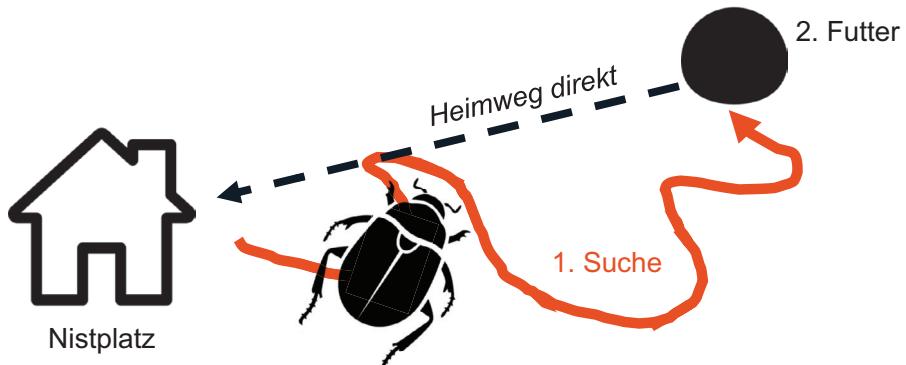


Bild 1.2 Struktur eines einfachen Agenten (Quelle: in Anlehnung an [5] S. 79)

Solch einem System entsprechen die meisten klassischen Softwareprogramme. Zur Erläuterung betrachten wir ein Beispiel aus der Biologie, also im Gegensatz zu einer künstlichen, menschengemachten Intelligenz eine natürliche, durch die Evolution entstandene Intelligenz: einen Mistkäfer, der seinen Weg nach Hause sucht [6].

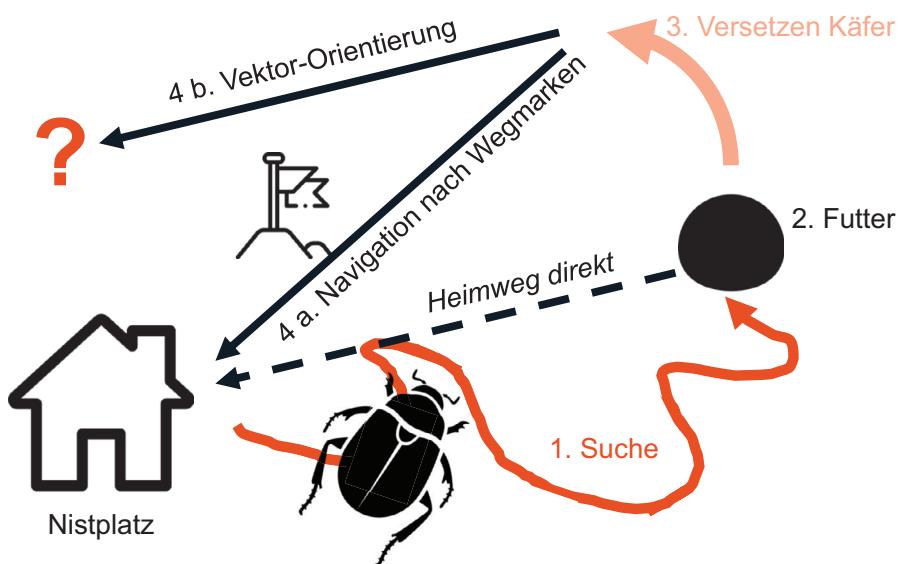
Ausgangspunkt unseres Systems ist der Nistplatz des Mistkäfers (Bild 1.3), den er auf einem gewundenen Pfad verlässt, um nach Futter zu suchen (eine Aktion). Sobald er Futter gefunden hat, kehrt er mit einer weiteren Aktion geradewegs zum Nest zurück. Er weiß genau, wo sein Zuhause ist und nimmt den direkten Heimweg.

Wie macht er das? Es sind verschiedene Methoden denkbar, mit denen der Käfer diese Aufgabe bewerkstelligt. Zwei Möglichkeiten kann man testen, indem man den Käfer auf einen neuen Platz versetzt, sobald er an der Futterstelle ist (Bild 1.4).



Icons made by freepiks from flaticon.com

Bild 1.3 Ein Mistkäfer, der Futter sucht und dann nach Hause zurückkehrt



Icons made by freepiks from flaticon.com

Bild 1.4 Versetzt man den Mistkäfer, findet er den Weg nicht mehr zurück.

Wenn er Wegmarken benutzt, wird er auch so nach Hause finden. Benutzt er die sogenannte Vektororientierung – zählt er also in jedem Wegabschnitt des Hinwegs seine Schritte und bestimmt seine Richtung – wird er nach dem Versetzen nicht nach Hause finden, sondern an einer falschen Stelle enden.

2 Trends und Treiber

Die ersten Anwendungen von KI-Systemen, die Bekanntheit erlangt haben, waren sogenannte „Expertensysteme“, also Systeme, die eine genau definierte Aufgabe lösen sollten. Allerdings konnten sie zunächst einen großen Teil der in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen. Dies änderte sich, als immer größere Rechenkapazitäten zur Verfügung standen. Mittlerweile sind KI-Systeme allgegenwärtig – wie etwa auf unseren Smartphones – und beeinflussen bemerkt oder unbemerkt unser Leben. KI-Systeme generieren bereits Umsätze in Milliardenhöhe und locken immense Forschungs- und Entwicklungsgelder an.

Die wichtigsten Treiber dieser Entwicklung sehen wir in technologischen ([Kap. 2.1](#)) und ökonomischen ([Kap. 2.2](#)) Trends. Im Folgenden stellen wir diese Trends und Treiber vor.

Eine besondere Rolle spielt die Möglichkeit, durch eine Zusammenarbeit von Menschen und KI-Systemen Entscheidungen zu verbessern. Wegen ihrer Bedeutung widmen wir dieser Zusammenarbeit ein eigenes Kapitel ([Kap. 3](#)).

2.1 Technologische Trends und Treiber

Wie bereits in [Kap. 1](#) erwähnt, sind die wichtigsten Treiber der Entwicklung immer umfangreicherer KI-Systeme vor allem die folgenden technologischen Trends:

- steigende **Rechen- und Speicherkapazitäten**,
- enorm wachsende **Datenmengen** als Lern- und Analysematerial,
- die Entwicklung **lernender Maschinen** auf Basis künstlicher neuronaler Netze.

Im Folgenden stellen wir zum besseren Verständnis der bisherigen und künftigen Entwicklung von Künstlicher Intelligenz diese drei Treiber vor.

2.1.1 Unbegrenzte Rechenleistung

Wir verstehen unter „Computing Power“ die Datenverarbeitungsgeschwindigkeit, also die Berechnungen eines Computers pro Zeiteinheit. Die Zunahme der Datenverarbeitungsgeschwindigkeit eines durchschnittlichen 1 000-Dollar-Rechners in den letzten Jahrzehnten wurde lange mit dem sog. „Moore-schen Gesetz“ beschrieben. Mit dieser Faustformel beschrieb Gordon Moore 1965, dass sich die Leistungsfähigkeit von integrierten Schaltkreisen etwa alle eineinhalb bis zwei Jahre verdoppelt [14]. Er führte dies ursprünglich auf die Komponentenanzahl in einem Schaltkreis [15] zurück, später dann auf die Transistoranzahl. Daneben wird die Rechenleistung auch von anderen Phänomenen wie etwa dem Dennards Scaling bestimmt [13]. Das „Moore-sche Gesetz“ war erstaunlich lange gültig. Die Verdoppelung der Rechenleistung (ab Mitte der 80er-Jahre mit 52 % Wachstum p. a. wie in Bild 2.1 dargestellt) hat sich allerdings zuletzt deutlich verlangsamt, die aktuellen Technologien stoßen an physikalische Grenzen.

Derzeit beträgt die jährliche Zunahme bei Universalprozessoren (Central Processing Units, CPU) nur noch 3 % [16]. Bild 2.1 zeigt die Entwicklung der Rechenleistung von CPU im Vergleich zu speziellen Prozessoren am Beispiel

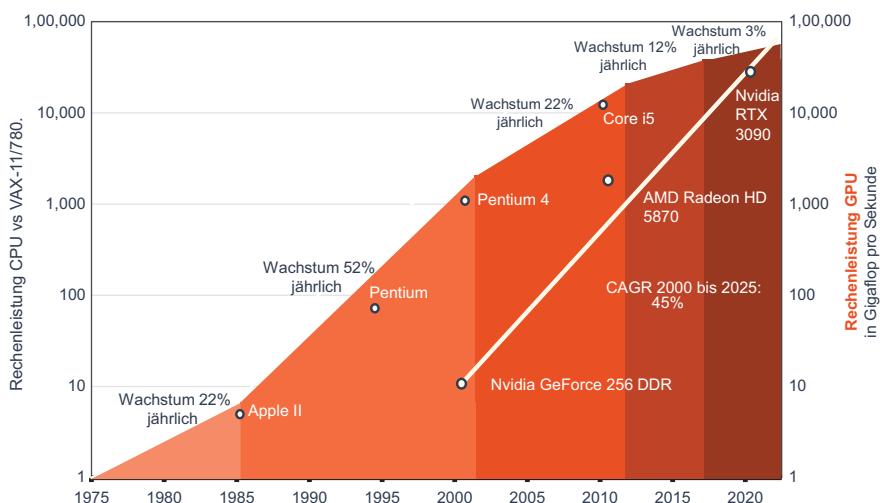


Bild 2.1 Entwicklung der Rechenleistung von Universalprozessoren und speziellen Prozessoren (Quelle: in Anlehnung an [16])

3 Pilot oder Copilot? Unsere Zusammenarbeit mit KI-Systemen

Die Integration von künstlicher Intelligenz (KI) in unser Leben wirft zunehmend Fragen zur Zusammenarbeit zwischen Menschen und KI-Systemen auf. Ist die KI der Pilot oder der Copilot, der unterstützend zur Seite steht? Diese Frage ist entscheidend für die Gestaltung zukünftiger Arbeitsumgebungen. Die Zusammenarbeit zwischen Menschen und KI erfordert ein tiefes Verständnis der Stärken und Schwächen beider Partner, um Synergien zu schaffen, die weder Mensch noch Maschine allein erreichen könnten ([2] S. 1058).

Frühe Vorstellungen von KI, z. B. Charaktere wie Commander Data aus „Star Trek“ oder HAL 9000 aus „2001: Odyssee im Weltraum“, spiegelten die Erwartung wider, dass KI-Systeme durch überragende Logik und emotionslose Effizienz glänzen würden. In der Realität arbeiten viele moderne KI-Systeme vorwiegend mit Korrelationen, nicht mit kausaler Logik. Diese Systeme erkennen Muster in großen Datenmengen und treffen darauf basierend Voraussagen, was in Bereichen wie Mustererkennung, Sprachverarbeitung und autonomem Fahren zu beeindruckenden Erfolgen geführt hat. Dennoch stoßen sie oft an Ihre Grenzen, wenn es um das Verständnis kausaler Zusammenhänge geht ([2] S. 1058).

Nach unserer Auffassung sind KI-Systeme dazu geschaffen, Probleme zu lösen (vgl. [Kap. 1, Bild 1.1](#)), indem sie die bestmögliche Aktion in einer bestimmten Situation wählen. Dazu sind zwangsläufig Entscheidungen zu treffen. Auch das menschliche Gehirn ist darauf ausgelegt, Entscheidungen zu treffen, allerdings mit großen Unterschieden zu der Art und Weise, wie KI-Systeme dies heute machen. Deshalb beschreiben wir in diesem Kapitel, wie Menschen ([Kap. 3.1](#)) und Maschinen ([Kap. 3.2](#)) Entscheidungen treffen, wo Unterschiede und Gemeinsamkeiten liegen und wie die Unterschiede gehandhabt werden können. Denn letztendlich soll eine Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine Entscheidungen verbessern. Wie diese Zusammenarbeit aussehen könnte, skizzieren wir anschließend ([Kap. 3.3](#)). Eine Zusammenfassung ([Kap. 3.4](#)) schließt das Kapitel ab.



Ein Hinweis an die Leser: Detaillierte Fallstudien, ethische Überlegungen und anwendungsbezogene Herausforderungen werden an anderer Stelle dieses Buches ausführlich behandelt.

3.1 Wie Menschen Entscheidungen treffen

Die menschliche Fähigkeit, richtige Entscheidungen zu treffen, ist begrenzt. Erwachsene Menschen treffen täglich rund 20 000 Entscheidungen, wenige große und viele kleine, die meisten davon unbewusst [31]. Ihnen stehen zwei grundsätzliche Möglichkeiten offen, Entscheidungen zu treffen. Eine Möglichkeit besteht darin, bewusst abzuwägen. Ein Manager würde sich demnach seine eigenen Ziele, Handlungsmöglichkeiten und Barrieren bewusst machen, Vor- und Nachteile sorgfältig abwägen und nach dem besten Gesamtergebnis entscheiden. Dieser Prozess entspricht weitgehend der Nutzen- bzw. Entscheidungstheorie (siehe [Kap. 3.2 „Wie Maschinen Entscheidungen treffen“](#)) und dem menschlichen Selbstbild. Auf diesen Prozess gehen wir in diesem Abschnitt nur am Rande ein, er wird im folgenden Abschnitt ausführlich behandelt. Mit dem „schnellen Denken“ ist er aber nur ein Teil der Wahrheit, wie wir im Folgenden darlegen werden.

Außerdem gehen wir in diesem Abschnitt darauf ein, dass Menschen ein tief verwurzeltes Ursache-Wirkungs-Denken haben, während viele KI-Systeme hauptsächlich mit Korrelationen arbeiten [90]. Dieses Verständnis von Kausalität ist grundlegend für fundierte Entscheidungen und die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine. Ein historisches Beispiel ist die Entdeckung des Zusammenhangs zwischen Vitamin C und der Heilung von Skorbut, die zeigt, wie kausales Denken kurzfristig Lösungen verhindert, aber langfristig zu Lösungen führen kann.

3.1.1 Schnelles Denken, langsames Denken

Daniel Kahneman beschreibt, dass Menschen Entscheidungen mit zwei Systemen treffen: System 1 (schnelles, automatisches Denken) und System 2 (langsames, bewusstes Denken) ([32] S. 33). Diese duale Denkweise beeinflusst die Interaktion mit KI-Systemen erheblich. Während System 1 schnell und intuitiv arbeitet, kann es fehleranfällig sein. System 2 hingegen ist analytisch und gründlich, aber langsamer und ressourcenintensiver.

4. Anwendungsfelder

KI-Systeme steuern Lagerhäuser, schlagen Songs und Filme vor, die uns gefallen könnten, verwalten die Lebensdauer der Akkus in unseren Smartphones, optimieren Schifffahrtsrouten, steuern den Verkehrsfluss in Städten, erkennen Betrug und schreiben Geschichten. Sie können Risse in Wasserleitungen erkennen und Krankheiten diagnostizieren.

KI-Systeme sind mittlerweile fast überall zu finden: in Schulen, Krankenhäusern, Büros, zu Hause und in Gerichten. Wissentlich oder unwissentlich interagieren wir alle mehrmals täglich mit ihnen.

In diesem Kapitel stellen wir rund zwanzig ausgewählte Beispiele und Szenarien aus den vier in Kapitel 1 dargestellten Kategorien (siehe [Bild 1.12](#)) vertieft vor. Diese Beispiele sollen Ihnen dabei helfen:

- die Bandbreite der Möglichkeiten aktueller und sich derzeit in der Entwicklung befindlicher KI-Systeme realistischer einzuschätzen,
- über Einsatzmöglichkeiten von KI-Systemen in Ihrem eigenen Umfeld nachzudenken.

Die vorgestellten Beispiele decken zwar eine Vielzahl von Anwendungsfeldern ab (siehe [Bild 4.1](#)), erheben aber keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. Sie illustrieren, wie KI-Technologien in unterschiedlichen Bereichen bereits heute eingesetzt werden oder in naher Zukunft eingesetzt werden könnten.

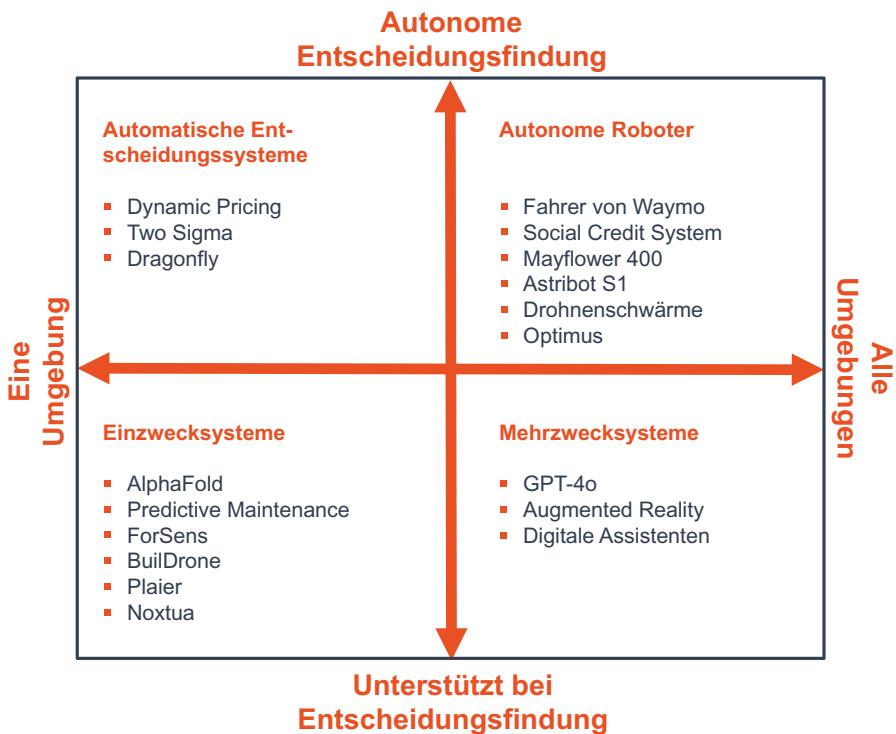


Bild 4.1 Ausgewählte Beispiele zu den jeweiligen Kategorien, Erläuterungen im Text

Zur Erinnerung: Die vier Kategorien ergeben sich aus den beiden wichtigsten Eigenschaften von KI-Systemen polarisierend auf zwei Achsen:

- der **Selbstständigkeit des Systems bei Entscheidungen**, mit den beiden Polen „unterstützt bei Entscheidungsfindung“ einerseits und „autonome Entscheidungsfindung“ andererseits (vergleiche [Bild 1.13](#) zu den Abstufungen zwischen den Polen).
- der Anzahl der **möglichen Umgebungen, in denen das System operieren kann**. Die beiden Pole sind hier „eine Umgebung“ und „alle Umgebungen“ (vergleiche [Bild 1.14](#) zu den Abstufungen zwischen den Polen).

5 Risiken und Nebenwirkungen

Künstliche Intelligenz (KI) eröffnet zahlreiche Chancen, birgt jedoch auch erhebliche Risiken und Nebenwirkungen, die von kurzfristigen Fehlfunktionen bis hin zu existenziellen Bedrohungen reichen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist es entscheidend, sie systematisch zu identifizieren, einzuordnen und geeignete Maßnahmen zu entwickeln.

Das AI Risk Repository bietet hierzu eine umfassende Grundlage, indem es über 700 dokumentierte Risiken von KI-Systemen systematisiert und analysiert [119] [120].

Dieses Kapitel greift ausgewählte Risiken auf und strukturiert sie entlang von Zeithorizonten und Entwicklungsstufen der KI (siehe Bild 1.14). Dabei werden drei Risikodimensionen beleuchtet (siehe Bild 5.1):

Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig
<ul style="list-style-type: none">▪ Deepfakes▪ Prognostizierbarkeit▪ Halluzinieren und Bias▪ Missbrauch▪ Copyright	<ul style="list-style-type: none">▪ Arbeitslosigkeit▪ Verlust der Entscheidungsfähigkeit▪ Autonome Waffensysteme▪ Künstlich erzeugte Pandemie	<ul style="list-style-type: none">▪ Superintelligenz▪ Mögliche Rollen des Menschen 

Bild 5.1 Überblick zu den ausgewählten Risiken und Nebenwirkungen von KI-Systemen entlang des Zeithorizonts (Quelle: mit Chat DALL-E generierte Darstellung)

- **Kurzfristige Risiken** betreffen aktuelle KI-Systeme (bis Stufe 3), die in Bereichen wie Verkehr und Medizin bereits im Einsatz sind (vergleiche Kap. 4). Ihre Spezialisierung und begrenzte Vielseitigkeit führen zu spezifischen Herausforderungen wie Bias, Halluzinationen oder Missbrauch.

- **Mittelfristige Risiken** umfassen die Gefahren autonomer Mehrzwecksysteme (Stufe 4), die durch ihre Vielseitigkeit und teilweise Autonomie schwerer kontrollierbar werden. Hierzu zählen unter anderem der Verlust der Entscheidungsfähigkeit und die Gefahr durch autonome Waffensysteme.
- **Langfristige Risiken** beziehen sich auf Allgemeine Künstliche Intelligenz (Stufe 5), deren menschenähnliche oder überlegene Problemlösungsfähigkeiten existenzielle Bedrohungen durch Kontrollverlust oder unvorhersehbare Zielsetzungen bergen. Vier Szenarien von sehr unterschiedlicher Ausrichtung in [Abschnitt 5.3](#) skizzieren mögliche Rollen der Menschheit im Zusammenleben mit solchen KI-Systemen.
- In [Abschnitt 5.4](#) werden **Containment-Strategien** vorgestellt, die technische, regulatorische und gesellschaftliche Maßnahmen zur Risikominimierung umfassen.
- Eine abschließende **Zusammenfassung** ([Abschnitt 5.5](#)) bietet eine konsolidierte Übersicht über die zentralen Erkenntnisse und Handlungsfelder.

Ziel dieses Kapitels ist es, nicht nur ein Bewusstsein für die vielfältigen Risiken von KI-Systemen zu schaffen, sondern auch Wege aufzuzeigen, wie diese durch proaktive Maßnahmen verantwortungsvoll gestaltet werden können.

5.1 Kurzfristige Risiken und Nebenwirkungen

Die digitale Assistentin von Philip H. aus unserem Beispiel in [Kap. 4.4.3](#) genießt sein volles Vertrauen. Dieses Vertrauen ist Grundlage der Zusammenarbeit, wie Vertrauen Grundlage jeder Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine ist. Manchmal muss dieses Vertrauen jedoch erst verdient werden, denn vorhandene Risiken können Vertrauen zerstören und dadurch den Einsatz von KI-Systemen durch fehlende Akzeptanz hemmen.

Aktuelle KI-Systeme bis einschließlich Stufe 3 bergen eine Reihe von Risiken, die bereits heute spürbar sind. Folgende Risiken stellen wir in diesem Abschnitt vor: **Deepfakes**, die zur Verbreitung von Desinformation und Manipulation genutzt werden können, Probleme mit der **Prognostizierbarkeit**, da viele KI-Modelle komplexe Entscheidungen treffen, die für Entwickler und Nutzer schwer nachvollziehbar sind. **Halluzinationen** und **Bias** stellen weitere Risiken dar, wenn KI-Systeme falsche oder verzerrte Informationen generieren

6 Umsetzungsstrategien für Unternehmen

”

**Der Pessimist klagt über den Wind, der Optimist hofft,
dass der Wind sich dreht und der Realist hisst die Segel.**

(Adolphus William Ward, britischer Historiker, 1837 – 1924)

Wie kann man die Einführung von KI-Systemen im eigenen Unternehmen umsetzen? Dieser Frage gehen wir in diesem Kapitel nach.

- Im ersten Abschnitt (Kap. 6.1) geben wir einen Überblick zu verschiedenen Arten von Innovationen, die Künstliche Intelligenz Realität werden lassen.
- Um die systematische Identifikation von Potenzialen für KI-Systeme im eigenen Unternehmen geht es in Kap. 6.2.
- Im dritten Abschnitt (Kap. 6.3) zeigen wir mit einem Design-Thinking-Ansatz, wie es schnell und günstig gelingen kann, das technisch Machbare mit dem Gewünschten und gleichzeitig Rentablen unter einen Hut zu bringen.
- Auf die technische Implementierung und die damit verbundenen Themen Data Mining, Skalierung, Systemintegration und Softwareentwicklung gehen wir im vierten Abschnitt (Kap. 6.4) ein.
- Der fünfte Abschnitt legt den Fokus auf die soziale Implementierung. Dort stellen wir eine Methode vor, die Akzeptanz von KI-Systemen zu analysieren und zu gestalten (Kap. 6.5).
- Die rechtliche Seite der Implementierung von KI-Systemen betrachten wir im sechsten Abschnitt (Kap. 6.6) mit den Themen Datenschutz und -sicherheit, Produkthaftung und Patentierbarkeit. Zusätzlich geben wir einen kurzen Überblick zum AI Act der EU.
- Möglichkeiten zur Steuerung von KI-Systemen mittels Kennzahlensystemen und ethischen Leitlinien stellen wir im Kap. 6.7 vor.

Das Vorgehen bei der Umsetzung im Überblick zeigt Bild 6.1. Der Start erfolgt links mit „Potenziale erkennen“, also Ideen entwickeln, anschließend ihre Machbarkeit prüfen (technisch, ökonomisch und hinsichtlich ihrer

Akzeptanz), als großer Block danach Entwicklung und Implementierung der Systeme mit Schwerpunkten auf Daten, die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine und die Berücksichtigung rechtlicher Aspekte. Abschließend ganz rechts als Daueraufgabe die technische, ethische und ökonomische Steuerung nach Inbetriebnahme.

Potenziale erkennen	Machbarkeit prüfen	Implementierung	KI-System steuern
In einer Innovationswerkstatt werden systematisch maßgeschneiderte Anwendungsfälle mit Mehrwert entwickelt.	Die erarbeiteten Anwendungsfälle werden einer Machbarkeitsprüfung unterzogen. Ziel ist es, das technisch Machbare mit dem vom Nutzer Gewünschten und dem Rentablen unter einen Hut zu bringen.	Trainieren und testen des KI-Systems mit den aufbereiteten Daten und Integration in die Prozesse. Wichtig sind die Mensch-Maschine-Interaktion als zentraler Erfolgsfaktor, aber auch die rechtlichen Aspekte der Implementierung.	Die Herstellung von Transparenz rund um das KI-System: Schwerpunkte sind Erfolgskontrollen, Lern- und Verbesserungsprozesse sowie ggf. die Überwachung der Einhaltung ethischer Leitlinien.
Methodisch werden zum Beispiel Customer Journeys, Prozessanalysen, Benchmarks, Geschäftsmodelle genutzt. Kapitel 6.2	Hier bedient man sich des Werkzeugkastens des Design Thinking.	Data Mining, agile Softwareentwicklung und sozial-psychologische Werkzeuge. Kapitel 6.4, 6.5 und 6.6	Unter anderem kommen Controlling Systeme, Erklärbare KI-Systeme und Ethik-by-Design zum Einsatz. Kapitel 6.7

Bild 6.1 Ein bewährtes Vorgehen für KI-Systeme mit Mehrwert

6.1 Die Innovationslandschaft

Künstliche Intelligenz wird zahlreiche Innovationen ermöglichen. Unternehmen müssen sich damit in einer neuen Landschaft zurechtfinden (Bild 6.2).

Wir erläutern Bild 6.2 anhand eines Beispiels:

- Ein Automobil mit Elektromotor und leistungsfähiger Batterie ist eine Kombination aus bestehender Technologie und bestehendem Geschäftsmodell – und damit für die meisten Hersteller eine **inkrementelle Innovation** (unten links).
- Ein autonom fahrendes Automobil ist eine neue Technologie auf Basis eines bestehenden Geschäftsmodells: eine **technologische Innovation** (unten rechts).
- Car2Go ist ein neues Geschäftsmodell auf Basis einer bestehenden Technologie, es handelt sich also um eine **Geschäftsmodellinnovation** (oben links).