

Christian Aichele  
Jörg Herrmann *Hrsg.*

# Betriebswirtschaftliche KI-Anwendungen

Digitale Geschäftsmodelle auf Basis  
Künstlicher Intelligenz

---

# Betriebswirtschaftliche KI-Anwendungen

---

Christian Aichele · Jörg Herrmann  
(Hrsg.)

# Betriebswirtschaftliche KI-Anwendungen

Digitale Geschäftsmodelle auf Basis  
Künstlicher Intelligenz

*Hrsg.*

Christian Aichele  
Fachbereich Betriebswirtschaft  
Hochschule Kaiserslautern  
Zweibrücken, Deutschland

Jörg Herrmann  
Fachbereich Betriebswirtschaft  
Hochschule Kaiserslautern  
Zweibrücken, Deutschland

ISBN 978-3-658-33531-1                      ISBN 978-3-658-33532-8 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-33532-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlage. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Reinhard Dapper

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

*Durch Deine Inspiration und Motivation fand ich  
Orte, wo zuvor noch nicht einmal Wege waren.  
In immerwährender Erinnerung an Dr. Wolfgang  
Lau, Freund, Mentor und Wegbegleiter.*

*Jörg Herrmann*

---

# Digitale Geschäftsmodelle auf Basis Künstlicher Intelligenz – Vorwort

Der Begriff „Künstliche Intelligenz (KI; englisch AI, Artificial Intelligence)“ hat sich mittlerweile zu einem Narrativ für den Fortschritt der Digitalisierung und Computerisierung entwickelt. IT-Hype und politisches Fortschrittswunschdenken, Heilsbringer oder der Alptraum der Realisierung von George Orwells 1984<sup>1</sup>, je nach Sichtweise wird KI positiv oder negativ konnotiert.

Dabei ist KI eine relativ einfache Technologie, die vieles vereinfachen kann, nachhaltig sein kann und Menschen in vielen Funktionen und Prozessen sinnvoll unterstützen kann. Sie kann aber auch das Gegenteil bewirken, zum Beispiel zur Überwachung und für militärische Zwecke eingesetzt werden. Letzten Endes ist KI eine menschengemachte IT-Technologie und damit auch abhängig von allen positiven und negativen Aspekten und Ausprägungen der menschlichen Charaktere.

## **Zielsetzung des Buches**

Fokus dieser Publikation ist es, aufzuzeigen wie KI und insbesondere Künstliche Neuronale Netze (KNN) funktionieren, das Verständnis für die Möglichkeiten des betriebswirtschaftlichen Einsatzes zu wecken und insbesondere klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU) eine Vorgehensweise zum Einsatz von KI für die Digitalisierung und Optimierung von Funktionen, Prozessschritten und Prozessen aufzuzeigen.

## **Was liefert das vorliegende Buch?**

In den ersten Kapiteln wird die Funktionsweise von KI und KNN erläutert, die Vorgehensweise zur Etablierung von KI-Technologien aufgezeigt und die Strategie zur Digitalisierung von Unternehmen erläutert. Der zweite Teil enthält praxisrelevante Inhalte zum Thema. Praktiker werden bei der Lektüre umfangreiche Hilfestellungen und konkrete Informationen zur Umsetzung von KI-Projekten erhalten. Aber auch nur an der Thematik Interessierte werden das Buch mit Gewinn lesen können.

---

<sup>1</sup>Siehe George Orwell (1984)

## **An wen richtet sich „Betriebswirtschaftliche KI-Anwendungen – Digitale Geschäftsmodelle auf Basis künstlicher Intelligenz“**

Das vorliegende Buch ist besonders für Manager und Praktiker klein- und mittelständischer Unternehmen geeignet sowie für Unternehmens- und IT-Berater mit Fokus auf Digitalisierungs- und KI-Beratung. Ferner an Lehrende und Studenten der Betriebswirtschaft, Wirtschaftsinformatik und Informatik sowie allgemein mit all den Personen in Gesellschaft und Politik, die sich mit den Zukunftsthemen der Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz beschäftigen.

### **Aufbau des Buchs**

Das Buch strukturiert die Thematik Künstliche Intelligenz in drei Hauptteile. Im ersten Teil werden die allgemeinen Grundlagen aus den Perspektiven Funktionsweise von KI und insbesondere Künstlichen Neuronalen Netzen, Vorgehensweise zur Einführung von KI und KNN sowie Strategie zur Digitalisierung heraus erläutert.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit praxisrelevanten Anwendungsgebieten von KI. Im dritten Teil werden die Komponenten einer Plattform für künstliche Intelligenz erarbeitet. Dabei wird konzeptionell technisch auf die grundlegenden Elemente eines internetbasierten KI-Portals eingegangen.

### **I. Konzept betriebswirtschaftlicher KI-Anwendungen**

#### **– Künstliche Intelligenz für klein- und mittelständische Unternehmen (Kap. 1)**

Künstliche Intelligenz unterstützt Systeme, Prozesse und Funktionen in nahezu allen Branchen und in zahlreichen Anwendungen. Dies geschieht zumeist im Hintergrund und damit nicht transparent. Um zu erkennen wie KI optimal eingesetzt werden kann, muss ein Grundverständnis über die Funktionsweise und die Voraussetzungen zum Einsatz vorhanden sein. Dies ist bei den meisten klein- und mittelständischen Unternehmen nicht in ausgeprägter Form vorhanden. Dieses Kapitel führt in die Möglichkeiten von KI-Anwendungen ein und zeigt aber auch die Restriktionen und Limitationen auf.

#### **– Künstliche Intelligenz mit den Themenschwerpunkten maschinelles Lernen und künstlichen neuronalen Netzen, dargestellt anhand des Beispiels von Blended-Learning-Übungen (Kap. 2)**

In diesem Abschnitt wird nach der Einleitung zunächst auf die Art des Lernens eingegangen. Hierbei werden verschiedene Lehrformen untersucht und diese voneinander abgegrenzt, wobei ein besonderes Augenmerk auf das Blended-Learning fällt. Mit der Erläuterung von Lernzielen wird dieser Teil beendet und mit dem Abschn. 2.3 fortgefahren. In diesem sehr theoretischen Abschnitt wird erläutert, was künstliche Intelligenzen sind und wie diese funktionieren. Es wird gezeigt, welche Unterschiede künstliche Intelligenzen zu regelbasierten Computerprogrammen aufweisen. Im Weiteren erfolgt eine Darstellung, welche Arten von

Daten es gibt und wie wichtig diese für den Einsatz von künstlichen Intelligenzen sind. Bei der Anwendung von künstlichen Intelligenzen kommen unterschiedliche Lernalgorithmen zum Einsatz. Einige davon werden im Abschn. 2.3.5 erläutert und voneinander abgegrenzt. Der nächste Teil befasst sich mit künstlichen neuronalen Netzen. Es wird dargestellt, wie ein solches Netz aufgebaut ist und wie es funktioniert. Im Abschn. 2.3.6.3 wird die Funktionsweise von unterschiedlichen künstlichen neuronalen Netzen aufgezeigt. Da in einer Übung gezeigt wird, wie ein Faltungsnetz erzeugt werden kann, wird ein besonderes Augenmerk auf den Abschn. 2.3.6.3.4 gelegt. Nachdem die theoretischen Grundlagen abgehandelt sind, wird das erlernte in die Praxis umgesetzt. In beiden Übungen werden zunächst die Lernziele definiert und das Computersystem, auf dem programmiert werden soll entsprechend vorbereitet. Anschließend wird in Abschn. 2.4.1 ein einzelnes Perzeptron und in Abschn. 2.4.2 ein Faltungsnetz zur Bildunterscheidung programmiert werden können. Der letzte Teil dieses Kapitels enthält die Schlussbetrachtung, das Fazit und einen Ausblick.

– **Vorgehensweise zur Anwendung Digitaler Geschäftsprozesse auf Basis von Künstlicher Intelligenz (Kap. 3)**

Initialer Schritt in der Generierung von KI-Anwendungen ist die Definition der Strategie. Aufbauend auf der Strategie wird das Geschäftsmodell konzipiert und die Projektumsetzung geplant.

– **Digitale Transformation im Mittelstand (Kap. 4)**

Die Herausforderungen der digitalen Transformation sind seit geraumer Zeit bekannt, allerdings legt der klassische Mittelständler nicht selten den falschen Fokus. Es fehlt an einem „Fahrplan für die Digitalisierung“ bzw. konkreten Hilfestellungen, um sich der Thematik und der damit verbundenen Entwicklung der Digitalstrategie sowie deren konsequenter Umsetzung zu nähern. Der vorliegende Beitrag, welcher als Masterthesis in Kooperation mit der Hochschule Kaiserslautern und der proALPHA Consulting GmbH entstanden ist, dient in seinem Ergebnis als Ratgeber für mittelständische Unternehmen im Umgang mit der digitalen Transformation.

II. **Anwendungsbeispiele der Digitalisierung auf Basis von KI**

– **KI-Technologien für Utility-Unternehmen (Kap. 5)**

KI-Technologien sind seit geraumer Zeit ein Hype-Thema der IT und auch bilden auch die Basis für neue, digitale Geschäftsmodelle. Dieses Kapitel zeigt Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft auf Basis von künstlicher Intelligenz. KI kann Energieversorgern die Differenzierung von Produkten und Dienstleistungen ermöglichen und aufgrund von neuen Tarifierungsmöglichkeiten auch für eine Win-Win-Situation mit den Kunden bzw. Prosumern sorgen.



– **Aktuelle Einsatzbereiche der KI innerhalb des Finanzdienstleistungssektors (Kap. 6)**

Die künstliche Intelligenz und deren Technologien haben bereits und werden auf viele Branchen und Bereiche Einfluss ausüben. Die Finanzdienstleistungsbranche stellt hierbei keine Ausnahme dar. In diesem Kapitel werden einige der Einsatzbereiche der künstlichen Intelligenz im Sektor der Finanzdienstleistungen aufgezeigt und kurzweilig die Adaptionenmöglichkeit bzw. die Exklusivität betrachtet.

– **Künstliche Intelligenz im ERP Umfeld (Kap. 7)**

Jede Unternehmung besitzt softwaregestützte Werkzeuge zur Abbildung analoger und digitaler Prozesse. Dabei helfen diese Prozesse gezielt die Komplexität aus den einzelnen Sachverhalten zu vereinfachen und in einem entsprechenden Format wiederzugeben. Ein digitales Abbild eines Unternehmens entsteht. Allerdings kann dieses Format nur nach festgelegten Schemata die unterschiedlichen Datensätze klassifizieren, verifizieren und ausgeben und ist für weiterführende Ausprägungen technisch restriktiv zu behandeln. Um dieses Problem zukünftig zu überwinden wird der Ansatz der KI (Künstliche Intelligenz) als mögliches Werkzeug für Optimierungen angesehen. Mithilfe der KI kann die aktuelle Flut an Daten bestmöglich umgesetzt und zur Nutzung freigegeben werden. Diese Ausarbeitung stellt den Nutzen Anhand des führenden ERP Anbieters SAP vor und zeigt geeignete Beispiele mit Hinblick auf die konkrete Nutzung und Ausprägung im Echtbetrieb. Dabei sollen nicht nur die Potentiale dieser Technologie aufgezeigt werden, vielmehr sollen konkrete Vorbereitungsmaßnahmen und Indikatoren zur Veranschaulichung der aktuellen Möglichkeiten dienen. Diese Ausarbeitung wird unter den Gesichtspunkten der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen ausgegeben und es wird nur vereinzelt auf technische Spezifikationen eingegangen.

– **KI-basierte Entscheidungsfindung für Anlageinvestitionen (Kap. 8)**

Künstliche Intelligenz entwickelt sich seit mehreren Jahren zu einem Mega-Trend. In diesem Kapitel soll konzeptionell dargestellt werden, wie KI eine Entscheidung über eine neue Anlageinvestition treffen kann. Als Beispiel für eine Anlage wird eine hydraulische Blechpresse verwendet. Es zeigt sich, dass unter Verwendung von Big Data, KI großes Potential birgt, um den Entscheidungsprozess zu automatisieren.

– **Künstliche Intelligenz in der Automobilindustrie: Von den ersten Visionen bis zu selbst denkenden Autos (Kap. 9)**

In der Automobilindustrie gibt es unterschiedliche Bereiche, in denen künstliche Intelligenz eingesetzt werden kann. Angefangen von der Optimierung der Supply Chain über eine intelligente Produktion und KI im Kundenservice bis hin zu künstlicher Intelligenz im Auto in Form von Fahrassistenz und autonomem

Fahren. Dieses Kapitel legt den Fokus auf den Einsatz künstlicher Intelligenz im Fahrzeug selbst. Es beschäftigt sich schwerpunktmäßig damit, welche für die damalige Zeit unvorstellbaren Ideen die Schreiber der 80-er Jahre Serie “Knight Rider” hatten und welche davon inzwischen in welcher Art und Weise oder in welchem Umfang vielleicht sogar standardmäßig in heutigen Fahrzeugen verbaut sind. Abgerundet wird das Kapitel mit Herausforderungen und Gefahren autonom fahrender Automobile inklusive rechtlicher, sicherheitsrelevanter und ethischer Überlegungen zu diesem Thema.

### III. Komponenten des KI-Portals

#### – **Konzeptionelle Entwicklung einer Plattform für künstliche Intelligenz (Kap. 10)**

Nach einer kurzen Einleitung, der Abklärung der Problemstellung sowie der Zielsetzung wird im Teil konzeptionelle Entwicklung einer Plattform für künstliche Intelligenz zunächst auf den Personenkreis eingegangen, für den diese Plattform entwickelt werden soll. Es wird erläutert, worum es sich handelt, wenn von Content die Rede ist und wie dieser auf einem internetbasierten Portal anzuwenden ist. Im Abschn. 10.2.3 wird erklärt welche Seiten zwingend notwendig für das Portal sind und welche geschützten Bereiche es geben sollte. Anhand der grafischen Darstellung einer Sitemap wird erläutert, wie die Struktur der Plattform aussehen kann, bevor dieser Teil mit einem Fazit abgeschlossen wird.

#### – **Technische Umsetzung einer Lernplattform für Data Science und künstliche Intelligenz (Kap. 11)**

Der Aufbau eigener Infrastrukturen zum Trainieren und Evaluieren von künstlichen neuronalen Netzen stärkt nicht nur die Unabhängigkeit gegenüber den Cloudplattformen großen Tech-Unternehmen, sondern garantiert auch die Kontrolle über die eigenen Daten. Diese Kapitel beschreibt Möglichkeiten zum Aufbau einer solchen Infrastruktur, am Beispiel einer Lernplattform für den Themenbereich Data Science und KI. Abschließend werden mögliche Erweiterungen für die Nutzung der Infrastruktur nach dem „Plattform as a Service“ Gedanken genannt.

Zum Schluss gilt unser besonderer Dank allen an diesem Buch beteiligten Autoren, ohne deren hohes Engagement beim Verfassen der nachfolgenden Artikel dieses Buchprojekt nicht hätte realisiert werden können. Darüber hinaus bedanken wir uns bei zahlreichen Experten und Praktikern aus der Wissenschaft und von Unternehmen, die uns bei der Erstellung dieses Buches wiederholt mit Rat und ihrem detaillierten Wissen unterstützt haben. Nicht zuletzt gilt unser Dank auch der professionellen Unterstützung und wohlwollenden Begleitung durch das Lektorat Elektrotechnik, IT und Informatik des Springer Vieweg Verlags.

Wir würden uns freuen, wenn die vorliegende Publikation einen Beitrag zur inhaltlichen Konkretisierung und zu Erfolg von KI-Projekten in Unternehmen leisten könnte

sowie dem Praktiker bei der Umsetzung von Projekten zur Einführung von KI-Technologien hilfreiche Informationen zur erfolgreichen Realisierung geben kann.

Ketsch  
Zweibrücken  
im Februar 2021

Christian Aichele  
Jörg Herrmann

---

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Konzept betriebswirtschaftlicher KI-Anwendungen

<b>1 Künstliche Intelligenz für klein- und mittelständische Unternehmen . . . . .</b>	<b>3</b>
Christian Aichele	
<b>2 Künstliche Intelligenz mit den Themenschwerpunkten maschinelles Lernen und künstlichen neuronalen Netzen, dargestellt anhand des Beispiels von Blended-Learning-Übungen . . . . .</b>	<b>17</b>
Jörg Herrmann	
<b>3 Vorgehensweise zur Anwendung Digitaler Geschäftsprozesse auf Basis von Künstlicher Intelligenz . . . . .</b>	<b>75</b>
Christian Aichele	
<b>4 Digitale Transformation im Mittelstand . . . . .</b>	<b>121</b>
Lars Müller	

## Teil II Anwendungsbeispiele der Digitalisierung auf Basis von KI

<b>5 KI-Technologien für Utility-Unternehmen . . . . .</b>	<b>153</b>
Christian Aichele	
<b>6 Aktuelle Einsatzbereiche der KI innerhalb des Finanzdienstleistungssektors . . . . .</b>	<b>167</b>
Thorsten Rink	
<b>7 Künstliche Intelligenz im ERP Umfeld . . . . .</b>	<b>195</b>
Viktor Abich	
<b>8 KI-basierte Entscheidungsfindung für Anlageinvestitionen . . . . .</b>	<b>225</b>
Daniel Wolf	

<b>9 Künstliche Intelligenz in der Automobilindustrie: Von den ersten Visionen bis zu selbst denkenden Autos</b> .....	245
Birgit Günther	
<b>Teil III Komponenten eines KI-Portals</b>	
<b>10 Konzeptionelle Entwicklung einer Plattform für künstliche Intelligenz</b> .....	269
Jörg Herrmann	
<b>11 Technische Umsetzung einer Lernplattform für Data Science und künstliche Intelligenz</b> .....	283
Christoffer Pohl	
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	299

---

# Herausgeber- und Autorenverzeichnis

---

## Über die Herausgeber



**Prof. Dr. Christian Aichele** lehrt Wirtschaftsinformatik an der Hochschule Kaiserslautern. Nach seinem Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der Universität Karlsruhe arbeitete er weltweit als Unternehmensberater in verschiedenen Positionen und für unterschiedliche Branchen. Danach war er als Leiter Solution Center für Abrechnungslösungen für klein- und mittelständische Versorger bei RWE und als Manager bei Tieto Oyi für die Konzeption von Service Offerings und für die Projektakquisition und -durchführung im Bereich Energy und Smart Meter zuständig.



**Jörg Herrmann, M.Sc.** absolvierte nach zwölf Jahren im Militärdienst die Bachelorstudiengänge Wirtschaftsinformatik und Information Management, sowie den Masterstudiengang Information Management an der Hochschule Kaiserslautern. Während seines Masterstudiums arbeitete er beim Institut für Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik GmbH in St. Ingbert als Projektleiter in den Bereichen Webentwicklung und IT-Consulting. Zudem war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Kaiserslautern im Fachbereich Betriebswirtschaft unterstützend im Studiengang Wirtschaftsinformatik tätig. Im Rahmen seiner Forschungstätigkeit setzte er sich mit der Funktionsweise von künstlichen Intelligenzen auseinander. Heute ist er als CDO (Chief-Digital-Officer – Digitalisierungsbeauftragter) einer öffentlichen Behörde beschäftigt.

## Autorenverzeichnis



**Viktor Abich, M.Sc.** Als Business Consultant für Sales & Distribution begann er seine berufliche Laufbahn im Jahre 2018. Dabei galt der Schwerpunkt nicht klassischerweise dem SD Bereich, sondern vielmehr den modularen Schnittstellen und Technologien außerhalb. Schon früh wurde der Bereich der Künstlichen Intelligenz ernst genommen und als ein Meilenstein zukünftiger Errungenschaft angesehen. Dahin gehend waren alle Bemühungen dem Verständnis und der Konnektivität dieser Technologie gewidmet. Im Rahmen seiner Tätigkeiten bei der Scheer GmbH wurden zahlreiche Kundenprojekte, angefangen bei der Konzeption, Realisierung bis hin zur Nachbetreuung, realisiert und erste Vorbereitungen für den produktiven Einsatz der KI im ERP Umfeld eingesetzt. Doch heutzutage lässt sich sagen, dass vor allem mit der KI neue Wege bestritten werden können, die bis dahin undenkbar gewesen wären. Genau diese Wege müssen weiterverfolgt und sinnvoll eingesetzt werden, um zukünftig den Anforderungen gerecht zu werden. Dabei soll es als Möglichkeit für den Menschen und seine Entwicklung angesehen werden. Dies ist auch das Ziel seiner Unternehmungen.



**Birgit Günther, Dipl. Math. Techn.** geboren in Gräfelfing bei München, studierte nach ihrem Abitur an einem mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasium zuerst Informatik an der Technischen Universität München mit Nebenfach Musik an der Musikhochschule München, später wechselte sie an die Technische Universität Kaiserslautern in den Studiengang Technomathematik, also Mathematik, Informatik und Physik. In Ihrer Diplomarbeit beschäftigte sie sich mit statistischen Verfahren und neuronalen Netzen. Nach dem erfolgreichen Abschluss ihres Studium der Technomathematik war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für rechnergestützte Konstruktion an der Universität Kaiserslautern beschäftigt. Seitdem war sie neben ihrer freiberuflichen Tätigkeit im IT-Bereich und in der Erwachsenenbildung in eben diesen Bereichen auch über viele Jahre in unterschiedlichen Angestelltenverhältnissen beschäftigt, meist in Positionen mit fachlicher Verantwortung. Unter anderem hat sie mehrere Jahre bei einem

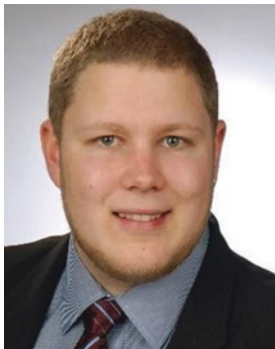
Tier-1-Automobilzulieferer gearbeitet. Um ihren bis dahin naturwissenschaftlich geprägten Horizont auch in den BWL-Bereich zu erweitern, hat sie ab dem Jahr 2017 zusätzlich nebenberuflich ein Masterstudium Information Management absolviert.



**Lars Müller, M.A.** war seit Beginn seines Masterstudiums des Mittelstandsmanagements an der Hochschule Kaiserslautern als ERP-Berater beim Softwarehaus proALPHA tätig. Im Rahmen umfangreicher Softwareprojekte konnte er somit weitreichende Erfahrungen in den Themen Digitalisierung/ Digitalstrategie sammeln und auch hier einen weiteren Beratungsschwerpunkt bei den Kunden legen. Innerhalb der ERP-Beratung hat er sich auf den Prozessbereich After-Sales-Service spezialisiert.



**Christoffer Pohl, B.Sc.** ist Masterstudent der Informatik und des Information Management an der Hochschule Kaiserslautern. Nach seiner Ausbildung als technischer Zeichner studierte er Digital Media Marketing an der Hochschule Kaiserslautern und erlangte den Abschluss des Bachelor of Science. Bereits während seines Bachelorstudiums konnte er als selbstständiger Entwickler und IT-Berater Softwareprojekte für regionale Unternehmen umsetzen und half dabei die technische Infrastruktur für den aktuellen Webauftritt der Kreisverwaltung Saarpfalz-Kreis aufzubauen.



**Thorsten Rink, M.Sc.** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Studiengangs Information Management/Wirtschaftsinformatik, im Fachbereich der Betriebswirtschaft an der Hochschule Kaiserslautern. Während seinem Bachelorstudium im Bereich Finanzdienstleistungen sowie seinem Masterstudium im Bereich des Information Management war er als Assistenz im Bereich des Facility Managements, insbesondere der Personalplanung und dem Objektmanagement betraut. In einer weiteren Station war er im Bereich der App-Konzeption bei der msg global solutions tätig.





**Daniel Wolf, B.A.** studiert im Masterstudiengang Information Management M.Sc. an der Hochschule Kaiserslautern. Nach dem Abitur am Wirtschaftsgymnasium Leonberg begann er sein Bachelorstudium der Mittelstandsökonomie B.A. an der Hochschule Kaiserslautern. Im Zuge dessen entwickelte er ein Konzept zur KI-basierten Entscheidungsfindung im Unternehmen.

---

**Teil I**

**Konzept betriebswirtschaftlicher  
KI-Anwendungen**



# Künstliche Intelligenz für klein- und mittelständische Unternehmen

1

Christian Aichele

*Künstliche Intelligenz und Kognition – Wie kann KI KMU unterstützen.*

## Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz unterstützt Systeme, Prozesse und Funktionen in nahezu allen Branchen und in zahlreichen Anwendungen. Dies geschieht zumeist im Hintergrund und damit nicht transparent. Um zu erkennen wie KI optimal eingesetzt werden kann, muss ein Grundverständnis über die Funktionsweise und die Voraussetzungen zum Einsatz vorhanden sein. Dies ist bei den meisten klein- und mittelständischen Unternehmen nicht in ausgeprägter Form vorhanden. Dieses Kapitel führt in die Möglichkeiten von KI-Anwendungen ein und zeigt aber auch die Restriktionen und Limitationen auf.

## 1.1 Künstliche Intelligenz und Menschliche Intelligenz

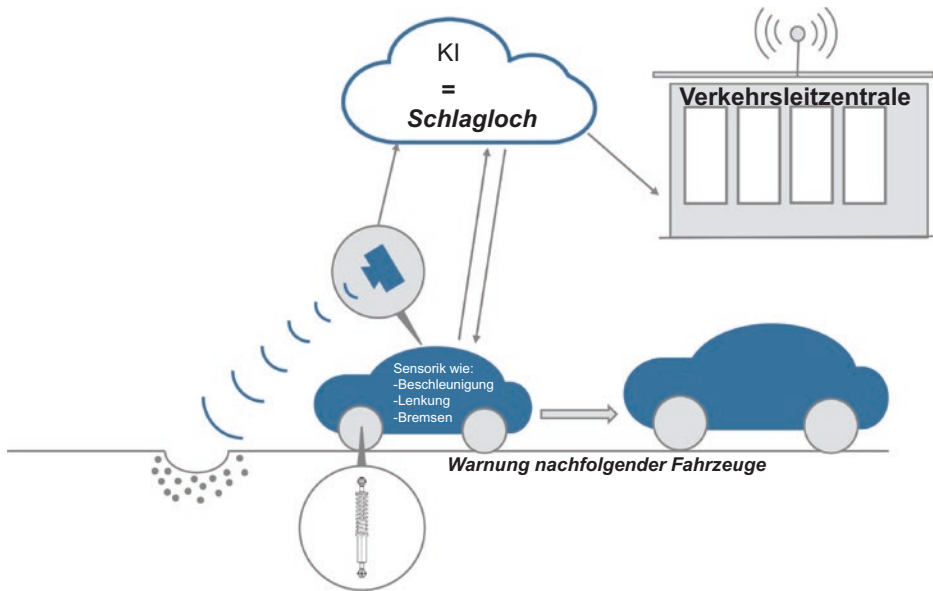
Geprägt durch die Medien entsteht bei vielen der Eindruck, dass Künstliche Intelligenz zu ähnlichen kognitiven Leistungen wie der Mensch fähig ist. Dies ist nicht der Fall. Eine solche sogenannte **Starke KI** wird es möglicherweise nie oder nur in Ansätzen geben. Auf jeden Fall sind die momentanen Ausprägungen der KI noch weit davon entfernt. Was existiert sind KI-Anwendungen, die für eine limitierte Anzahl von Merkmalen bedingt lernfähig sind und zum Beispiel für neue, unbekannte Merkmalsausprägungen aufgrund

---

C. Aichele (✉)  
Hochschule Kaiserslautern, Zweibrücken, Deutschland  
E-Mail: [christian.aichele@hs-kl.de](mailto:christian.aichele@hs-kl.de)

© Der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021  
C. Aichele und J. Herrmann (Hrsg.), *Betriebswirtschaftliche KI-Anwendungen*,  
[https://doi.org/10.1007/978-3-658-33532-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-33532-8_1)

3



**Abb. 1.1** Die KI bügelt Schlaglöcher aus. (Quelle: Auto Motor & Sport 1/2019, s. 114, 115)

der erlernten Merkmalsmuster Ergebnisse generieren, die denen menschlicher Kognition sogar in Bezug auf Schnelligkeit und Akkuratess überlegen sein können. Dies nennt man *Schwache KI*. Dies kann an dem folgenden Beispiel verdeutlicht werden.

### Beispiel

Ein Kraftfahrzeug interagiert mit vielen Sensoren mit der Umwelt. Kameras, die mittlerweile in vielen Fahrzeugen zum Standard zählen, erkennen Straßenunebenheiten und Schlaglöcher. Weitere Sensoren, z. B. von den Stoßdämpfern registrieren beim Durchfahren eines Schlaglochs hohe Belastungen, ebenso wie ein durch den Schlag ungewöhnlicher Lenkeinschlag und ggf. auch eine erhöhte Bremsbelastung. All diese Merkmale werden an eine zentrale oder auch lokale Künstliche Intelligenz Anwendung gemeldet. Diese generiert aufgrund ungewöhnlicher Merkmalsausprägungen eine Warnmeldung an nachfolgende Fahrzeuge, die dann durch manuellen oder auch autonomen Eingriff die Schlaglochbelastungen reduzieren oder vermeiden können. Gleichzeitig setzt die KI-Anwendung eine Meldung an die Verkehrsleitzentrale ab und diese kann entsprechende Warnungen an Navigationsgeräte weitergeben und weitere Aktionen generieren wie Radiomeldungen oder Instandhaltungsaufträge an die Straßenmeisterei (siehe Abb. 1.1).

KI-Anwendungen können unterschiedliche Zielrichtungen haben und unterschiedliche Ausprägungen annehmen. Die grundsätzlichen KI-Anwendungen unterteilen sich in:

- **Expertensysteme:** Expertenwissen wird in regelbasierter Form in Datenhaltungssystemen abgelegt. Das Expertensystem kann Aufgabenstellungen durch Kombination bestehender Regeln oder durch Ableitung neuer Regeln aus den bestehenden lösen.
- **Robotik:** Roboter übernehmen autonom Tätigkeiten und können z. B. Aufgaben auch für neue, erstmalig auftretenden Werkstücke durchführen. Roboter, die nur für vordefinierte, nicht abänderbare Tätigkeiten die gleichen Aufgaben vollführen, fallen nicht in die KI-Robotik. Ein Schweißroboter, der unterschiedliche Werkstücke selbsttätig an den richtigen Stellen schweißt, ist in die KI-Robotik einzuordnen.
- **Spracherkennung und Sprachsteuerung (Chat-Bots):** Chat-Bots erkennen die Inhalte einer Anfrage und geben (intelligente) Antworten. Sie steuern auch selbsttätig (in ihrem eingrenzten Fachgebiet) die Kommunikation (zumeist bidirektional). Chat-Bots agieren text- und sprachbasiert.
- **Musteranalyse und Mustererkennung:** Künstliche Neuronale Netze (KNN) erkennen die Muster vorgegebener Merkmale und ordnen die Ausprägung Ergebnisklassen zu. Beispiel hierfür sind Schriftenerkennung, Gesichtserkennung, Spracherkennung, Verkehrszeichenerkennung und die Erkennung von Qualitätsmängeln von Produkten. Aufgrund vorhandener Merkmalsdaten werden diese KNN trainiert und können Erkennungsraten erzielen, die denen menschlicher Kognition überlegen sind.

Diese Publikation hat das Teilgebiet der KNN im Fokus. Ein KNN besteht aus sogenannten Neuronen und den Verbindungen zwischen den Neuronen. Damit ist es dem grundsätzlichen Aufbau eines menschlichen Gehirns nachempfunden. Vereinfacht dargestellt besteht ein menschliches Gehirn aus neuronalen Zellen und den Verbindungen zwischen den neuronalen Zellen (Synapsen). Durch intrinsische und extrinsische Trigger werden neuronale Zellen aktiviert, die über Synapsenverbindungen weitere Zellen aktivieren.

Aber was sind die grundlegenden Unterschiede eines KNN (einer schwachen KI) zu einem menschlichen Gehirn (einer starken Humanen Intelligenz = human intelligence = HI):

- Die Mustererkennung und Musteranalyse ist nur ein kleiner Teil der kognitiven Funktionen eines Gehirns und wird nur bestimmten Gehirnarealen durchgeführt.
- Ein menschliches Gehirn kann zeitgleich zahlreiche Muster erkennen und weiterverarbeiten.
- Neben den bewussten Fähigkeiten verfügt das Gehirn noch über ein Unterbewusstsein, das weitere zahlreiche kognitive Fähigkeiten beinhaltet.
- Der Mensch schläft und träumt. In den Träumen werden Eindrücke und Erkenntnisse des Bewusstseins und des Unterbewusstseins weiterverarbeitet, Dadurch entstehen neue Erkenntnisse und Lösungen werden generiert.
- Der Mensch beschäftigt sich auch mit nicht den primären Zielsetzungen verbundenen Themen. Diese können sich über soziale und politische Aspekte bis zu kulturellen Bedürfnissen bewegen. Aus diesen Interessen werden ggf. auch Erkenntnisse für andere Zielsetzungen abgeleitet, d. h. das Input-Merkmalsausprägungen auch durch zielfremde neuronale Netze bewertet werden und auch dadurch Lösungen entstehen.

- Das Gehirn wächst und schrumpft. Aufgrund der biologischen Prozesse entstehen im Gehirn neue neuronalen Zellen und neue Synapsenverbindungen und das bis in ein hohes Alter. Umgekehrt findet auch ein ständiger Prozess der Vernichtung von neuronalen Zellen und Synapsen statt, durch Alterung und durch exogene Einflüsse. Bestimmte Funktionen des Gehirns können auch durch andere Gehirnareale übernommen werden.
- Das Gehirn ist durch viele Sinne mit der Umwelt verbunden. Deren Input wird permanent bewusst und unterbewusst verarbeitet und führt zu neuen Strukturen.
- Die Anzahl der neuronalen Zellen und der synaptischen Verbindungen ist im Vergleich zu den größten Ausprägungen eines KNN immens:
  - Ein Fadenwurm hat ein Gehirn, das aus ca. 300 Neuronen besteht
  - Eine Fruchtfliege: 100.000 Neuronen
  - Ein moderner, leistungsfähiger Computer: 100.000 Neuronen
  - Ein Mensch: 100 Mrd. Neuronen – 100 000 000 000
  - Die Anzahl der Synapsen beträgt im Schnitt 1000 je einzelнем Neuron in einem menschlichen Gehirn
  - Die KNN-Beispiele in dieser Publikation bestehen aus 6 Neuronen und 12 Kanten (=Synapsen)
- Der Mensch hat ein Bewusstsein und positive und negative Emotionen.
- Menschen haben unterschiedliche Charaktere aufgrund der Erfahrungen und interagieren sozial, daraus bilden sich neue Erfahrungen und Charaktere können sich ändern (ggf. nur in Nuancen). Unterschiedliche Charaktere führen zu unterschiedlichen Verhalten und differenten Entscheidungsverhalten.

---

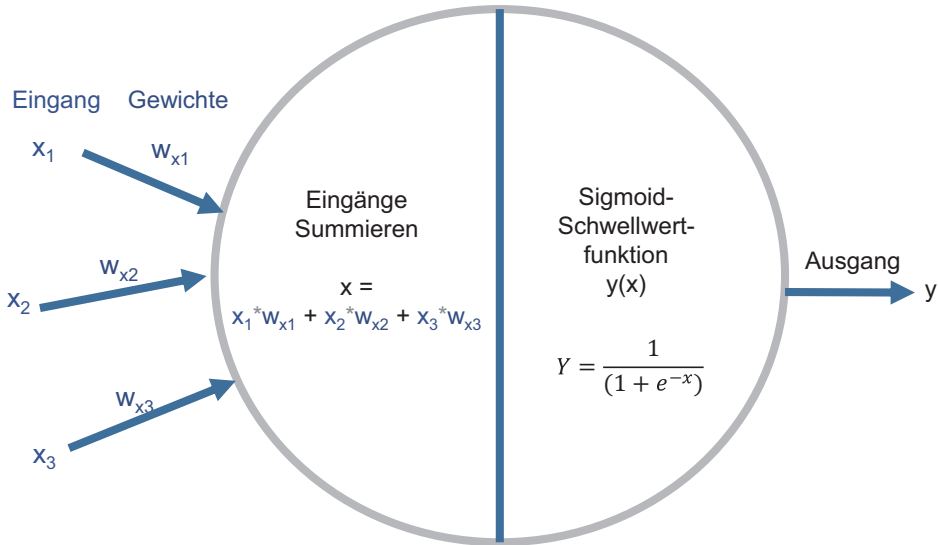
## 1.2 Die Funktionsweise eines Künstlichen Neuronalen Netzes

Ein KNN besteht aus mindestens einem Neuron mit mehreren gewichteten Eingängen und einem oder mehreren Ausgängen. Ein KNN bestehend aus einem Neuron wird **Perzeptron** genannt (siehe Abb. 1.2). Die Eingänge und Ausgänge werden als Kanten bezeichnet (Eingangskanten und Ausgangskanten). Ähnlich wie eine neuronale Zelle im menschlichen Gehirn bei Aktivierung feuert, kann ein Perzeptron durch Aktivierung die Ausgangskanten befeuern bzw. mit Werten, die die nachfolgenden Neuronen aktivieren können, belegen. Dazu benötigen die Neuronen eine Aktivierungsfunktion. Diese Aktivierungsfunktion berechnet aus der Summe der gewichteten Eingangswerte den oder die Ausgangswerte.

Tarid Rashid hat in seiner Publikation „Neuronale Netze selbst programmieren“ die Herleitung der Berechnungen und die Berechnungen selbst in einem Künstlichen Neuronalen Netz sehr schön dargestellt.<sup>1</sup> In diesem Kapitel werden nur die grundlegenden Berechnungen zum Verständnis der Funktionsweise eines KNN dargestellt.

---

<sup>1</sup>Vgl. Rashid (2017).



**Abb. 1.2** Ein Perzeptron (Quelle: Tariq Rashid 2017)

In der Abb. 1.2 werden drei Eingangswerte ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ) mit gegebenen Gewichtungen multipliziert und dann summiert (Ergebnis Wert  $x$ ). Das Ergebnis wird dann in die Aktivierungsfunktion eingesetzt und der Ausgangswert  $y$  wird berechnet. Dieser ist dann das Ergebnis im Falle eines einfachen Perzeptrons (aus einem Neuron bestehend) oder der Eingangswert für nachfolgende Neuronen im Falle eines mehrlagigen Perzeptrons. Ein mehrlagiges Perzeptron besteht aus mehreren Schichten von Neuronen (einer Eingabeschicht, einer oder mehreren verdeckten Schichten und einer Ausgabeschicht (Siehe Abb. 1.4). Die Aktivierungsfunktion ist die Sigmoid-Funktion, die für Künstliche Neuronale Netze aufgrund ihrer Differenzierbarkeit und ihres Verlaufes (Werte zwischen 0 und 1 realisierbar) sehr gut geeignet ist. Die Differenzierbarkeit ermöglicht das Erlernen neuer, angepasster Gewichtungen aufgrund von Abweichungen des Ergebnisses von den erwarteten Ergebnissen. Je kleiner die Summe der Eingangswerte  $x$ , desto geringer ist auch der Ausgangswert  $y$ . Dadurch wird ggf. die Aktivierung nachfolgender Neuronen unterdrückt (Siehe Abb. 1.3).

Das mehrlagige Perzeptron in Abb. 1.4 besteht aus einem Input-Layer, einem Hidden-Layer und einem Output-Layer. Beispielhaft berechnet sich der Eingangswert des Neuron HL1 im Hidden-Layer wie folgt:

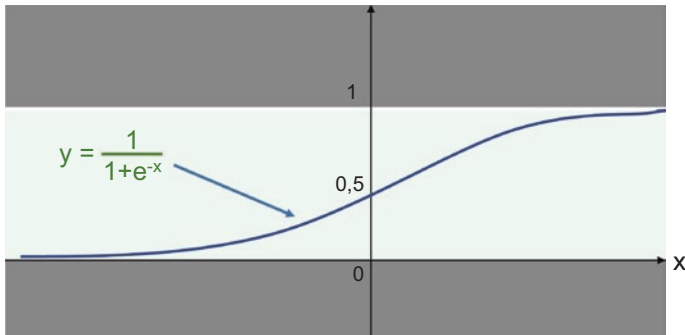
$$(1) \quad X1(IL) * W11 + X2(IL) * W21 = X1(HL)$$

$$(X(HL1) = \text{Eingangswert} \times \text{des Neurons 1 im Hidden-Layer}) / 0,9 * 0,9 + 0,1 * 0,3 = 1,68$$

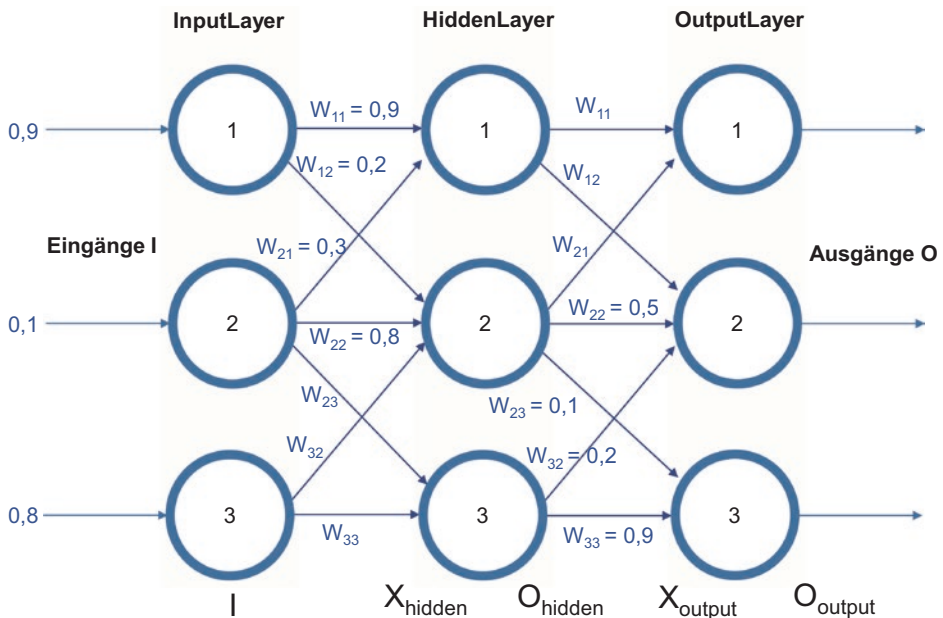
Die Ausgangswerte  $y$  sind  $O1(HL)$ ,  $O2(HL)$  und  $O3(HL)$ .

Der Ausgangswert  $O1(HL)$  wird aus der Anwendung der Aktivierungsfunktion des Neurons 1 im Hidden-Layer generiert.

$$O1(HL) = f(X1(HL))$$



**Abb. 1.3** Die Sigmoid-Funktion



**Abb. 1.4** Ein mehrlagiges Perzeptron (Quelle: Tariq Rashid 2017)

Der Eingangswert  $X_1(OL)$  berechnet sich wie folgt:

$$X_1(OL) = O_1(HL) * W_{11} + O_2(HL) * W_{21}$$

Der Ausgangswert  $O_1(OL)$  wird aus der Anwendung der Aktivierungsfunktion des Neurons 1 im Output-Layer generiert.

$$O_1(OL) = f(X_1(OL))$$

Diese Berechnungen wird in dem mehrlagigen Perzeptron (in Folge vereinfacht mit KNN bezeichnet) für alle Neuronen im Hidden-Layer und Output-Layer durchgeführt. Die gesamte Berechnung ermöglicht für die Eingangswerte Ausgangswerte zu



generieren, die ein definiertes Merkmalsmuster oder Merkmalsausprägung zeigen. Aus diesen lassen sich dann ein Ergebnis ableiten, z. B. die Zuordnung eines Bildes zu einer bestimmten Personenklasse oder auch zu einer Person.

Die Berechnungen erfolgen in dem Beispiel-KNN vorwärtsgerichtet von einem Neuronen-Layer zum nächsten. Deshalb wird diese Form von KNN auch als **Feed-Forward-Netz** bezeichnet. Nach dem ersten Berechnungsvorgang ist die Merkmalsausprägung des KNN zumeist nicht optimal. Die erzielten Ergebnisse weichen noch von den Wunschergebnissen ab. Der Fehler  $e$  eines Ergebnisses ist die Differenz zwischen der Sollausgabe (Trainingsdaten  $t$ ) und der tatsächlichen Ausgabe (output eines bestimmten Neurons):

$$e_y = t_y - o_y$$

Jetzt ist es notwendig die Abweichung der Ergebnisse jedes Neurons in dem KNN zu berechnen. Der Ausgabefehler wird auf die eingehenden Kanten zurückgerechnet. Da die Kanten mit Gewichtungen versehen sind, wird der Ausgabefehler anteilig auf die Eingangskanten des Neurons zurückgerechnet (Anteil der spezifischen Kantengewichtung an der Summe aller eingehenden Kantengewichtungen)

$$e_{inputx} = e_{outputy} * \left( w_{xy} / \left( \sum_1^n w_{iy} \right) \right), \text{ für } i = 1 \dots n$$

$n$  ist die Anzahl der in das Neuron  $y$  eingehenden Kanten.

Für ein Ausgabeneuron output1 mit dem Fehler  $e_{output1}$  mit zwei eingehenden Kanten  $k_{11}$  und  $k_{21}$  mit den Gewichtungen  $w_{11}$  und  $w_{12}$  ergeben sich die Aufteilung des Fehlers wie folgt (siehe Abb. 1.5)

$$(1) \quad e_{11} = e_{output1} * \frac{w_{11}}{w_{11} + w_{21}}$$

$$(2) \quad e_{21} = e_{output1} * \frac{w_{21}}{w_{11} + w_{21}}$$

Für ein Ausgabeneuron output2 mit dem Fehler  $e_{output2}$  mit zwei eingehenden Kanten  $k_{12}$  und  $k_{22}$  mit den Gewichtungen  $w_{12}$  und  $w_{22}$  ergeben sich die Aufteilung des Fehlers wie folgt (siehe Abb. 1.5):

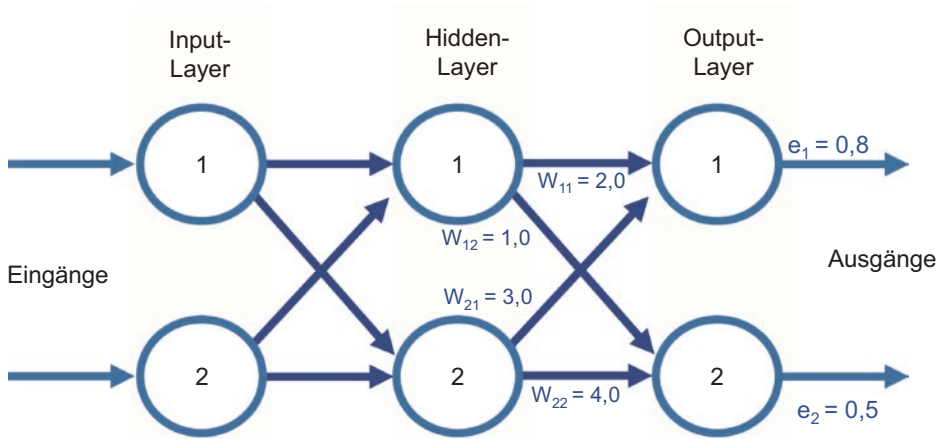
$$(1) \quad e_{12} = e_{output2} * \frac{w_{12}}{w_{12} + w_{22}}$$

$$(2) \quad e_{22} = e_{output2} * \frac{w_{22}}{w_{12} + w_{22}}$$

Die Fehler der Neuronen der vorangehenden Schichten (1 bis  $n$  Hidden-Layer und Input-Layer) ergibt sich aus der Summe der Fehler der nachfolgenden Kanten. So ergeben sich für zwei Neuronen einer versteckten Schicht mit jeweils zwei nachfolgenden Neuronen der Ausgabeschicht die Fehler wie folgt (siehe Abb. 1.5):

$$(1) \quad e_{hidden1} = e_{11} + e_{12}$$

$$(1) \quad e_{hidden2} = e_{21} + e_{22}$$



**Abb. 1.5** Fehler-Backpropagation Beispiel (Quelle: Tariq Rashid 2017)

Die Berechnung stellt sich dann wie folgt dar:

$$(1) \quad e_{hidden1} = e_{output1} * \frac{w_{11}}{w_{11} + w_{21}} + e_{output2} * \frac{w_{12}}{w_{12} + w_{22}}$$

$$(2) \quad e_{hidden2} = e_{output1} * \frac{w_{21}}{w_{11} + w_{21}} + e_{output2} * \frac{w_{22}}{w_{12} + w_{22}}$$

Diesen Vorgang nennt man **Backpropagation** oder auch Fehler-Backpropagation.

Der Fehler des Neurons  $e_1$  im Output-Layer (OL) beträgt 0,8 (Annahme!), der Fehler des Neurons  $e_2$  im OL ist 0,5. Die Gewichtungen  $w_{jk}$  sind vorgegeben. Damit berechnet sich der Fehler des Neurons  $e_1$  im Hidden-Layer (HL) wie folgt:

$$(1) \quad e_1(HL) = e_1(OL) * (w_{11}/(w_{11} + w_{21})) + e_2(OL) * (w_{12}/(w_{12} + w_{22}))$$

$$(2) \quad e_1(HL) = 0,8 * (2/(2 + 3)) + 0,5 * (1/(1 + 4)) = 0,8 * 0,4 + 0,5 * 0,2 = 0,32 + 0,1 = 0,42$$

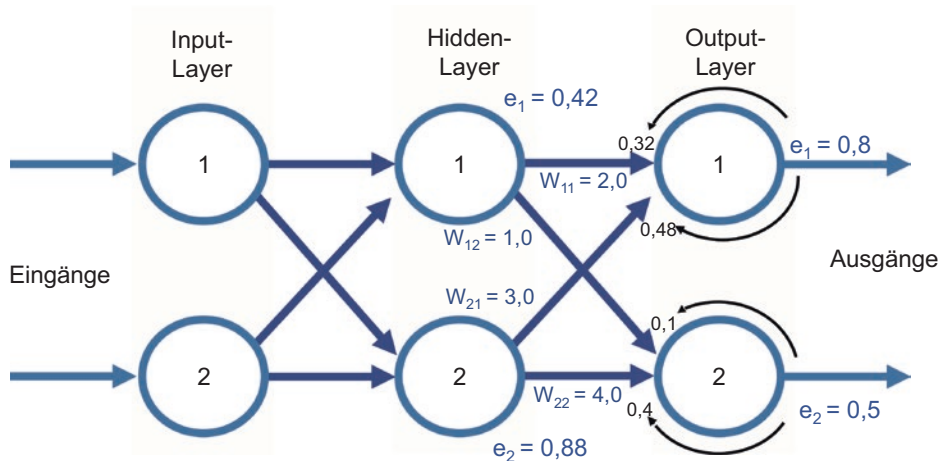
Entsprechend berechnet sich der Fehler des Neurons  $e_2$  im HL:

$$(1) \quad e_2(HL) = e_1(OL) * (w_{21}/(w_{11} + w_{21})) + e_2(OL) * (w_{22}/(w_{12} + w_{22}))$$

$$(2) \quad e_2(HL) = 0,8 * (3/(2 + 3)) + 0,5 * (4/(1 + 4)) = 0,8 * 0,6 + 0,5 * 0,8 = 0,48 + 0,4 = 0,88$$

(siehe Abb. 1.6).

Nach der entsprechenden Fehlerberechnung jedes Neurons im HL und im IL geht es darum die Gewichte so zu aktualisieren, dass bei der nächsten Vorwärtsrechnung mit den gleichen Eingangsdaten die Fehler in der Ausgabeschicht minimiert werden. Diese Aktualisierung der Gewichte wird so oft durchgeführt bis die Abweichung der Ergebnisse von dem Soll ein Optimum erreicht hat und weitere Durchgänge keine signifikanten Verbesserungen zeigen. Die einzelnen Durchgänge der Berechnung der Werte und der darauffolgenden Optimierung der Gewichtungen nennt man auch **Epoche**.



**Abb. 1.6** Fehler-Backpropagation Berechnung (Quelle: Tariq Rashid 2017)

Die Herleitung der Formeln auf Basis des Gradientenverfahrens ist in der Publikation „Neuronale Netze selbst programmieren“ von Tariq Rashid ausführlich beschrieben.<sup>2</sup> Die Formel für die Berechnung der neuen Gewichtungen ist:

$$neu\_w_{jk} = alt\_w_{jk} - \alpha * \frac{\delta E}{\delta w_{jk}}$$

$\alpha$  ist die sogenannte Lernrate. Diese steuert die schrittweise Anpassung der Gewichte. Hohe Lernraten bewirken größere Anpassungssprünge, niedrigere bewirken kleine Schritte bei der Anpassung der Gewichte im Gradientenverfahren. Eine mögliche Strategie ist die schrittweise Verringerung einer anfänglich hohen Lernrate. Die Lernrate wird mit einem Anfangswert  $0 < \alpha < 1$  belegt.

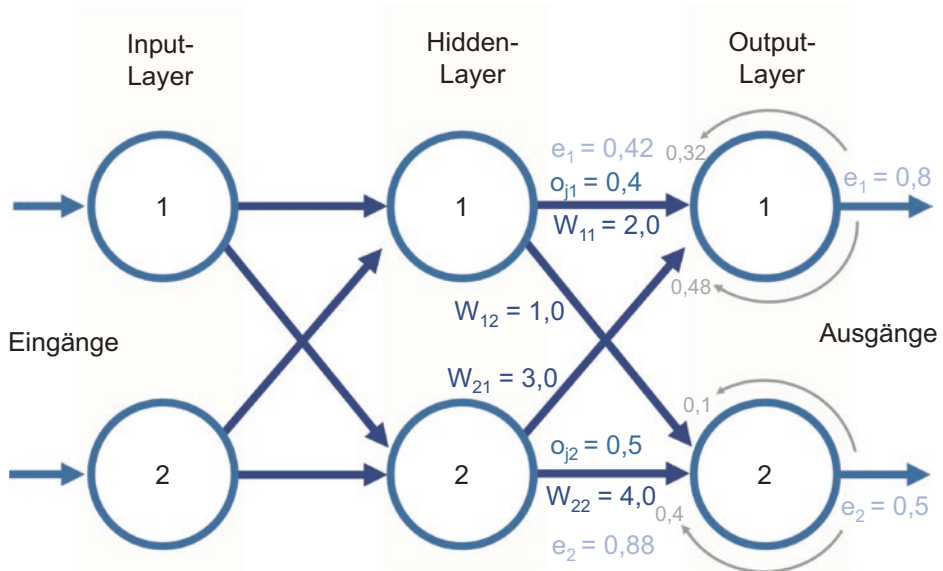
Der Term

$$\delta E / \delta w_{jk}$$

gibt an wie sich der Fehler  $E$  ändert, wenn das Gewicht  $w_{jk}$  geändert wird. Mit jeder Epoche soll dieser Anstieg der Fehlerfunktion minimiert werden, d. h. das Optimum soll erreicht werden (der maximal mögliche Gradientenabstieg).

$$\frac{\delta E}{\delta w_{jk}} = -(t_k - o_k) * \text{sigmoid} \left( \sum_j w_{jk} * o_j \right) \left( 1 - \text{sigmoid} \left( \sum_j w_{jk} * o_j \right) \right) * o_j$$

<sup>2</sup>Vgl. Rashid (2017, S. 70 – 81).



**Abb. 1.7** Beispiel Gewichtsaktualisierung (Quelle: Tariq Rashid 2017)

$t_k$  ist der Sollwert des Ausgabeneurons  $k$ ,  $o_k$  ist der berechnete Ausgabewert des Ausgabeneurons  $k$ , die Differenz  $t_k - o_k$  ist der Fehler  $e_k$ . Der Term *sigmoid* ( $\sum_j w_{jk} * o_j$ ) stellt die Berechnung des Ausgabewerts  $o_k$  dar.

$$e_k = (t_k - o_k)$$

$$o_k = \text{sigmoid} \left( \sum_j w_{jk} * o_j \right)$$

Daraus erfolgt die vereinfachte Darstellung des Anstiegs der Fehlerfunktion:

$$\frac{\delta E}{\delta w_{jk}} = -(t_k - o_k) * o_k(1 - o_k) * o_j$$

$o_j$  ist der Ausgabewert des Neurons der vorhergehenden Schicht. Die Berechnung wird an dem folgenden Beispiel verdeutlicht (siehe Abb. 1.7).

Die Fehlerwerte der Ausgabeschicht  $e_1$  ( $=e1(OL)$ ) und  $e_2$  ( $=e2(OL)$ ) sind die angenommenen Werte aus dem Berechnungsbeispiel der Fehlerberechnungen von  $e1(HL)$  und  $e2(HL)$ . Genauso werden die Ausgabewerte der verdeckten Schicht (HL)  $o_{j1}$  ( $=o_{j1(HL)}$ ) und  $o_{j2}$  ( $=o_{j2(HL)}$ ) für das Berechnungsbeispiel vorgegeben.

$$e_{input1} = e_{hidden1} * \frac{w_{11}}{w_{11}+w_{21}} + e_{hidden2} * \frac{w_{12}}{w_{12}+w_{22}}$$

$$e_{input1} = 0,42 * \frac{3}{3+2} + 0,88 * \frac{1}{1+7} = 0,42 * 0,6 + 0,88 * 0,125 = 0,252 + 0,11 = 0,362$$

$$e_{input2} = 0,88 * \frac{7}{7+1} + 0,42 * \frac{2}{2+3} = 0,88 * 0,875 + 0,42 * 0,4 = 0,77 + 0,168 = 0,938$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{12}} = -0,5 * 0,9168 * 0,08317 * 0,4 = -0,01525$$

$$neu\_w_{12} = 1,0 - (0,1 * -0,01525) = 1,001525$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{21}} = -0,8 * 0,909 * 0,091 * 0,5 = -0,033$$

$$neu\_w_{21} = 3,0 - (0,1 * -0,033) = 3,0033$$

$$\frac{\partial E}{\partial w_{22}} = -0,8 * 0,9168 * 0,08317 * 0,5 = -0,0305$$

$$neu\_w_{22} = 4,0 - (0,1 * -0,0305) = 4,00305$$

**Abb. 1.8** Gewichtsaktualisierung Ergebnisse

$$\frac{\delta E}{\delta w_{jk}} = -(t_k - o_k) * \text{sigmoid} \left( \sum_j w_{jk} * o_j \right) \left( 1 - \text{sigmoid} \left( \sum_j w_{jk} * o_j \right) \right) * o_j$$

Die Berechnung der einzelnen Terme führt für die Aktualisierung des Gewichts  $w_{11}$  zu folgendem Ergebnis:

$$(1) e_k = t_k - o_k = e_1 = e1(OL) = 0,8$$

$$(2) \sum_j w_{jk} * o_j = (w_{11} * o_{j1}) + (w_{21} * o_{j2}) = (2 * 0,4) + (3 * 0,5) = 0,8 + 1,5 = 2,3$$

$$(3) \text{sigmoid}(2,3) = 1 / (1 + e^{-2,3}) = 0,909$$

$$(4) (1 - \text{sigmoid}(2,3)) = 0,091$$

$$(5) o_j = o_{j1} = o_{j1}(HL) = 0,4$$

$$\frac{\delta E}{\delta w_{jk}} = -0,8 * 0,909 * 0,091 * 0,4 = -0,02647$$

Daraus folgt die Gewichtsaktualisierung bei einer Lernrate von  $\alpha = 0,1$ :

$$neu\_w_{jk} = alt\_w_{jk} - \alpha * \frac{\delta E}{\delta w_{jk}}$$

$$\text{neu\_}w_{11} = \text{alt\_}w_{11} - (0,1 * -0,02647) = 2,0 - (-0,002647) = 2,0 + 0,002647 = 2,002647$$

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Gewichte  $w_{12}$ ,  $w_{21}$  und  $w_{22}$  sind in der Abb. 1.8 dargestellt.

Die Gewichtsadjustierungen sind eher marginal. Über viele Iterationen bzw. Epochen werden sich die Gewichte so weit anpassen, dass das trainierte KNN Ergebnisse produziert, die nahezu den Trainingsbeispielen entsprechen.

Die Berechnungen sind selbst bei einem solchen Mikro-KNN umfangreich. Aber der Algorithmus ist einfach und performante Rechner können diese Berechnung auch bei einem KNN mit mehreren Tausend und der entsprechenden Anzahl von Verbindungskanten und Gewichten in kürzester Zeit durchführen. Die dann vorhandene Muster- oder Merkmalsausprägung liefert Ergebnisse die mit hoher Wahrscheinlichkeit richtig sind. Beispielsweise arbeiten KNN für die Verkehrsschilderkennung mit einer Erfolgsquote von 99,5 % und somit damit den kognitiven Leistungen von Menschen, die bei 98,8 % liegt überlegen und das bei einer weit größeren Geschwindigkeit.<sup>3</sup> Zudem können diese Systeme mit Aktoren verbunden werden, die z. B. Bremsvorgänge automatisch einleiten.

---

### 1.3 Der Einsatz von KNN bei KMU

Warum ist der Einsatz von KI und KNN für KMU anders als bei Großunternehmen? Da sind insbesondere die fehlenden Voraussetzungen:

- KMU verfügen über begrenzte Ressourcen für IT und speziell für KI. Damit sind die KI-Expertise und die Möglichkeiten für den Know-how Aufbau in KI limitiert.
- Die Eruiierung der passenden Geschäftsprozesse und Funktionen. Zumeist fehlt eine umfassende Digitalisierungsstrategie und ein Verständnis dafür, welche der Prozessschritte für eine Digitalisierung mit KNN geeignet sind.
- Die ausreichende Datenqualität und -quantität. Optimal wäre das Vorhandensein von strukturierten Daten in einem ausreichenden Volumen. Das ist bei einzelnen KMU meist nicht gegeben. Eine Lösung könnte hier die Kooperation durch Branchen- oder Industrieverbände sein bzw. Intermediäre, die die entsprechenden Tools für mehrere (auch konkurrierende) Unternehmen neutral anbieten könnten.
- Der Aufbau von KI und KNN erfordert initial eine Investitionsbereitschaft. Diese ist oft nicht vorhanden. Die Potentiale zur Erlösoptimierung bzw. Kostenreduktion werden nicht erkannt oder nicht geglaubt. Hier hilft nur die Beschäftigung mit der Thematik, ggf. auch die Integration neuer, entsprechend ausgebildeter IT-Mitarbeiter (oder zumindest IT-affiner Mitarbeiter).

---

<sup>3</sup>Siehe: Auto Motor & Sport 1/2019 (2019 S. 114–115).