

White Paper – GEFMA 929  
Version 1.0

# KI im Immobilien- management

Autor: gefma Arbeitskreis Digitalisierung  
Veröffentlicht durch: gefma

Version: 1.0/2024-04

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1	Motivation und Zielsetzung des White Papers	3
1.2	KI – was verbirgt sich dahinter?	4
1.3	Zielsetzung und Anwendungsbereiche von KI im Immobilienmanagement	6
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1	Existierende Grundlagen	7
2.2	Welche KI-Ansätze gibt es?	12
2.3	Rechtliche und ethische Grundlagen	17
<b>3</b>	<b>Status quo der Systemunterstützung</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>Anwendungsszenarien und Beispiele</b>	<b>22</b>
4.1	Workplace Management	23
4.2	Instandhaltungsmanagement	26
4.3	Inbetriebnahme	29
4.4	Mietmanagement	31
4.5	Übersetzungen von immobilienpezifischen Dokumenten	33
4.6	Muster- und Objekterkennung aus Punktwolken	35
<b>5</b>	<b>Verprobung der Use Cases durch Anwenderbefragung</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Nutzen und Wirtschaftlichkeit von KI</b>	<b>45</b>
6.1	Prozessbezogene Wertschöpfung	47
6.2	Qualitätsbezogene Wertschöpfung	49
6.3	Ressourcenbezogene Wertschöpfung	50
<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>51</b>
7.1	Einsatzbereiche von KI in der Immobilienwirtschaft	51
7.2	Kritische Betrachtung und Limitationen	52
7.3	Ausblick	54
<b>8</b>	<b>Quellen</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>58</b>
	Impressum	59

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation und Zielsetzung des White Papers

Die Künstliche Intelligenz (KI) oder auch Artificial Intelligence (AI) ist ein seit den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts etabliertes Forschungsgebiet der Informatik, welches viele Fachdisziplinen in sich vereint. Nachdem die KI stets von hohem wissenschaftlichem Interesse war, hat die Allgemeinheit die KI mit ihren vielseitigen Einsatzgebieten erst in den letzten Jahren verstärkt wahrgenommen, z. B. im Bereich der Mustererkennung, der Sprachverarbeitung und des autonomen Fahrens. Die Methoden und Technologien hinter der KI bleiben selbst dem interessierten Laien oftmals verborgen. Potenzielle Auswirkungen auf die Wirtschaft, aber auch die Privatsphäre sind hingegen offensichtlicher.

Natürlich macht diese Entwicklung mit ihren vielfältigen Chancen und Risiken auch nicht vor der Immobilien- und Facility-Management-Branche halt (May, 2018. May et al., 2022). Die KI wird unser Leben und damit auch unsere Arbeitsumwelt so nachhaltig beeinflussen wie kaum eine andere Technologie in den letzten Jahrzehnten. Dies war dem Arbeitskreis Digitalisierung (AKD) der gefma Anlass, sich des Themas anzunehmen und die Ergebnisse in dem vorliegenden White Paper zusammenzufassen.

Hierbei wendet sich das White Paper nicht vordergründig an den IT-Spezialisten, sondern an interessierte Personen, die als Auftraggeber, Auftragnehmer, Berater, Softwareanbieter oder auch Lehrende und Lernende für die Digitalisierung Verantwortung tragen oder sich auch nur für die neuen Anwendungsmöglichkeiten der KI in ihrem Aufgabenbereich interessieren.

## 1.2 KI – was verbirgt sich dahinter?

Die Grundlagen der KI gehen bis in das 17. Jahrhundert zurück, als Charles Babbage die revolutionäre Idee einer Analytical Engine hatte. Aber erst im 20. Jahrhundert waren die Voraussetzungen geschaffen, um einen funktionsfähigen (elektronischen) Computer nicht nur zu erdenken, sondern auch zu bauen. Wir sind heute noch weit davon entfernt, den Begriff Intelligenz abschließend definieren zu können. Die KI versucht, menschliche Wahrnehmungen sowie menschliche Entscheidungen und Handlungen durch Maschinen nachzubilden. KI ist ein Teilbereich der Informatik, der sich der Lösung kognitiver Probleme widmet, die häufig mit menschlicher Intelligenz in Verbindung gebracht werden, wie z. B. Lernen, Problemlösung, Argumentation und Mustererkennung. Zu den unstrittigen Merkmalen, die intelligentes Verhalten aufweisen muss, zählen Lernfähigkeit, die Fähigkeit logischen Schlussfolgerns, Planungsfähigkeit, Problemlösungsfähigkeit und motorische Intelligenz. Hierfür wirken viele Fachdisziplinen zusammen.

In den Anfängen waren dies die Theorien des axiomatischen Schließens, der mechanischen Berechnungen und der Psychologie der Intelligenz. Heute sind weitere Gebiete wie die Kognitionswissenschaft, Neurologie, Evolution, Statistik, Multimedia, Analyse und Data Mining, Sprachwissenschaft und die Philosophie hinzugekommen.

Nach Jahrzehnten intensiver Forschung wurde erkannt, dass eine „denkende“ Maschine nicht konstruiert werden kann, ohne das menschliche Denken intensiv zu erforschen. Die Grenzen zwischen intelligentem und nicht intelligentem Verhalten sind immer noch nicht klar definiert. Unbestritten ist, dass Intelligenz zumindest Lernen, Kreativität, gefühlsmäßige Reaktion, Sinn für Ästhetik und Selbstbewusstsein umfasst.

Wann ist eine Maschine aber nun intelligent? Diese Frage beschäftigt die KI-Forscher seit vielen Jahren. Allgemein anerkanntes Messinstrument ist der Turing-Test aus dem Jahr 1950, benannt nach dem berühmten englischen Mathematiker Alan Turing, der diesen Test Imitation Game nannte. Hierbei kommuniziert ein Mensch parallel mit einem anderen Menschen und einer Maschine ohne Sicht- oder Hörkontakt. Beide Gesprächspartner (Mensch und Maschine) beantworten Fragen und versuchen, den Fragesteller davon zu überzeugen, dass sie denkende Menschen sind. Wenn der Tester nach der Unterhaltung nicht eindeutig entscheiden kann, welcher von beiden Gesprächspartnern die Maschine ist, hat die Maschine den Test bestanden und darf als intelligent gelten. Bislang ist noch kein Computerprogramm bekannt, welches den Turing-Test bestanden hätte. Von einigen Systemen wie Googles LaMDA oder Chatbots wie Gostman oder ChatGPT wird behauptet, sie hätten diesen Test erfolgreich bestanden. In der wissenschaftlichen Welt wird dies aber immer noch kontrovers diskutiert. Dies deutet auf die außerordentliche Komplexität natürlicher Intelligenz hin. Aber das Bestehen des Tests durch moderne Chatbots ist absehbar.

In der Vergangenheit konnte die KI immer wieder Erfolge in bestimmten eingeschränkten Aufgabenbereichen feiern. Hierzu zählen Brettspiele wie Schach und das viel komplexere Go, der Einsatz von Robotern in der Fertigung und dem Gesundheitswesen, aber auch beim Finden mathematischer Beweise. Inzwischen sind die Wissenschaftler aber wesentlich ambitionierter. So gibt es Pläne, eine sogenannte generelle KI zu bauen – also ein System, das nicht nur eine klar umschriebene Aufgabe erledigt, sondern die Welt umfassend versteht, sich in ihr orientieren kann und beliebige Probleme lösen kann (Göring, 2017). Es geht darum, Maschinen zu entwickeln, die genauso intelligent wie Menschen sind oder sogar intelligenter. Für

viele Forscher ist offensichtlich, dass heutige KIs bereits Formen von Bewusstsein besitzen. So sind sie neugierig, kreativ und zeigen Individualität. Allerdings mussten Prognosen über die schnelle Entwicklung intelligenter Maschinen im Laufe der Entwicklung immer wieder korrigiert werden (Buxmann & Schmidt, 2019). Neben den vielen bereits existierenden und gängigen Modellarten wie Datenmodellen, statistischen Modellen, Rollen-basierten Expertensystemmodellen und Operations-Research-Modellen repräsentiert die KI eine neue Klasse von Modellen.

KI-Modelle sind insofern einzigartig, als dass sie die Fähigkeit zum Lernen besitzen. Hierfür nutzen sie umfangreiche Daten, mit denen sie immer wieder erneut „gefüttert“ werden. Dadurch sind sie i.d.R. in der Lage, ihre Wahrnehmungen und Reaktionen im Laufe der Zeit immer weiter zu verbessern.

Maschinelles Lernen (ML – Machine Learning) ist eine Teildisziplin der KI, die Methoden und Technologien umfasst, welche zum Lernen verwendet werden. Bei ML geht es darum, Maschinen in die Lage zu versetzen, selbständig zu lernen. Dabei müssen oftmals Muster erkannt und Vorhersagen getroffen werden. Das Lernen kann hierbei entweder trainiert oder unkontrolliert erfolgen. Ein typisches Beispiel für den Einsatz von ML und Mustererkennung ist das autonome Fahren, bei dem in Echtzeit Gefahrensituationen erkannt und beurteilt werden müssen sowie unmittelbar gehandelt werden muss. Die Anwendung von Maschinellern Lernen erfordert spezifische Kompetenzen. Dies gilt nicht nur in Bezug auf das Datenmanagement, sondern auch bei Aufbau und Konfiguration neuronaler Netze sowie bei den Lernphasen, während welcher Daten in das Netz eingespeist und Korrekturen auf Basis der Ergebnisse vorgenommen werden.

Viele Fortschritte in der KI beruhen auf Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN). Hierunter werden Hardware und Softwareverfahren verstanden, die versuchen, das Nervensystem des menschlichen Gehirns nachzubilden. Dabei erfolgt die Informationsverarbeitung ähnlich wie in der Natur, wobei Informationen über Verbindungen zwischen den (künstlichen) Neuronen weitergeleitet werden. In der Regel werden sehr große Datenmengen (Big Data) benötigt, damit ein neuronales Netz effektiv lernen kann. Maschinelles Lernen kann mit sehr unterschiedlichen Datentypen arbeiten. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Fähigkeit dieser Systeme, Bilder zu analysieren und sogar zu erzeugen. Heutzutage erkennen Computer Gesichter mit einer besseren Genauigkeit und Zuverlässigkeit als Menschen und generieren Bilder, denen man einen künstlerischen Ausdruck nicht absprechen kann. KNN bilden vielfach (aber nicht ausschließlich) die Grundlage für die unterschiedlichen Formen des ML, die auch in der Immobilienbranche zunehmend Bedeutung erlangen. Bei komplexen KNN geschieht das zumeist über sogenannte Deep-Learning-Verfahren. Inzwischen stehen neben kommerziellen Entwicklungsumgebungen für ML-Applikationen auch zahlreiche Open Source Frameworks zur Verfügung.

### 1.3 Zielsetzung und Anwendungsbereiche von KI im Immobilienmanagement

Das Ziel des KI-Einsatzes im Immobilienmanagement unterscheidet sich nicht grundlegend von dem in anderen Anwendungsfeldern. Es geht darum, den Menschen bei aufwändigen Arbeiten, die oftmals Kreativität verlangen, und bei komplexen und schwierigen Entscheidungen zuverlässig zu unterstützen.

Eine gute Übersicht über Anwendungsfelder der KI in den Bereichen Entwurf und Konstruktion, Real Estate und Smart Cities sowie FM findet sich in (Hoar et al., 2017. Altmannshofer, 2018. May, 2018). Im Bereich Facility Services betrifft dies z. B. Catering, Empfang/Helpdesk, Reinigung, Sicherheit, Inspektion, Instandhaltung, Flächenbelegung und -management sowie Logistik. Aber auch im generativen Design finden sich KI-Beispiele (May, 2020).

Es soll an dieser Stelle ausdrücklich auf den disruptiven Charakter von KI hingewiesen werden. Dies ist mit der Aufforderung verbunden, auch im Immobilienbereich die nötigen Kompetenzen aufzubauen, um diese Technologie gefahrlos und mit Gewinn einsetzen zu können.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Existierende Grundlagen

Nicht erst seit den neuesten Aktivitäten und Entwicklungen rund um die Lösung ChatGPT (Thoma, 2023) hat das Thema KI zunehmend mehr gesellschaftliche und wirtschaftliche Beachtung gewonnen. Verfolgt man derzeit Veröffentlichungen aus verschiedensten Bereichen in Technik und Wirtschaft, so kann man feststellen, dass viele neue Anwendungsbereiche für KI identifiziert werden und viele Produkte und Dienstleistungen damit werben, dass sie KI-unterstützt sind. Dabei gilt es jedoch genauer zu differenzieren, denn nicht überall dort, wo KI draufsteht, ist auch KI drin.

So gibt es immer noch sehr viele Bereiche, in denen deterministische Algorithmen in der Vergangenheit auch schon sehr gute Ergebnisse gebracht haben und in denen KI keine nennenswerten Verbesserungen bringt. Als Beispiel sei hier z. B. die automatisierte Verarbeitung von Rechnungen und Lieferscheinen genannt, die in einem strukturierten Format z. B. dem ZUGFERD-Format (AWV, 2023) vorliegen. Die elektronischen Rechnungen, die mittels strukturierter Datenformate zwischen Lieferanten und Kunden übertragen werden, können rein auf Basis von deterministischen Algorithmen erstellt und verarbeitet werden, ohne dass dazu der Einsatz von KI erforderlich ist.

Das Einlesen von Rechnungsdaten in unstrukturierten Formaten z. B. durch Scannen und Texterkennung von Rechnungen und Lieferscheinen kann jedoch durch den Einsatz von KI hinsichtlich Effizienz und Präzision merklich verbessert und automatisiert werden, weil der Anteil der manuell nachzubearbeitenden Rechnungen deutlich reduziert werden kann. Lösungen wie Contract Intelligence von MRI (MRI Software LLC, 2023) oder von OpenText (Open Text Corporation, 2023) können hier als Beispiele angeführt werden.

Anwendungsfälle für die Verarbeitung von Eingangsrechnungen sind in der Immobilienwirtschaft hinlänglich bekannt, z. B. bei Versorger- und Entsorger-Rechnungen, Grundbesitzabgaben und Rechnungen von Service-Technikern.

#### Wie ist Künstliche Intelligenz definiert?

Die Interdisziplinarität der KI-Forschung sowie die damit einhergehenden Randbedingungen und Komplexität der Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet wurden bereits im Einleitungskapitel beschrieben. Die Problematik, die mit dieser Interdisziplinarität verbunden ist, liegt in der Komplexität der menschlichen Denk-, Verhaltens- und Entscheidungsprozesse, welche die KI nachahmen oder zumindest unterstützen soll. Dies hat zur Folge, dass neueste softwarebasierte KI-Lösungen derzeit lediglich einfachere Sachverhalte nachahmen und damit unterstützen.

Eine weitere Begrenzung des KI-Fortschritts war in der Vergangenheit dadurch gegeben, dass die Rechenkapazitäten von Computern nicht ausreichend waren, um KI-Ergebnisse in einem angemessenen Zeitrahmen zu erzeugen. Der Mensch war schlichtweg schneller als die Maschine. Vor diesem Hintergrund hat Searle (Searle, 1980) die Unterscheidung zwischen „Schwacher“ und „Starker“ KI eingeführt.

Unter Schwacher KI werden alle Anwendungsfälle zusammengefasst, bei denen einfachere Syntaxregeln und fest vorgegebene Verhaltensregeln durch die KI, jedoch keine semantischen Regeln im Sinne einer

komplexen Sprach- oder Textproduktion zu befolgen sind. Dies trifft z. B. auf Sprachausgaben in Navigationssystemen, bei einfachen Übersetzungsprogrammen oder Texterkennungen (OCR – Optical Character Recognition), z. B. beim Scan von Lieferscheinen zu.

Unter Starker KI werden alle Anwendungsfälle verstanden, bei denen menschliche Intelligenz und Verhaltensweisen nachgebildet sowie selbständig komplexere Entscheidungen getroffen werden. Hier bedarf es jedoch, wie bereits oben erwähnt, eines noch besseren Verständnisses, was menschliche Intelligenz und Denken angeht. Bei der Erstellung dieses White Papers hat das Autorenteam versucht, Teile des Textes mittels ChatGPT zu erstellen. Es kam zum Ergebnis, dass die Erstellung ohne KI (noch) erfolgreicher ist. In einem Positionspapier von EVANA (Fischer et al., 2021) wird deshalb nicht mehr von Starker und Schwacher KI gesprochen, sondern von „Situationsbezogener“ und „Allgemeiner“ KI.

Unter Situationsbezogener KI werden dort alle Anwendungsbereiche zusammengefasst, bei denen regelbasierte Logikprozesse unterstützt werden sollen. Dies sind z. B. Spiel- und Schachcomputer, Fahr- und Navigationsassistenten oder auch Assistenten, die bestimmte menschliche Verhaltensmuster erkennen können und z. B. Gebäude danach steuern (Smart Home / Smart Building) (gefma, 2022).

Als Allgemeine KI bezeichnet EVANA Fähigkeiten zum Erkennen logischer Zusammenhänge oder das Nachahmen durch Beobachten. Beides bedarf großer Datenmengen, die bei der Entscheidungsfindung als Grundlage herangezogen werden müssen. Dies macht eine umfassende und effiziente Realisierung schwer und erlaubt dies nur für bestimmte klar abgegrenzte Teilbereiche.

Wie Einsatzbereiche von KI auch definiert sein mögen, den meisten Arten der KI ist gemein, dass sehr große Datenmengen für das Trainieren der KI erforderlich sind, damit diese dann im Folgeschritt verwertbare Ergebnisse liefern kann. Aufgrund folgender Randbedingungen wird jedoch der Einsatz von KI in der Immobilienwirtschaft eingeschränkt:

- **Eigentümerstruktur**

Die Eigentümerstruktur in der Immobilienwirtschaft ist stark atomistisch<sup>1</sup> geprägt. Es gibt keine Oligopol- oder Monopol-Gesellschaften, die große Teile des Immobilienbestandes besitzen. Dadurch ist der Zugriff auf elektronisch verfügbare Datenbasen sehr schwierig bis nahezu unmöglich, weil Unternehmen ihre Datenquellen und Daten zur Verfügung stellen müssten. Dies widerspricht auch dem in der Immobilienbranche zumindest in Deutschland ausgeprägten Wunsch nach Geheimhaltung.

- **Software-Anbieter**

Neben einer stark heterogenen Eigentümerstruktur existiert ein ebenso stark diversifizierter Anbietermarkt für immobilienwirtschaftliche Software, der sowohl angestammte Marktteilnehmer als auch Start-Ups für immobilienwirtschaftliche Software-Anwendungen umfasst. Dies erschwert den Zugriff auf die

---

<sup>1</sup> Die atomistische Konkurrenz ist eine Marktform, bei der einer großen Anzahl von Anbietern eines Produktes eine große Anzahl von Nachfragern gegenübersteht (Wirtschaftslexikon, o.J.)



benötigten Datenquellen ebenfalls. Anbieter von Cloud-basierten Softwarelösungen hätten hier sicherlich einen Vorteil, sind jedoch durch restriktive Auslegung von Richtlinien des Datenschutzes sowie die noch nicht umfängliche Verbreitung ihrer Lösungen ebenfalls limitiert.

#### ■ **Datenstandards**

Es existieren derzeit etliche Versuche, einheitliche Datenstandards für Immobiliendaten zu definieren. Dies steckt jedoch noch in den Anfängen. Erste Ansätze gibt es mit dem Standard gif-IDA, der im Mai 2020 von der gif – Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V. veröffentlicht wurde. Dies wird durch den polypolistischen Markt der Software-Anbieter sicherlich erschwert. Laut einer Studie von EY Real Estate und des ZIA schreiben 95 % der Umfrageteilnehmer der KI einen hohen Nutzen zu (Fischer et al., 2021). Dies unterstreicht den Bedarf an Standardisierung.

#### ■ **Bereitschaft**

Hierunter versteht man die stark entwicklungsbedürftige Bereitschaft, Daten in elektronischer Form untereinander auszutauschen, wodurch keiner Seite ein Wettbewerbsnachteil entstehen würde, da Immobilien ortsfest sind und Immobilienanbieter bis auf wenige Ausnahmen lokal bis regional agieren.

Abgeleitet aus dieser Definition lassen sich folgende Einsatzbereiche von KI-Anwendungen in der Immobilienbranche identifizieren:

##### **1. Marktanalysen und Transaktionsunterstützung**

Auswertung von Immobilien-Transaktionsdaten (Größe, Lage, Alter, Art, Kaufpreis, Ausstattung) für Marktwertbestimmungen und Due Dilligences bei Transaktionen.

##### **2. Projektentwicklung Bau**

Unterstützung bei Lagepotenzialanalysen und Lagebewertungen sowie bei der Erstellung von Grundrissen und Entwurfsplanungen. Hier hat Dengel erste Einblicke in die KI-gestützte Entwurfsplanung für Wohngebäude gegeben (Dengel, 2022).

##### **3. Bauabwicklung**

Teilautomatisierung von Aufgaben der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren (SiGeKo) und der Baustellenüberwachung mit optischen Sensoren. Optimierung von Baustellenlogistik und Abläufen in Verbindung mit BIM Modellen, Lean Management bis hin zur Baumaschinen-/Gerätesteuerung.

##### **4. Fondsmanagement**

KI-basierte Unterstützung von Investitionsempfehlungen und Reporting für bestimmte Anlagemuster.

##### **5. Betrieb und Management**

Dies umfasst einen breiten Aufgabenbereich von der Auswertung jedweden Schriftverkehrs bis hin zur KI-gestützten Auswertung von Sensordaten, z. B. für die Verbrauchsmessung (Steuerung von

Heizungs- und Klimaanlage), die Instandhaltung technischer Anlagen (Predictive Maintenance) oder die Steuerung von Arbeitsplatz-/Parkplatznutzungen (Optimierung der Flächenbedarfe und Flächenbelegungen).

#### **6. Vermietung und Mieterbetreuung**

Hier seien Auswertungen zum Mieterverhalten oder Zahlungsverhalten und zur Bonität genannt. Sowohl im gewerblichen als auch wohnungswirtschaftlichen Kontext sei hier jedoch auf entsprechende Datenschutzrichtlinien hingewiesen, die derartige Auswertungen über ein großes Spektrum nicht zulassen oder stark einschränken.

Aufgrund der thematischen Ausrichtung von gefma erfolgt hier eine Konzentration auf die beiden letzten Punkte bei der weiteren Betrachtung. Weitere Ausführungen dazu finden sich im Kapitel 4.

Angesichts des großen Entwicklungspotenzials beim Einsatz von KI in der Immobilienwirtschaft könnten Kritiker zum Schluss kommen, das Thema zunächst nicht weiter zu betrachten und darauf zu warten, bis Lösungen am Markt vorhanden sind, die einfach implementiert und genutzt werden können. Dies ist jedoch ein Trugschluss, da der Einsatz von KI nicht nur ein Tool ist, sondern eine Methode, die Arbeitsweisen und Prozesse verändern wird und die schon heute Einzug in die Arbeitswelten hält. Diese These wird durch eine von McKinsey erstellte Studie gestützt (Chui et al., 2023).

Die Studie zeigt, dass laut der befragten Unternehmen die meisten Anwendungen, bei denen die KI bereits im Einsatz und in Produkte und Lösungen integriert ist, in den Feldern Automatisierung (39 %), Computer Visualisierung (34 %) und der Spracherkennung/Texterkennung (33 %) zu finden sind. Die Erzeugung von Digitalen Zwillingen (24 %) und Sprachverständnis (23 %) liegen im Mittelfeld.

Heruntergebrochen auf die Ebene der einzelnen Anwendungsfälle geben die befragten Unternehmen an, dass die Optimierung von Serviceprozessen für Wartung/Instandhaltung (24 %), Analyse der Kunden-Service-Abwicklung (19 %), Kundencenter-Automatisierung (16 %) und Predictive Maintenance (14 %) die Bereiche repräsentieren, in denen mindestens ein KI-Szenario umgesetzt wurde.

Dies alles sind Themen- und Anwendungsfelder, die auch für die Immobilienwirtschaft relevant sind.

Ebenso zeigt die McKinsey Studie, dass Unternehmen, die sich heute schon mit der Nutzung von KI für die Unterstützung ihrer Unternehmensprozesse auseinandersetzen, einen Wettbewerbsvorteil haben, der gegenüber Unternehmen, die sich noch nicht oder erst seit Kurzem mit dem Thema beschäftigen, stetig wächst.

Erfolgsfaktoren dafür sind:

- Entwurf einer IT-Strategie, die auf die Unternehmensstrategie abgestimmt ist
- Erstellung einer Roadmap zur Umsetzung verschiedener KI-Initiativen mit Mehrwertfokus (abgeleitet aus der IT-Strategie)
- Die Unternehmensführung unterstützt die KI-Strategie, auch finanziell
- Technische Möglichkeiten zur Datenintegration, um KI nutzen zu können
- Flexible IT-Unternehmens-Architektur, um KI-Modelle und -Lösungen für neue Anwendungsfälle integrieren zu können.

Ebenso wird deutlich, dass für die Einführung von KI in Unternehmen lange und kontinuierliche Anstrengungen notwendig sind, weil dies nicht nur die Einführung eines neuen Software-Tools oder mehrerer Tools darstellt, sondern eine Transformation des Unternehmens hin zu einer lernenden Organisation bedeutet. Diese nutzt die durch die Unternehmenstätigkeit gewonnenen Daten, um die KI für ihr spezielles Unternehmen zu trainieren.

## 2.2 Welche KI-Ansätze gibt es?

Es ist schwer, Künstliche Intelligenz zu definieren, da es allein für den Begriff „Intelligenz“ keine eindeutige Definition gibt. Am einfachsten kann die KI aber als ein Fachgebiet beschrieben werden, in dem Mechanismen entwickelt werden, um sehr große Datensätze zu bearbeiten und eigenständig Probleme zu lösen. Dazu gehören Teilbereiche des Machine Learning und der Neuronalen Netze. Das Deep Learning wiederum ist eine Art von neuronalem Netz und keine eigenständige Methode. Deep Learning bezeichnet prinzipiell nichts anderes als ein künstliches neuronales Netz, das mehrere Hidden Layer besitzt.

Zu den typischen Anwendungen der KI-Methoden gehören Anwendungen im Bereich der Expertensysteme, des maschinellen Lernens, der Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP – Natural Language Processing) und des maschinellen Sehens (Machine Vision) (Taulli, 2023).

### **Maschinelles Lernen**

Maschinelles Lernen basiert auf Algorithmen, die aus Daten lernen und somit Vorhersagen treffen können. Dazu verwendet es eine Kombination aus mehreren Technologien, die Daten erfassen, analysieren und verstehen. Dabei werden verschiedene Arten von Mustererkennung, Prognosemodellen und Entscheidungsbaum-Algorithmen verwendet.

Das Erkennen von Mustern und Gesetzmäßigkeiten sowie die anschließende Ableitung passender Entscheidungsvorschläge sind wichtige Anwendungsgebiete dieser Technologie.

Dazu werden die Algorithmen anhand von Beispiel-Datensätzen trainiert. Die Algorithmen bauen beim maschinellen Lernen ein statistisches Modell auf, das auf den Trainingsdaten beruht und gegen die Testdaten verprobt wird. Somit werden Muster und Gesetzmäßigkeiten in den Lerndaten erkannt. Die Versorgung mit passenden Daten spielt bei diesem Lernprozess eine besondere Rolle. Dieser Prozess wird so lange durchlaufen, bis das Ergebnis qualitativ hochwertig ist. So kann das System nach Abschluss der Lernphase unbekannte Daten beurteilen.

Es werden drei Arten des maschinellen Lernens unterschieden:

- Überwachtes maschinelles Lernen, wird durch die Verwendung von gekennzeichneten Datensätzen aus gegebenen Paaren von Ein- und Ausgaben definiert, um Algorithmen zu trainieren. Der Algorithmus lernt eine Funktion. Dabei stellt während des Lernens ein „Lehrer“ den korrekten Funktionswert zu einer Eingabe bereit. Ziel beim überwachten Lernen ist, dass dem Algorithmus nach mehreren Rechengängen mit unterschiedlichen Ein- und Ausgaben die Fähigkeit antrainiert wird, Assoziationen herzustellen. Während Eingabedaten in das Modell eingespeist werden, passt es seine Gewichtungen so lange an, bis das Modell angemessene Ergebnisse liefert. Überwachtes Lernen hilft Unternehmen, eine Vielzahl von realen Problemen in großem Umfang zu lösen.
- Nicht überwachtes maschinelles Lernen, auch als unüberwachtes maschinelles Lernen bezeichnet, verwendet maschinelle Lernalgorithmen, um Datensätze ohne Kennzeichnung zu analysieren und zu clus-

tern. Diese Algorithmen entdecken verdeckte Muster oder Datengruppierungen, ohne dass ein manueller Eingriff erforderlich ist.

- Verstärkendes maschinelles Lernen ist ein verhaltensbasiertes Modell für maschinelles Lernen, das dem überwachten Lernen ähnelt, aber der Algorithmus wird dabei nicht mit Stichprobendaten trainiert. Dieses Modell lernt mittels Versuchs und Irrtum. Eine Folge erfolgreicher Ergebnisse wird verstärkt, um die beste Empfehlung oder Richtlinie zur Lösung eines bestimmten Problems zu entwickeln (Ertel, 2021).

Mögliche Anwendungen:

- Überwachtes Lernen hilft Unternehmen, eine Vielzahl von realen Problemen in großem Umfang zu lösen, wie z. B. die Klassifizierung von Spam in einen separaten Ordner des Posteingangs.
- Die Fähigkeit von nicht überwachtem Lernen, Ähnlichkeiten und Unterschiede in Informationen zu entdecken, macht es zur idealen Lösung z. B. für explorative Datenanalysen, Cross-Selling-Strategien, Kundensegmentierungen oder Bild- und Mustererkennung.

### Neuronale Netze

Ein künstliches neuronales Netz (KNN, englisch „artificial neural network“, ANN) ist eine Methode des maschinellen Lernens. Es basiert auf dem biologischen Konzept von Neuronen. Neuronen in unseren Gehirnen sammeln Signale aus umliegenden Zellen, geben jedem Signal eine Gewichtung („wie wichtig ist dieses Signal?“) und entscheiden dann, ob sie selbst ein Signal senden.

Diesem Prinzip folgend sind künstliche neuronale Netze aufgebaut. Sie besitzen verschiedene Ebenen bzw. Schichten (Layer), bestehend aus einer Input-Ebene, mehrerer Zwischen-Ebenen und der Output-Ebene:

- Die Eingabeschicht (Input-Ebene) nimmt Informationen aus der Umwelt auf und speist diese in das neuronale Netz ein (z. B. das Foto eines Tieres).
- Die verborgene(n) Schicht(en) liegt/liegen zwischen der Eingabe- und der Ausgabeschicht. Hier werden die eingegebenen Informationen von den einzelnen Neuronen verarbeitet und anschließend weitergegeben. Der Name „verborgene“ Schicht bedeutet dabei, dass für Anwender meist nicht erkennbar ist, in welcher Form ein neuronales Netz die Eingabeinformationen in den verborgenen Schichten verarbeitet. Je komplexer das Problem ist, das mithilfe des künstlichen neuronalen Netzes gelöst werden soll, desto mehr Schichten werden benötigt.
- Die letzte Schicht eines neuronalen Netzes ist die Ausgabeschicht (Output-Ebene). Diese beinhaltet die Ausgabeneuronen, welche die eigentliche Entscheidung, auf die das neuronale Netz trainiert wurde, als Information ausgibt (z. B. die Kategorisierung Hund oder Katze).

Während die Eingabe der Aufnahme der Signale entspricht, wird in den mittleren Ebenen entschieden, wie das Netz darauf reagiert, um den Output zu generieren. Ganz praktisch kann man sich künstliche neuronale Netze als eine Reihe von Regeln in einem Computerprogramm vorstellen, welches dann selbstständig basierend auf der Eingabe lernt, wie es reagieren soll – das sogenannte abstrakte Konzept des Inputs. Im Fokus von KNNs steht eher das Grobkonzept der Signalverarbeitung zur Entwicklung eines Modells. Einfach gesagt, nutzt ein neuronales Netz Lernmaterial (z. B. Bilder), um daraus ein allgemeines Konzept ("Modell") abzuleiten bzw. zu erlernen. Dieses Konzept kann dann genutzt werden, um Werte oder Verhalten vorherzusagen oder neu präsentiertes Material in eine Kategorie (z. B. Hund oder Katze) einzuordnen.

Die Besonderheit von künstlichen neuronalen Netzen im Vergleich zu anderen Algorithmen, besonders auch zu anderen ML-Algorithmen ist, dass KNNs abstrakte Zwischenkonzepte lernen können. So kann bei der Eingabe "Gesicht" nicht nur entschieden werden, ob es ein Gesicht ist oder nicht, sondern das Netz lernt z. B., dass zwei runde Objekte (die Augen) auf der oberen Hälfte des Inputs positioniert sein müssen, um als Gesicht qualifiziert zu werden.

In jeder Schicht des Netzes prüft das System die Eingangssignale, d. h. bei Bildern auf einzelne Kriterien wie Farbe, Umrandung oder Formen. Mit jeder Prüfung kann der Computer besser bewerten, was auf dem Bild zu sehen ist. Zunächst werden die Ergebnisse fehlerbehaftet sein. Erhält das neuronale Netz Feedback von einem menschlichen Trainer und kann dadurch seinen Algorithmus anpassen, spricht man von maschinellem Lernen. Beim Deep Learning kann das menschliche Training entfallen. Das System lernt in diesem Fall aus der eigenen Erfahrung und wird umso besser, je mehr Datenmaterial ihm vorliegt.

Der Vollständigkeit halber sind hier die verschiedenen Arten von neuronalen Netzen erwähnt, ohne tiefer auf sie einzugehen. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Netztopologie und Verbindungsarten: einschichtig, mehrschichtig, Feed Forward Neural Networks, Recurrent (Feedback) Neural Networks und Convolutional Neural Networks.

Die Erkennung von handgeschriebenen Zahlen wird aus zwei Gründen gerne als Beispiel für künstliche neuronale Netze genutzt. Zum einen war die Erkennung von Zahlen für jedes Post-Unternehmen dieser Welt seit jeher eine Mammutaufgabe. Vor allem Postleitzahlen zu erkennen war eine der wichtigsten Aufgaben für den Menschen bei der Vorsortierung von Briefen, was massive Kosten verursacht hat. Als zweiten Grund für die Beliebtheit des Anwendungsfalls "Zahlenerkennung" kann man den 1998 veröffentlichten Datensatz "MNIST"<sup>2</sup> anführen. Dieser enthält 70.000 Bilder von handgeschriebenen Zahlen und wird seitdem gerne als Leistungsmetrik von Machine Learning Algorithmen eingesetzt.

Künstliche neuronale Netzwerke lassen sich besonders dann erfolgreich einsetzen, wenn umfangreiche, auszuwertende Datenmengen und nur wenig systematisches Lösungswissen vorhanden ist. Klassische Anwendungsfälle sind die Text-, Bild- und Spracherkennung. Sie können auch zum Einsatz kommen, um Prog-

---

<sup>2</sup> MNIST: „Modified National Institute of Standards and Technology database“ des National Institute of Standards and Technology (NIST). Das NIST ist eine Bundesbehörde der Vereinigten Staaten. Das Institut gehört zur technologischen Administration des Handelsministeriums und ist für Standardisierungsprozesse zuständig.

nosen und Simulationen zu erstellen, z. B. in der Wettervorhersage, der medizinischen Diagnostik oder auf den Aktienmärkten. Weitere Einsatzbeispiele sind die Betrugserkennung, die Vorhersage von Kundenverhalten oder von Absatz und Umsatz oder auch Zeitreihenanalysen. In der Industrie werden KNN teilweise in der Regelungstechnik eingesetzt, in der sie Soll-Ist-Werte überwachen und bei Abweichungen automatisiert Gegenmaßnahmen ergreifen oder eigenständig Soll-Werte anhand ihrer Datenauswertung modifizieren und vorgeben (Ertel, 2021).

### Deep Learning

Deep Learning ist ein Teilbereich der Künstlichen Intelligenz, der sich mit dem Einsatz von tiefen (deep) neuronalen Netzen befasst. Deep Learning basiert auf der Verwendung künstlicher neuronaler Netze. Das menschliche Lernen basiert auf Erfahrungen. Dabei gilt, dass ein großer Erfahrungsschatz einen positiven Einfluss auf das Lernverhalten des Menschen hat. Diesen Grundsatz macht sich das Deep Learning ebenfalls zunutze.

Der Namensbestandteil „deep“ bezieht sich auf die verborgenen Schichten des entstandenen neuronalen Netzes. Während vor allem klassische neuronale Netze lediglich zwei oder drei verborgene Schichten besitzen, zeichnen sich die tiefen Netze durch bis zu 150 verborgene Schichten aus.

Dadurch besitzen sie eine komplexe innere Struktur.

Die erste Schicht des neuronalen Netzes, die sichtbare Eingangsschicht, verarbeitet eine Rohdateneingabe, wie z. B. die einzelnen Pixel eines Bildes. Die in den versteckten (hidden) Layern enthaltenen Merkmale werden zunehmend abstrakt. Ihre Werte sind nicht in den Ursprungsdaten angegeben. Stattdessen muss das Modell bestimmen, welche Konzepte für die Erklärung der Beziehungen in den beobachteten Daten nützlich sind. Dies geht über alle Ebenen des künstlichen neuronalen Netzes so weiter. Das Ergebnis wird in der sichtbaren letzten Schicht ausgegeben. Hierdurch wird die gewünschte komplizierte Datenverarbeitung in eine Reihe von verschachtelten einfachen Zuordnungen unterteilt, die jeweils durch eine andere Schicht des Modells beschrieben werden.

Dementsprechend kann das KNN auf bereits vorhandene Informationen zurückgreifen. Durch diesen Ansatz lassen sich bereits erlernte Fähigkeiten mit neuen Inhalten anreichern und verknüpfen. Insgesamt lässt sich hierdurch ein tiefgreifender und langfristiger Lernprozess abbilden. Die technische Grundlage sind die künstlichen neuronalen Netzwerke, die während des Lernvorgangs kontinuierlich neu verknüpft werden. Für das Training dieser künstlichen Intelligenz werden große Datenmengen benötigt und analysiert. Das kontinuierliche Hinterfragen der getroffenen Entscheidungen trägt dazu bei, dass die Informationsverknüpfungen bestimmte Gewichtungen erhalten. Bestätigte Entscheidungen erhöhen die Gewichtung, während revidierte Entscheidungen zu einer Verringerung der Gewichtung führen.

Durch das Deep Learning kann die Maschine (Hard- und Software) eigene Entscheidungen treffen. Zudem ist das System in der Lage, eigene Prognosen zu erstellen und getroffene Entscheidungen zu hinterfragen.

Bereits getroffene Entscheidungen werden im Zuge einer erneuten Überprüfung bestätigt oder geändert. Außerdem verbessern sich die Ergebnisse von Deep-Learning-Netzen in dem Maße, in dem der Umfang der Datenbasis ansteigt. Das bedeutet, dass sich die Ergebnisse eines neuronalen Netzes bei einer Ausweitung der verfügbaren Datenbasis kontinuierlich verbessern.

Folglich eignet sich die Technologie vor allem für Anwendungen, die auf großen Datenbeständen basieren. Hier kann das System Muster und Modelle ableiten und den Menschen bei der Arbeit unterstützen (Tauli, 2023).



## 2.3 Rechtliche und ethische Grundlagen

### Rechtliche Grundlagen

Der rasante technische Fortschritt in den letzten Jahrhunderten hat uns immer wieder vor die Herausforderung gestellt, diese Entwicklungen vollständig zu verstehen und nachträglich zu regulieren, also Richtlinien, Normen und auch Gesetze zu formulieren, die die Herstellung und Nutzung regeln, so dass potenzielle negative Auswirkungen möglichst gar nicht erst möglich sind bzw. die Nutzung zum Schaden anderer strafrechtlich geahndet wird. So sind die technischen Überwachungsvereine in Deutschland nach einer verheerenden Explosion eines Dampfkessels entstanden (Mannheimer Aktienbrauerei im Januar 1865). Ein weiteres Beispiel der jüngeren Zeit ist die Entstehung des Internets. Lange Zeit kaum beachtet und eher von Fachleuten genutzt, hat es in den letzten 25 Jahren insbesondere auch durch die Verfügbarkeit des World Wide Web eine rasante Entwicklung und Verbreitung erfahren. Erst die Entstehung von Produkten und Plattformen, die eine große Nutzung erfahren haben (wie Facebook) und die damit verbundenen Möglichkeiten, haben schnell rechtliche Lücken entstehen lassen, die nicht so schnell reguliert werden konnten (das Internet wurde lange als „rechtsfreier Raum“ betrachtet). Erst nach und nach konnten die staatlichen Institutionen nachziehen und vorhandene Gesetze anpassen. Gerade im internationalen Datenaustausch ist noch vieles nicht klar geregelt.

Um den Kontext der rechtlichen Fragen rund um KI besser verstehen zu können, muss zunächst geklärt werden, in welchen Fällen es zu rechtlichen Problemen beim KI-Einsatz kommen kann. Dies sind insbesondere:

1. Verletzung von Urheberrechten
2. Verwendung nicht öffentlicher personenbezogener Daten
3. KI trifft Entscheidungen, die Menschen benachteiligen oder gar zu Schaden kommen lassen.

Die Problemfelder zu 1. und 2. fallen in den regulatorischen Bereich der DSGVO, die grundsätzlich den Umgang mit Daten in Bezug auf Urheberrecht und Persönlichkeitsdaten regelt. Kritisch wird jedoch betrachtet, dass KI neue Formen des Missbrauchs hervorbringt, wie sie z. B. bisher mit Suchmaschinen oder anderen Instrumenten der elektronischen Massendatenverarbeitung nicht möglich waren. Suchmaschinen sammeln Daten, die Urheberrechten oder Persönlichkeitsrechten unterliegen, und präsentieren diese als Ergebnisliste. KI-Lösungen wie ChatGPT hingegen kombinieren diese Daten neu oder ziehen oftmals auf Basis stochastischer Methoden Schlussfolgerungen aus der genutzten Datenbasis. Dies kann sehr leicht zu dem Problem führen, dass Quelleninformationen verloren gehen und personenbezogene Daten im Kontext falsch gedeutet oder verwendet werden. Die Kritik an KI aus dieser Perspektive richtet sich an die Intransparenz der Quellenfindung und -nutzung.

Der Streik der Drehbuchautoren in Hollywood im Sommer 2023 ist ein weiteres anschauliches Beispiel für diese Situation. Hintergrund war, dass die Autoren befürchten, durch KI könnten Drehbücher zukünftig automatisiert erstellt werden, indem sie die im Fundus bereits existierenden Drehbücher als Datengrundlage nutzen und ohne Herstellung eines Urheberrechtsbezugs neue Drehbücher für neue Serien und Filme erstellen können.

Das Strategiepapier Künstliche Intelligenz der Bundesregierung (BMBF et al., 2020) setzt hier an und will nicht nur die KI-Forschung und den Einsatz von KI fördern, sondern gleichzeitig auch einen für alle Belange angepassten Ordnungsrahmen für den Mensch-zentrierten Einsatz von KI schaffen. Auf Basis weiterer Recherchen kann gesagt werden, dass gesetzliche Regelungen wie die DSGVO einen groben Rahmen bilden, es jedoch in den nächsten Jahren einer Vertiefung und Differenzierung bedarf, weil es sich hier um rechtliches Neuland handelt.

Sehr deutlich und folgeschwer wird dies erkennbar, wenn, wie in o.g. Punkt 3. beschrieben, Menschen durch KI persönliche Nachteile bis hin zu Schäden erleiden. Als Beispiele sind hier KI-gestützte Entscheidungsprozesse bei der Personalauswahl zu nennen, die Bewerber eines bestimmten Geschlechts oder einer bestimmten Herkunft benachteiligen oder bevorzugen.

So hat im Sommer 2023 das EU-Parlament bereits über den AI-Act (European Council, 2023) abgestimmt und somit seine Verhandlungsposition bestimmt. Damit möchte die Europäische Union die erste Wirtschaftszone werden, die den Einsatz von Künstlicher Intelligenz per Gesetz regelt. Im Dezember 2023 sind die Trilog-Verhandlungen mit der Europäischen Kommission und dem Rat abgeschlossen worden. Es wird allerdings voraussichtlich noch mindestens bis 2025 dauern, bis dieser Prozess abgeschlossen ist. In diesem AI-Act soll geregelt werden, dass die Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen im Einklang mit den rechtlichen Rahmenbedingungen und den Grundwerten der Europäischen Union stehen. So werden die KI-Algorithmen in Risikogruppen unannehmbares Risiko, hohes Risiko und geringes Risiko eingestuft. Demnach sollen KI-Systeme, die als unannehmbares Risiko angesehen werden, verboten werden (z. B. Social Scoring oder biometrische Gesichtserkennung im öffentlichen Raum in Echtzeit).

Im derzeit prominentesten Beispiel geht es um die Haftungsfragen bei selbstfahrenden Autos, die im Betrieb Personenschäden verursachen. Hier sieht die derzeitige Rechtsprechung vor, dass in erster Linie der Fahrzeughalter in der Haftung ist (Henrich, 2023) und dieser dann dem Hersteller Fehler in der KI nachweisen muss. Bei immer komplexer werdenden Anwendungsfällen bleibt abzuwarten, inwieweit dies haltbar bleibt, weil damit die Hersteller aus der direkten Verantwortung genommen werden.

Abschließend sei bemerkt, dass das Strategiepapier Künstliche Intelligenz als Fokus u.a. die Bereiche Mobilität, Gesundheit, Umwelt und Landwirtschaft hat, die Immobilienwirtschaft kommt nicht vor.

Im White Paper von EVANA (Fischer et al., 2021) werden ethisch/gesellschaftliche Aspekte der KI-Nutzung ebenfalls diskutiert. Besonderes Augenmerk wird dabei auf folgende Themen gelegt:

- **Aspekte des Datenschutzes**

Diese wurden bereits zu Beginn dieses Kapitels diskutiert. Hier wird die nachvollziehbare Meinung vertreten, dass ein verantwortungsvoller und gesetzeskonformer Umgang mit KI zwingend erforderlich ist, um einerseits die Akzeptanz von KI-Anwendungen zu fördern und andererseits Vertrauen zu schaffen. Auf der anderen Seite sind aber viele KI-Anwendungsfälle auf eine ausreichend große Datenbasis angewiesen, um korrekte und Mehrwert-stiftende Entscheidungsvorschläge erzeugen zu können. Daraus ergibt sich ein Widerspruch, weil zur erfolgreichen Nutzung die Unternehmen einen Teil ihrer Daten der KI zur Verfügung stellen müssen und sie damit aus ihrem Einflussbereich herausgeben.

### ■ Arbeitswelten

Die Diskussion über Rationalisierung in Arbeits- und Produktionsprozessen ist so alt wie die Industrialisierung selbst. In der Vergangenheit gab es dazu immer wieder Befürchtungen, dass fortschreitende Mechanisierung und Automatisierung zu Arbeitsplatzverlusten führen. Tatsächlich hat sich eine Veränderung der Arbeitswelten weg von einfachen repetitiven Tätigkeiten hin zu höherqualifizierten steuernden, organisierenden, analysierenden und kreativen Tätigkeiten vollzogen. Damit einher ging auch eine Veränderung der Arbeitsbedingungen. So wird prognostiziert, dass dies auch beim Einsatz von KI der Fall sein wird, bisher existierende und bekannte Berufsbilder werden schrittweise verschwinden und durch neue Berufsbilder ersetzt werden, besonders im Bereich der Büroarbeit. Daraus ergibt sich die Frage, ob die Arbeitnehmenden der Zukunft für diese Herausforderungen ausreichend qualifiziert sind. Es wird deutlich, dass Qualifizierung ein entscheidender Treiber für den breiten, erfolgreichen Einsatz von KI-Technologien sein wird. Dies ist durchaus kritisch zu bewerten und darf nicht dazu führen, dass den KI-Methoden Entscheidungskompetenz zugesprochen wird. KI bleibt auch unter diesem Aspekt ein Instrument zur effektiveren und umfänglicheren Entscheidungsvorbereitung. Der Mensch sollte auch weiterhin eine zentrale Rolle im Entscheidungsprozess einnehmen.

Ein anderes, eher positives Beispiel, wurde in dem kürzlich erschienen White Paper „Mit KI zu mehr Teilhabe in der Arbeitswelt“ des Netzwerkes „Plattform Lernende Systeme“ (Steil et al., 2023) diskutiert: die Erleichterung der Inklusion von Menschen mit körperlichen, geistigen oder psychischen Beeinträchtigungen. Durch die Unterstützung der KI gibt es sehr gute Möglichkeiten, die Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erweitern und/oder zu verstärken. Allerdings gibt es auch Grenzen der KI-basierten Teilhabe. Es sei hier stellvertretend auf die Trainings der Algorithmen mit den richtigen Daten und der Berücksichtigung der Besonderheiten der Betroffenen hingewiesen.

Insbesondere beim Training von Algorithmen gibt es genügend Beispiele, die zeigen, welchen großen Einfluss die Trainingsdaten auf die Entwicklung des Algorithmus haben können. Noch ist es schwer, die mögliche Beeinflussung der Ergebnisse durch die Trainingsdaten bzw. den menschlichen Faktor auszuschließen (z. B. weißer Mann trainiert Algorithmus, Algorithmus bevorzugt weißen Mann, z. B. bei Bewerberauswahlverfahren).

Es sei noch darauf hingewiesen, dass es bei neuronalen Netzen, insbesondere bei den Deep-Learning-Methoden, kaum möglich ist nachzuvollziehen, wie ein Algorithmus zu einem Ergebnis kommt. Es wird aber an Verfahren gearbeitet, um KI-Entscheidungen erklärbar und transparent zu gestalten (XAI – explainable artificial intelligence). Somit werden die Ergebnisse und Entscheidungen für Anwender nachvollziehbar und besser interpretierbar (Fraunhofer IOSB, 2023. Kreutzer, 2023).

### 3 Status quo der Systemunterstützung

Die aktuelle Systemunterstützung im Facility Management basiert vorwiegend auf dem Einsatz von CAFM-/IWMS-Systemen (May, 2018) mit oder ohne Integration in die ERP-Systemlandschaft. Durch die Anbindung von BIM-Modellen, GLT-Systemen, IoT-Plattformen oder weiteren Expertensystemen wie z. B. aus dem Workplace Management ist der stufenweise Ausbau eines digitalen Zwillings möglich.

In der Richtlinie GEFMA 400 „Computer Aided Facility Management CAFM – Begriffsbestimmungen, Leistungsmerkmale“ (gefma, 2021) werden die CAFM-Kernanforderungen für Prozesse wie z. B. das Flächenmanagement, Instandhaltungsmanagement, Reinigungsmanagement ausführlich beschrieben. Für die einzelnen Prozesse des FM werden die unterstützten Teilprozesse bzw. Prozessschritte, die relevanten Funktionen einer Software, die wichtigsten Daten und Kataloge, Reports und andere Auswertungen sowie erforderliche Schnittstellen dargestellt.

Die meisten Softwareanwendungen basieren jedoch auf manuellen Dateneingaben und -abrufen ohne automatisierte oder teilautomatisierte Arbeitsprozesse, die systemimmanent ablaufen. Es können Workflows konfiguriert werden und auf Basis hinterlegter Abhängigkeiten zwischen Ereignissen (z. B. Statusveränderungen) und Rollenzuständigkeiten (z. B. Meldungen und Aufträge) weitergeleitet und in einer Ereignisliste anwenderbezogen aufgerufen werden.

Konkrete durch KI unterstützte Funktionsumfänge, die manuelle Eingaben der Anwender durch automatisierte und kontextbasierte Softwareverarbeitungen ersetzen, werden aber noch nicht oder kaum angeboten.

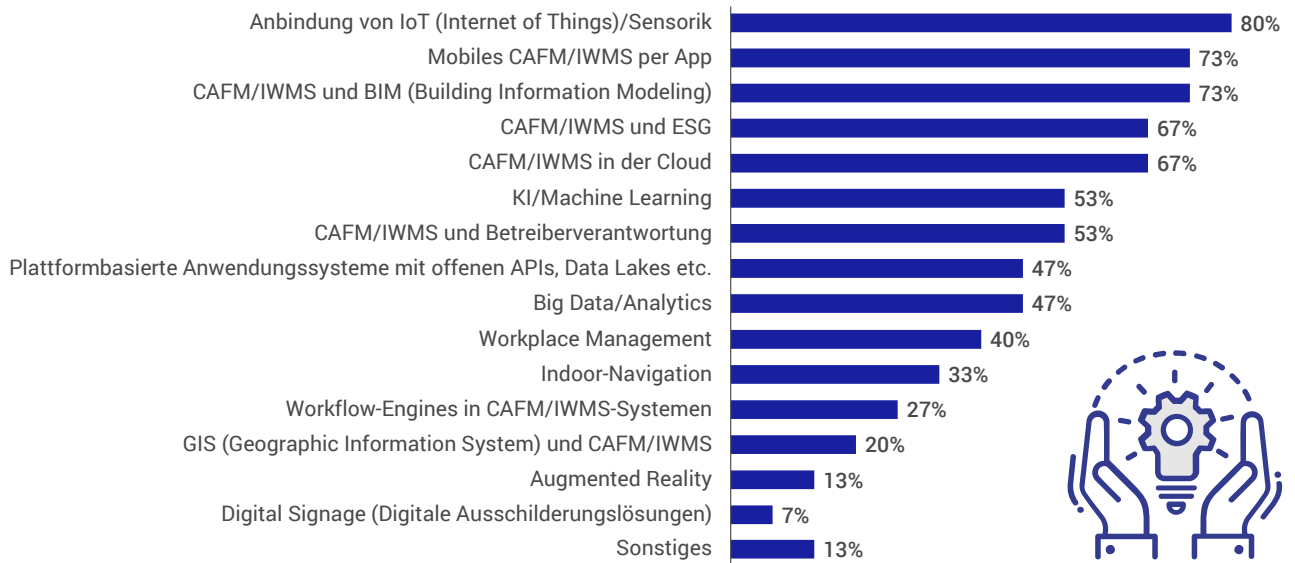
Der Einsatz von KI- oder vorwiegend Machine Learning basierten Methoden z. B. für Predictive Maintenance erfolgt aktuell durch IoT-Plattformen, die regelbasierte Analysen der Massendaten bezogen auf das Grenzwertverhalten bieten. Bei Abweichungen können Ereignisse erzeugt und an CAFM-Systeme übertragen werden, um diese Meldungen dort als Ticket weiter zu bearbeiten, Aufträge zu erzeugen oder den Bearbeitungsstatus zu verfolgen. Da diese Anwendungsfälle sehr objektspezifisch aufgesetzt werden müssen und die benötigten aussagekräftigen Massendaten häufig noch fehlen, gibt es bisher kaum Anbieter mit standardisierten KI-basierten Lösungen für die vorbeugende Instandhaltung.

Im Bereich Sevicedesk-Anwendungen werden bereits KI-basierte Softwarelösungen angeboten, die auch teilweise KI-basierte-Plattformen und Anwendungen wie z. B. ChatGPT einbinden.

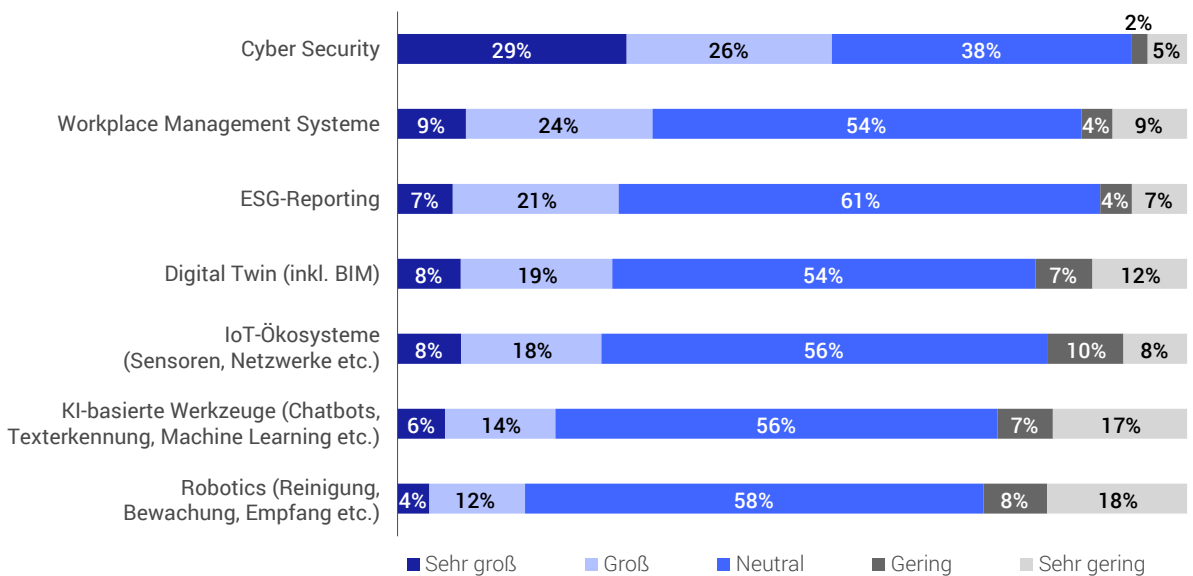
Sehr weit fortgeschritten sind bereits Anwendungen, die digitalisierte Dokumente auf Basis einer gängigen Texterkennung analysieren, die Inhalte auslesen und KI-basiert in Kategorien strukturieren und sortieren können. Die ausgelesenen Inhalte können dann gegen Grenzwerte (z. B. Auftragswerte bei Rechnungsprüfung, Fristen für Prüfprotokolle) regelbasiert gespiegelt werden und Folgeaktionen (z. B. Hinweismeldungen) ausgelöst werden.

Im aktuellen CAFM-Trendreport von gefma und Lünendonk (gefma & Lünendonk, 2023) rangiert das Thema KI aus Sicht der Hersteller im oberen Mittelfeld (vgl. Abb. 1). Die Bereitschaft auf Anwenderseite, für dieses Thema Budgets zur Verfügung zu stellen, ist jedoch aktuell noch gering.

**Abb. 1 – Die wichtigsten Trends aus Sicht der Anbieter (gefma & Lünendonk, 2023)**



**Abb. 2 – Bedeutung der aktuellen Herausforderungen für die Budgetplanung der Anwenderseite (gefma & Lünendonk, 2023)**



## 4 Anwendungsszenarien und Beispiele

Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz bei der Auswertung erfasster Sensordaten ergeben sich neue Potenziale in den verschiedenen Anwendungsbereichen des Immobilien- und Facility-Managements. Voraussetzung hierfür ist, Sensordaten effektiver zu nutzen, d. h. nicht nur Daten zu sammeln, sondern sie auch zu „verwerten“. Damit lässt sich nicht nur historisieren, sondern auch prognostizieren, um vorausschauend agieren, statt nur reagieren zu können.

Potenziale sind die Prozessverbesserung, der Ausbau des Serviceangebots für Nutzer und Assistenzsysteme (vgl. z. B. Automobilbranche und E-Commerce) sowie das Erkennen von Mustern und Definieren von Algorithmen, um auf dieser Basis Ereignisse vorherzusehen (Predictive Maintenance, Predictive Analytics). Bei der Mustererkennung wird versucht, in einer Menge von Daten Regelmäßigkeiten, Ähnlichkeiten, Wiederholungen oder Gesetzmäßigkeiten zu identifizieren. Ein Algorithmus beschreibt die daraus abgeleitete Vorgehensweise oder Handlungsvorschrift zur Lösung eines Problems und besteht aus endlich vielen, eindeutig definierten Einzelschritten.

Zudem lernt die KI aus den Ergebnissen und Feedbacks der Nutzer stetig dazu. So kann sie sich weiterentwickeln und den Algorithmus stetig verbessern, um zunehmend genauere Prognosen geben und die Prozessunterstützung weiter verbessern zu können.

## 4.1 Workplace Management

### 4.1.1 Ziel und Benefit

In modernen (Büro-)Arbeitsumgebungen wird die optimale Nutzung von Arbeitsflächen und Ressourcen immer bedeutender. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, nicht nur die Mitarbeiterzufriedenheit zu gewährleisten, sondern auch die Flächen-Effizienz zu maximieren und Gebäudebetriebskosten zu minimieren. Das Workplace Management, unterstützt durch Künstliche Intelligenz, gewinnt daher zunehmend an Relevanz. Durch die Erfassung von Belegungs- und Bewegungsdaten sowie die Analyse dieser Daten können Unternehmen strategische Entscheidungen auf einer soliden Grundlage treffen.

Bei den erfassten Belegungsdaten handelt es sich z. B. um die Anzahl und Art belegter Arbeitsplätze, die Uhrzeit, die Dauer und den Ort/Bereich. Diese Daten werden genutzt, um Auslastungsmuster zu erkennen und Algorithmen zu entwickeln, die situationsabhängig unterstützen und Maßnahmen ableiten können. Ein Beispiel hierfür ist die spontane Umnutzung bzw. Freigabe nicht reservierter Meeting-Räume für weitere offene Arbeitszonen im Falle von Auslastungsspitzen. Durch den Einsatz von Predictive Analytics können Unternehmen zudem vorausschauende Entscheidungen treffen. Sie können vorhersagen, wann und wo Auslastungsspitzen auftreten werden und welcher Servicebedarf hinsichtlich Reservierung, Reinigung oder Catering besteht.

Die Analyse der Belegungsdaten bietet zahlreiche Vorteile. Zum einen dienen sie der Generierung von Kennzahlen und Reports, auf deren Basis strategische Entscheidungen getroffen werden können. Zum anderen sind sie auch die Datenbasis für Prognosen, um zu wissen, wann welche Belegungs-Zustände voraussichtlich eintreten werden. Auch diese Informationen sind wichtig, um operativ steuern und strategisch die richtigen Entscheidungen treffen zu können bzw. automatisiert treffen zu lassen.

Die KI-gestützte Optimierung der Flächenbedarfe und -belegungen stellt einen weiteren Nutzen im Workplace Management dar. Sensoren oder weitere digitale Werkzeuge wie z. B. die Identifikation von IP-Adressen an einem physischen Arbeitsplatz liefern sehr genaue und detailreiche Belegungsdaten, wodurch exakte Analysen möglich sind. Diese wiederum helfen den Unternehmen, ihre Büroflächen optimal zu gestalten und sicherzustellen, dass keine Ressourcen verschwendet werden. Dies bedeutet nicht nur eine effizientere Nutzung des vorhandenen Raums, sondern auch eine Reduzierung der Kosten im Zusammenhang mit ungenutzten oder übermäßig großen Arbeitsbereichen.

KI-gestützte Analysen ermöglichen es zudem, Arbeitsplatz- und Parkplatznutzungen genau zu überwachen und entsprechend anzupassen. Indem die Belegungsdaten in Echtzeit ausgewertet werden, können Unternehmen erkennen, welche Arbeitsplätze am häufigsten genutzt werden und welche eher leer stehen. Dies ermöglicht eine gezielte Umstrukturierung, um die meistfrequentierten Bereiche zu erweitern und weniger genutzte Flächen für andere Zwecke umzuwidmen. Gleichzeitig können Parkplatzbelegungen analysiert werden, um Überfüllung oder Leerstand zu vermeiden und somit eine reibungslose Parkplatzverwaltung zu gewährleisten. Ähnliche Vorteile bietet das Monitoring der Belegung von Plätzen und Essens-Ausgabestellen von Betriebsrestaurants und Übertragung der jeweiligen Belegungszustände über Kioske bzw. Dashboards. Ein weiterer Vorteil von Predictive Analytics und Datenanalysen im Workplace Management ist die Möglichkeit, eine bessere Work-Life-Balance für die Mitarbeiter zu schaffen. Durch die Analyse von

Belegungsdaten können Unternehmen den Bedarf an physischen Arbeitsplätzen, Besprechungsräumen und anderen Kollaborationsflächen besser vorhersagen und so sicherstellen, dass die Mitarbeiter die beste Arbeitsumgebung haben, um produktiv zu sein.

#### 4.1.2 Umsetzung in der Praxis

Um das volle Potenzial von KI im Bereich des Workplace Managements ausschöpfen zu können, ist eine bestimmte Datenbasis notwendig. Im Folgenden ist dargestellt, welche Informationen für eine erfolgreiche Umsetzung benötigt werden und wie sie genutzt werden können.

Zunächst müssen die richtigen Daten mittels Sensorik erfasst und in einer zentralen Datenbank gespeichert werden. Dazu gehören das Format der Daten, die Art der Sensorik, die Intervalle der Erfassung und der Ort sowie das Format der Speicherung bzw. die Datenbankstruktur. In Bezug auf Workplace Management können Daten wie die Anzahl belegter Plätze, die Uhrzeit, die Dauer der Belegung und der Ort/Bereich erfasst werden. Zur Erfassung der Daten können verschiedene Sensoren verwendet werden, wie z. B. Bewegungssensoren, Wärmesensoren, Kontaktsensoren oder auch Kameras zur Personenerkennung bzw. -erfassung (nicht Personenidentifikation). Darüber hinaus können auch Daten zur Raumtemperatur (gemessen in °C), relativer Luftfeuchtigkeit (gemessen in %), Luftqualität (CO<sub>2</sub>-Gehalt gemessen in %, Geruchsbelastung gemessen in Dezipol), Lärmpegel (gemessen in dB) und Helligkeit (gemessen in Lux) erfasst werden, um das Wohlbefinden der Mitarbeiter zu gewährleisten. Die Intervalle der Erfassung können je nach Anwendungsszenario variieren. Wichtig ist, dass die Daten an einem sicheren Ort gespeichert werden, der für einen bestimmten Zeitraum zugänglich ist.

Um die erfassten Daten auszuwerten und zu analysieren, müssen sie in ein passendes Format gebracht werden. Dazu gehört die Generierung von Kennzahlen und Reports, die historische Daten, Statistiken und Kennzahlen enthalten. Die Auslastung der Arbeitsplätze, die Anzahl der belegten Plätze, die Uhrzeit, die Dauer und der Ort/Bereich der Belegung sind wichtige Kennzahlen, die aus den erfassten Daten generiert werden können. Die Ableitung von Regelmäßigkeiten und Mustern in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern wie dem Ort (Gebäude, Geschoss, Raum, Arbeitsplatz), der Zeit (Jahr, Monat, Woche, Tag, Stunde, Minute) und anderen beeinflussenden Parametern wie Flächen- und Personalentwicklung können ebenfalls von Bedeutung sein. Regeln können dann definiert werden, um auf diese Muster zu reagieren.

Prognosen für erwartete Zustände und Situationen können aus den erfassten Daten generiert werden, um beispielsweise vorherzusagen, wann eine hohe Auslastung eintreten wird oder wo und wann mit Auslastungsspitzen zu rechnen ist. Durch Alerts (Warnhinweise aus dem System per E-Mail oder Anzeigefenster bei Login) können Manager vorab informiert werden, wenn eine Kennzahl eine vordefinierte Grenze in der Zukunft überschreiten wird. In einem Dashboard oder einer App können Kennzahlen und Trends grafisch dargestellt werden, um eine bessere Übersicht zu erhalten. Filtermöglichkeiten können dabei helfen, die Daten nach Ort und Zeit zu filtern, um weitere äußere Einflüsse zu berücksichtigen.

KI im Workplace Management wird auch genutzt, um ein Serviceangebot für die Nutzer zu erstellen. So kann das System Vorschläge für die Wahl des Arbeitsplatzes machen, die auf persönlichen Präferenzen



des Nutzers basieren (bevorzugte Räume/Arbeitsplätze, auch auf Grundlage bisheriger Buchungen) oder abhängig von seiner Teamzugehörigkeit und den laufenden Projekten. Dabei müssen die einschlägigen Regularien der DSGVO beachtet werden, z. B. durch mit den betroffenen Personen vereinbarte Rollen und Rechte der Systemnutzung und/oder entsprechende Betriebsvereinbarungen.

## 4.2 Instandhaltungsmanagement

### 4.2.1 Ziel und Benefit

Die Wartung und Instandsetzung von Maschinen und Anlagen stellt eine zentrale Aufgabe für die Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit jeder Immobilie mit technischer Gebäudeausrüstung und/oder jedes produzierenden Unternehmens mit Produktionsanlagen dar. Durch regelmäßige Wartungsmaßnahmen können Ausfälle minimiert und somit Kosten und Zeitverlust vermieden werden. Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz revolutioniert die Prozesse im Instandhaltungsmanagement grundlegend.

Durch die Analyse von Sensordaten über die Betriebszustände von Anlagen können KI-Systeme Muster erkennen und dadurch auftretende Störungen frühzeitig erkennen. So können Wartungsmaßnahmen vorausschauend geplant werden, um Ausfallzeiten von Maschinen zu reduzieren. Wartungsintervalle können bedarfsgerecht gestaltet und reise- bzw. zeitintensive Serviceeinsätze vermieden werden. Zudem können KI-Systeme eine Überwachung der Anlagen und Maschinen in Echtzeit ermöglichen, um schnell und automatisiert mit den richtigen Maßnahmen auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren zu können.

Ein weiterer Vorteil von KI in der Instandhaltung ist die Möglichkeit der automatisierten Datenaufzeichnung, die eine bessere Dokumentation und Rückverfolgung der Wartungsmaßnahmen ermöglicht. Aber auch die Auswertung von Sensordaten z. B. für die Verbrauchserfassung oder Steuerung von Heizungs- und Klimaanlagen ist ein wichtiger Einsatzbereich der KI.

Eingebettet in das Internet der Dinge (IoT) ermöglicht KI nicht nur die Überwachung von Anlagen, sondern auch deren selbstständige Diagnose und teilweise Reparatur. Dieser Ansatz, bekannt als Predictive Maintenance, ermöglicht es bevorstehende Ausfälle vorherzusagen, indem historische Daten und Echtzeitinformationen analysiert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Überwachung von Lagern durch Schwingungssensoren, die Unregelmäßigkeiten in den Vibrationen erkennen können, welche auf einen bevorstehenden Lagerausfall hindeuten.

Durch Machine-Learning-Algorithmen können KI-Systeme kontinuierlich optimiert werden. Diese Algorithmen analysieren nicht nur bestehende Daten, sondern können auch aus neuen Daten lernen, was zu einer ständigen Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit führt. Die Möglichkeit, Sensordaten in Echtzeit zu analysieren, ermöglicht nicht nur die frühzeitige Erkennung von Störungen, sondern auch die sofortige Anpassung von Betriebsparametern, um schädliche Auswirkungen zu minimieren.

### 4.2.2 Umsetzung in der Praxis

Für eine effektive Nutzung von KI-Systemen in der Instandhaltung müssen die richtigen Daten hinsichtlich der Betriebszustände durch Sensorik zunächst erfasst und anschließend analysiert werden.

Folgende Daten müssen erfasst werden:

- Zustandsdaten: Um den Zustand von Maschinen und Anlagen zu erfassen, können Schwingungs-, Druck-, Temperatur- oder Stromdaten erfasst werden.
- Betriebsdaten: Hierzu zählen Betriebsstunden oder Zyklenzahlen, um den Einsatz der Maschine zu erfassen.

- **Wartungshistorie:** Informationen zu Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen, die bereits durchgeführt wurden, können zur Vorhersage von Wartungsbedarf und Störungen herangezogen werden.
- **Umgebungsbedingungen:** Informationen zur Umgebung, in der sich die Maschine befindet, wie z. B. Luftfeuchtigkeit oder Luftverschmutzung, können ebenfalls relevant sein.

Die Datenerfassung kann durch Sensoren oder andere Messgeräte erfolgen, die mit den Anlagen und Maschinen verbunden sind. Die gesammelten Daten werden dann in einer zentralen Datenbank gespeichert, wo sie für die Analyse durch KI-Systeme zur Verfügung stehen.

Die Anbindung an Herstellerdatenbanken, die objekt- und standortübergreifend Zustandsdaten auswerten, bieten in diesem Zusammenhang weitere Vorteile. Durch den Zugriff auf eine größere Datenbasis können präzisere Analysen und Prognosen erstellt werden, was zu effektiveren Wartungsstrategien führen kann. Eine größere Datenbasis ermöglicht auch eine bessere Identifizierung von Mustern und Trends, was zu verbesserten Entscheidungen im Bereich Wartung und Instandhaltung führen kann. Ebenso können diese Daten für die Weiterentwicklung der Anlagen genutzt werden, z. B. Verwendung stabilerer Lager, um Lager Schäden bei rotierenden Bauteilen zu vermeiden.

Die Frage, wem die Daten gehören – dem Hersteller oder dem Nutzer – ist entscheidend und wirft wichtige rechtliche und ethische Überlegungen auf. In vielen Fällen werden die Daten von den Sensoren im Besitz des Nutzers generiert. Die Frage nach dem Eigentum dieser Daten kann komplex sein und hängt oft von den vertraglichen Vereinbarungen zwischen dem Nutzer und dem Hersteller ab. Es ist entscheidend, dass diese Vereinbarungen klar formuliert sind, um Missverständnisse zu vermeiden. In einigen Fällen könnte eine Datenschutz-konforme Lösung darin bestehen, dass die Rohdaten dem Nutzer gehören, während aggregierte und anonymisierte Daten dem Hersteller zur Verbesserung seiner Produkte und Dienstleistungen zur Verfügung gestellt werden. Eine transparente Kommunikation und klare Vereinbarungen über den Datenbesitz sind entscheidend, um das Vertrauen zwischen den Parteien zu wahren und die Datenschutzbestimmungen einzuhalten. Hier kann ein Blick in die Softwareindustrie hilfreich sein. Dort gibt es z. B. in einigen Softwareprodukten Nutzerabfragen, in denen sich die Anwender bereit erklären, Informationen über Fehler, Systemstillstände usw. dem Hersteller zum ausschließlichen Zweck des Supports und der Produktverbesserung zur Verfügung zu stellen.

Für die Datenerfassung können verschiedene Sensoren und Komponenten eingesetzt werden, wie:

- **Schwingungssensoren:** Diese erfassen Vibrationen und Schwingungen in den Maschinen, um Unregelmäßigkeiten zu erkennen, die auf potenzielle Probleme hindeuten können.
- **Temperatursensoren:** Sie erfassen Temperaturänderungen, die auf übermäßige Reibung oder Überhitzung hinweisen können.
- **Drucksensoren:** Diese erfassen Druckunterschiede und können auf Leckagen oder Blockaden in den Systemen hinweisen.
- **Zähler:** Sie erfassen den Verbrauch von Medien oder Energie und können Anomalien im Verbrauch erkennen.
- **Zustandssensoren:** Diese spezifischen Sensoren, wie Öldruck- oder Ölstandssensoren, können spezifische Zustände überwachen und somit frühzeitig auf Probleme hinweisen.

KI-Systeme können dann genutzt werden, um Muster und Anomalien in den Daten zu erkennen und mögliche Störungen frühzeitig zu identifizieren. Dazu werden Algorithmen eingesetzt, die auf maschinellem Lernen basieren. Die Algorithmen werden dabei kontinuierlich verbessert, indem sie mit neuen Daten trainiert werden.

Bevor eine zu erwartende Störung eintritt, kann das KI-System automatisch eine Wartungsmaßnahme vorschlagen oder einen Alarm auslösen, der von einem Mitarbeiter bearbeitet wird. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von Chatbots oder Sprachassistenten, die Mitarbeiter bei der Wartung und Instandsetzung unterstützen können.

Insgesamt bietet der Einsatz von KI-Systemen in der Wartung und Instandsetzung von Maschinen und Anlagen große Vorteile für produzierende Unternehmen. Durch die frühzeitige Erkennung von Störungen und die effektive Planung von Wartungsmaßnahmen können Ausfallzeiten minimiert und die Effizienz gesteigert werden (We call you before you call us!).

Praxisbeispiel „Predictive Maintenance für Aufzüge“: In großen Gebäuden spielen Aufzüge eine entscheidende Rolle für die Mobilität der Nutzer. Durch den Einsatz von KI-Systemen für Predictive Maintenance (vorausschauende Wartung) können Unternehmen den Zustand ihrer Aufzüge in Echtzeit überwachen. Sensoren im Aufzug sammeln kontinuierlich Daten über Bewegungen, Geschwindigkeiten und Belastungen. KI-Algorithmen analysieren diese Daten, um Anomalien zu erkennen, die auf potenzielle Probleme hinweisen können, bevor sie auftreten. Aufgrund dieser frühzeitigen Warnungen können Wartungsteams gezielt Maßnahmen ergreifen, um Ausfälle zu verhindern. Dies steigert nicht nur die Anlagenverfügbarkeit der Aufzüge, sondern spart auch erhebliche Kosten für ungeplante Reparaturen und steigert die Zufriedenheit der Gebäudenutzer.

Praxisbeispiel „Luftqualitätsmanagement durch KI-gesteuerte HVAC-Systeme“: Die Qualität der Innenraumluft ist entscheidend für das Wohlbefinden und die Gesundheit der Gebäudenutzer. Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen (HKL) spielen dabei eine zentrale Rolle. KI-gesteuerte HKL-Systeme analysieren kontinuierlich Daten zur Luftqualität, wie etwa CO<sub>2</sub>-Gehalt, Feuchtigkeit und Partikelkonzentration. Basierend auf diesen Daten passen die Systeme automatisch ihre Betriebsparameter an, um eine optimale Luftqualität sicherzustellen. Wenn beispielsweise der CO<sub>2</sub>-Gehalt in einem Raum ansteigt, kann das HKL-System automatisch mehr Frischluft zuführen. Diese präzise Steuerung verbessert nicht nur die Luftqualität, sondern kann auch Energie einsparen, da die Systeme nur dann in Betrieb sind, wenn es wirklich erforderlich ist. Darüber hinaus tragen eine gute Luftqualität und ein angenehmes Raumklima dazu bei, die Produktivität und das Wohlbefinden der Gebäudenutzer zu steigern. Durch deren Rückmeldungen lernt die KI, welche Einstellungen nicht nur die messbaren Werte auf einen Soll-Stand bringen, sondern welche Einstellungen tatsächlich zur Behaglichkeit und zum Wohlbefinden der Gebäudenutzer beitragen.

## 4.3 Inbetriebnahme

### 4.3.1 Ziel und Benefit

Die Anwendung von KI-Technologien bei der Inbetriebnahme von Immobilien zielt darauf ab, den Prozess der Einführung und den Übergang in den Betrieb zu optimieren und zu automatisieren. Ein Hauptziel besteht darin, den Zeitaufwand und die Kosten bei der Inbetriebnahme zu reduzieren. Traditionell erfordert dieser Prozess eine umfassende manuelle Inspektion und Überprüfung von Gebäudesystemen, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäß funktionieren. Der Einsatz von KI ermöglicht die Automatisierung dieses Überprüfungsprozesses.

Durch den Einsatz von Sensoren und IoT-Geräten können relevante Daten erfasst und analysiert werden, um mögliche Abweichungen oder Probleme frühzeitig zu erkennen. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtverhältnisse und andere relevante Parameter werden kontinuierlich gemessen und von KI-Modellen analysiert. Diese Modelle identifizieren in Echtzeit Abweichungen von den definierten Standards. Die automatisierte Überwachung ermöglicht eine schnellere Fehlerbehebung und reduziert Ausfallzeiten erheblich, was letztendlich zu einer beschleunigten Inbetriebnahme mit weniger Nacharbeiten führt.

Ein weiterer Vorteil besteht in der Kostenersparnis. Durch den Einsatz von KI können Facility-Management-Prozesse effizienter gestaltet werden. Automatische Auslösung von Facility-Services-Prozessen auf der Basis von KI-Modellen optimiert die Bedingungen in der Immobilie für die Nutzer. Das bedeutet die Beseitigung von Anomalien, die Erhöhung des Komforts und die Steigerung der Verfügbarkeit von Ressourcen. Diese automatisierten Prozesse führen zu einer effizienteren Nutzung von Personalressourcen und somit zu erheblichen Einsparungen.

### 4.3.2 Umsetzung in der Praxis

Die Umsetzung von KI in der Inbetriebnahme von Gebäuden erfordert eine sorgfältige Planung und Implementierung von Sensorik und Dateninfrastruktur. Sensoren, die Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht, Bewegung und andere relevante Parameter messen, sind an verschiedenen Stellen im Gebäude installiert. Diese Sensoren erfassen kontinuierlich Daten, die in Echtzeit an eine zentrale Datenplattform übertragen werden.

Die Datenplattform ist mit KI-Algorithmen verbunden, die diese Daten analysieren. Die Ergebnisse werden mit spezifischen Bedingungen verglichen, die zuvor definiert wurden. Die Algorithmen erkennen Muster und Abweichungen, die auf potenzielle Probleme hinweisen könnten. Diese Datenanalyse erfolgt in Echtzeit, was eine sofortige Reaktion auf etwaige Probleme ermöglicht. Zusätzlich werden historische Daten gesammelt und analysiert, um langfristige Trends zu identifizieren und präventive Maßnahmen zu planen.

Die Installation dieser Sensorik und die Implementierung der Dateninfrastruktur erfordern eine genaue Abstimmung mit den spezifischen Anforderungen des Gebäudes. Die Platzierung der Sensoren, die Wahl der richtigen Sensortypen und die Sicherstellung der Datenintegrität sind entscheidende Schritte in diesem Prozess.

Praxisbeispiel „Automatisierte Inspektion von Gebäudesystemen“: Bei der Inbetriebnahme eines neuen Gebäudes werden zahlreiche Systeme und Anlagen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft. KI-basierte Bilderkennungssysteme analysieren visuelle Inspektions-Bilder in Echtzeit. Diese Bilder werden von Drohnen oder Sensoren aufgenommen und an KI-Algorithmen übermittelt. Die Algorithmen erkennen Unregelmäßigkeiten oder Schäden an Bauteilen oder Installationen, was eine schnelle Fehleridentifikation ermöglicht. Durch die automatisierte Inspektion werden potenzielle Probleme frühzeitig erkannt, was Zeit und Kosten für manuelle Inspektionen einspart.

Praxisbeispiel „Optimierung von Raumklima und Beleuchtung“: Während der Inbetriebnahme eines Bürogebäudes ist die Einstellung des Raumklimas und der Beleuchtung von entscheidender Bedeutung. Sensoren messen kontinuierlich die Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit. KI-Analysen dieser Daten ermöglichen eine präzise Steuerung von HKL-Systemen und Beleuchtung. Bei Abweichungen von den idealen Bedingungen werden automatisch Anpassungen vorgenommen, um ein angenehmes Arbeitsumfeld sicherzustellen. Dies verbessert nicht nur den Komfort für die Nutzer, sondern trägt auch zur Energieeffizienz des Gebäudes bei, indem unnötiger Energieverbrauch vermieden wird.

## 4.4 Mietmanagement

### 4.4.1 Ziel und Benefit

Im Kontext des Mietmanagements geht es darum, den Vermietungsprozess von der Anmietung bis zur Kündigung eines Objekts zu optimieren und zu automatisieren. Durch die Anwendung von KI-Technologien können Makler, Immobilienverwalter und Vermieter ihre Prozesse und ihre Kommunikation effizienter und transparenter gestalten, wodurch sich eine Vielzahl von Vorteilen ergibt. Dazu zählen beispielsweise die automatische Zuordnung von Geldeingängen zu Posten, Verbrauchsanalysen aus den Rechnungen heraus sowie die Zuordnung aus Vermieter-Sicht.

Ein wesentlicher Vorteil von KI im Mietmanagement besteht in der Möglichkeit, gesammelte Daten und Informationen über die Immobilien und Mieter zu analysieren und hieraus Kennzahlen, Trends und Prognosen ableiten zu können. Auf dieser Basis können Vermieter und Immobilienverwalter strategische Entscheidungen treffen und ihre Geschäftsprozesse optimieren.

Konkret können durch die Automatisierung von Arbeitsprozessen und die Implementierung von Algorithmen Mietverträge automatisch erstellt werden. Ebenfalls können KI-Technologien zur automatischen Überwachung von Zahlungseingängen und zur Erkennung von Zahlungsrückständen eingesetzt werden.

KI-Technologien ermöglichen eine genaue Analyse von Daten, um den Ressourceneinsatz zu optimieren. Dies gilt nicht nur für finanzielle Ressourcen, sondern auch für physische Ressourcen wie Energie und Wasser. Durch die Analyse von Verbrauchsdaten können Vermieter den Energieverbrauch in ihren Gebäuden optimieren, was nicht nur zu Kosteneinsparungen führt, sondern auch einen Beitrag zum Umweltschutz leistet.

Darüber hinaus können KI-Technologien auch genutzt werden, um die Immobilien-Performance zu verbessern. Durch die Analyse von Daten und Informationen über die Immobilien können Schwachstellen und Potenziale identifiziert werden. Auf dieser Basis können Maßnahmen ergriffen werden, um die Vermietbarkeit und Rentabilität der Immobilien zu erhöhen. So können KI-Technologien zur Identifizierung von langfristigen Trends bei der Nachfrage nach bestimmten Arten von Immobilien eingesetzt werden, um die Vermietungsstrategie entsprechend anzupassen. Dies kann die Entscheidungsfindung unterstützen, sei es bei der Erweiterung oder Repositionierung des Immobilienportfolios, der Anpassung von Mietpreisen oder der Modernisierung von Gebäuden.

Der Einsatz von KI im Mietmanagement kann zudem den Service für Mieter deutlich verbessern. Durch automatisierte Kommunikationssysteme können Mieteranfragen schneller beantwortet werden. Darüber hinaus ermöglicht die proaktive Überwachung von Geräten und Systemen in Mieteinheiten eine frühzeitige Fehlererkennung und Behebung, was zu einer höheren Zufriedenheit der Mieter führt.

#### 4.4.2 Umsetzung in der Praxis

Um KI im Mietmanagement erfolgreich anwenden zu können, müssen bestimmte grundlegende Daten über die Immobilien und Mieter erfasst werden. Dazu gehören unter anderem Informationen über die Größe und Ausstattung der Mietobjekte, die Energieverbräuche, den Standort und die Mietpreise. Aber auch Daten zu Verträgen, Mietzahlungen und -einnahmen, Laufzeiten und Kündigungsfristen sowie der Vermietungshistorie liefern für die KI relevante Informationen. Um eine umfassende Datengrundlage zu schaffen, sollten diese Informationen in einem zentralen System strukturiert gespeichert werden. So können sie leicht abgerufen und systematisch analysiert werden.

Um diese Daten zu erfassen, werden im Wesentlichen zwei Komponenten eingesetzt: Machine Learning zur automatisierten Dokumentenerkennung und Sensoren bzw. Smart Meter zur Erfassung von Verbrauchsdaten.

Durch die automatisierte Dokumentenerkennung können die zuvor genannten Informationen aus Mietverträgen, Rechnungen und anderen Quellen herausgelesen, zugeordnet und in einem System zentral gespeichert werden. Aber nicht nur bei den Stammdaten, sondern auch bei den Prozessdaten kann die Verwendung von KI-Algorithmen helfen, z. B. bei der Verwaltung von Mietverträgen und Mietzahlungen. So kann die KI anhand von Mustern und historischen Daten automatisch Zahlungseingänge erfassen, prüfen und den entsprechenden Mietverträgen zuordnen. Dies gewährleistet nicht nur eine korrekte Buchführung, sondern minimiert auch menschliche Fehler. Auch bei der Verwaltung von Mietverträgen kann die KI unterstützen, indem sie automatisch Vertragsbedingungen und -fristen überwacht, an Termine erinnert und über eine Plattform mit den Mietern automatisiert kommuniziert.

Durch Smart Meter lässt sich der Energieverbrauch der Mieter erfassen und somit lassen sich Rückschlüsse auf die Nutzungsintensität ziehen. Auch Sensoren zur Erfassung von Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit können wertvolle Informationen für das Mietmanagement liefern. Darüber hinaus können moderne Gebäudeleitsysteme genutzt werden, um relevante Daten wie Belegungs- und Nutzungszeiten zu erfassen.

Durch die Kombination und Auswertung dieser Daten mittels KI sind Vermieter und Facility Manager in der Lage, ihre Objekte effektiver und profitabler zu managen, indem sie etwa Mietpreise dynamisch anpassen oder gezielt Investitionen in bestimmte Bereiche tätigen. Die Nutzung von KI im Mietmanagement kann somit einen entscheidenden Beitrag zur Steigerung der Rentabilität und zur Verbesserung des Mieterzufriedenheit leisten.



## 4.5 Übersetzungen von immobilienpezifischen Dokumenten

### 4.5.1 Ziel und Benefit

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Bereich des Dokumentenmanagements spielt in global agierenden Unternehmen eine immer bedeutendere Rolle. Das Hauptziel besteht darin, Wissen aus verschiedenen Ländern und Regionen zu transferieren und einer Organisation in strukturierter Form zugänglich zu machen. Insbesondere im Immobilienbereich müssen Dokumente wie Verträge, Standards, Regelwerke und Kataloge in der Sprache des jeweiligen Standortes verfügbar sein. Die Anwendung von KI ermöglicht nicht nur die Übersetzung dieser Dokumente, sondern auch ihre automatisierte Erkennung und Zuordnung zu den entsprechenden Objekten wie Liegenschaften, Gebäuden, Geräten und Anlagen. Durch die Auswertung jeglichen Schriftverkehrs ergeben sich zahlreiche Vorteile für Unternehmen.

Ein entscheidender Benefit dieser Technologie liegt in der Automatisierung von Prozessen. Durch die Kombination von Texterkennung, Mustererkennung und Verschlagwortung können immobilienpezifische Dokumente analysiert und klassifiziert werden. Dabei spielen verschiedene Kriterien wie Betreff, Schlagwörter, Absender, Empfänger, Datum, Adressen, Gebäude, Positionen, Abteilungen und Kostenstellen eine Rolle. Die KI erkennt, ob es sich um einen Miet- oder Dienstleistungsvertrag, ein Wartungsprotokoll, eine Rechnung oder eine andere Dokumentenart handelt. Diese Klassifizierung ermöglicht eine strukturierte Ablage in einem Dokumentenmanagementsystem und die Zuordnung zu den entsprechenden Programm- oder Funktionsbereichen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Übersetzung dieser Dokumente. Traditionell waren Übersetzungen zeitaufwändig und teuer. Die KI ermöglicht nicht nur eine schnelle Übersetzung, sondern auch eine kontextsensitive Anpassung. Sie kann den spezifischen Kontext des Immobilienmanagements berücksichtigen, einschließlich rechtlicher und technischer Terminologie. Dies gewährleistet nicht nur eine genaue Übersetzung, sondern auch ein tieferes Verständnis für die Benutzer.

Die automatisierte Erkennung von Dokumentenarten sowie die präzise Übersetzung bieten klare Vorteile. Sie sparen nicht nur Zeit und Kosten, sondern reduzieren auch menschliche Fehler. Dies führt zu einer höheren Effizienz in den Geschäftsprozessen und ermöglicht es den Mitarbeitern, sich auf strategisch anspruchsvollere Aufgaben zu konzentrieren. Die strukturierte Ablage und die Zuordnung zu den richtigen Objekten sorgen für eine transparente Dokumentenverwaltung, was insbesondere in komplexen Unternehmensstrukturen von hohem Wert ist.

### 4.5.2 Umsetzung in der Praxis

Die Umsetzung des Übersetzungsprozesses von Immobilien-spezifischen Dokumenten mit Hilfe von KI erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden die physischen Dokumente gescannt und in digitale Formate umgewandelt. Die Texterkennungstechnologie wird eingesetzt, um den Text aus den gescannten Dokumenten zu extrahieren. Mustererkennungsalgorithmen analysieren den extrahierten Text und identifizieren verschiedene Kriterien wie Betreff, Absender, Empfänger, Schlagwörter, und Gebäudeinformationen.

An diesem Punkt kommt die KI ins Spiel. Sie vergleicht die identifizierten Muster mit vordefinierten Mustern und Kriterien für verschiedene Dokumentenarten im Immobilienkontext. Im Rahmen des maschinellen Lernens wird die KI trainiert, um Muster zu erkennen und Dokumente entsprechend zu klassifizieren. Diese Klassifizierung ermöglicht die Zuordnung zu den richtigen Objekten und Programm-/Funktionsbereichen.

Für die Übersetzung werden spezialisierte Übersetzungsmodelle verwendet, die auf dem Kontext des Immobilienmanagements basieren. Diese Modelle berücksichtigen nicht nur die linguistische Bedeutung der Wörter, sondern auch ihre spezifische Bedeutung im Immobilienkontext. Dadurch wird sichergestellt, dass die Übersetzung nicht nur sprachlich korrekt ist, sondern auch den spezifischen Anforderungen des Immobilienmanagements entspricht. Inzwischen werden auch Grafiken fast fehlerfrei übersetzt, wobei natürlich eine Mindestauflösung gegeben sein muss.

Ein Beispiel für die Anwendung dieser Technologie ist die automatisierte Übersetzung von Mietverträgen. Ein global agierendes Unternehmen mit Immobilien in verschiedenen Ländern muss sicherstellen, dass die Mietverträge in der Sprache des jeweiligen Landes verfügbar sind. Traditionell war die manuelle Übersetzung ein langwieriger und kostspieliger Prozess. Mit Hilfe von KI können diese Verträge automatisch erkannt, übersetzt und den entsprechenden Liegenschaften zugeordnet werden. Dies ermöglicht eine effiziente Verwaltung der Mietverträge und erleichtert die Kommunikation zwischen Vermieter und Mieter.

Ein weiteres Beispiel ist die Übersetzung von Wartungs- und Prüfprotokollen für technische Anlagen. In der Immobilienbranche ist es entscheidend, dass diese Protokolle präzise übersetzt werden, um sicherzustellen, dass Wartungsarbeiten korrekt durchgeführt und fällige Termine nicht übersehen werden. KI kann diese Protokolle automatisch erkennen und in die entsprechenden Sprachen übersetzen, wodurch die Effizienz der Wartungsprozesse erhöht wird.

Insgesamt ermöglicht der Einsatz von KI im Bereich des Dokumentenmanagements nicht nur eine effiziente Übersetzung von immobilien-spezifischen Dokumenten, sondern auch eine automatisierte Erkennung und Kategorisierung verschiedener Dokumentenarten. Dies führt zu einer transparenten und strukturierten Dokumentenverwaltung, was für global agierende Unternehmen von entscheidender Bedeutung ist. Durch die Reduzierung von Zeit- und Arbeitsaufwand können Unternehmen ihre Ressourcen effizienter nutzen und sich auf strategische Geschäftsaktivitäten konzentrieren. KI im Dokumentenmanagement ist somit nicht nur eine technologische Innovation, sondern auch ein Schlüsselement für den Erfolg im globalen Immobilienmanagement.

Das interne Benchmarking großer Immobilienportfolios mit Standorten in verschiedenen Ländern lässt sich mit den beschriebenen KI-Methoden ebenfalls einfacher, schneller und weniger Fehler-anfällig realisieren.

## 4.6 Muster- und Objekterkennung aus Punktwolken

### 4.6.1 Ziel und Benefit

Die Mustererkennung, auch als Pattern Recognition bekannt, besitzt die Fähigkeit, in umfangreichen Datenmengen (z. B. Dokumente, Abbildungen, Zeitreihen) Ähnlichkeiten, Wiederholungen sowie Regel- und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Im Kontext des Immobilienmanagements besteht ein Ziel darin, mittels Mustererkennung und Datenextraktion Informationen aus 3D-Punktwolken zu extrahieren. Dies bezieht sich nicht nur auf die Ableitung der Architektur, sprich die Geometrie und Anordnung von Räumen, sondern auch auf die Erkennung von Ausstattungen, Installationen, Anlagen, Geräten und Inventar in Gebäuden. Die Punktwolken, die durch 3D-Scans erstellt werden, werden hinsichtlich ihrer Dichte und Form analysiert und ausgewertet. So können Ähnlichkeiten mit bekannten Objekten wie Arbeitsplätzen, Möbeln, Komponenten der Elektroinstallation (Steckdosen, Schalter, etc.), Beleuchtungen und anderen Installationen abgeleitet, visualisiert und als Datenbankobjekte erfasst werden.

Die Anwendung von KI in der Mustererkennung in Punktwolken bietet zahlreiche Vorteile im Immobiliensektor. Ein wesentlicher Nutzen besteht in der Effizienzsteigerung von Gebäude-Bestandsaufnahmen. Traditionell erforderte die manuelle Erfassung von Gebäudestrukturen und Ausstattungen viel Zeit und Arbeitskraft. Durch den Einsatz von KI-Technologien und leistungsfähiger Erfassungstechnik können diese Prozesse automatisiert werden, was nicht nur Zeit spart, sondern auch menschliche Fehler minimiert. Dabei sind geringer Zeitbedarf und Einsatz leicht transportierbarer Erfassungstechnik in vielen Fällen Voraussetzung, um überhaupt eine Datenerfassung in Gebäuden bei laufendem Betrieb oder in betriebsarmen Nutzungszeiten zu ermöglichen.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Genauigkeit der erfassten Daten. KI-Systeme können Punktwolken präzise analysieren und bestimmte Objekte in hoher Detailtreue erkennen. Dies ist besonders wichtig in Immobilienprojekten, bei denen genaue Informationen über Raumausnutzung und Ausstattungsdetails erforderlich sind. Genauere Daten ermöglichen eine bessere Planung, Renovierung und Nutzung von Gebäuden.

Des Weiteren ermöglicht die Mustererkennung in Punktwolken die automatische Aktualisierung von Gebäudedaten. In großen Immobilienportfolios ändern sich Räumlichkeiten und Ausstattungen regelmäßig. KI kann durch Vergleich mit früheren Situationen Änderungen in den Punktwolken erkennen und die Datenbanken automatisch aktualisieren. Dies stellt sicher, dass die Informationen stets aktuell sind, was für Immobilienverwaltungen und -investoren von großer Bedeutung ist.

Ein wesentlicher Vorteil liegt auch in der Möglichkeit, prädiktive Analysen durchzuführen. Durch die kontinuierliche Erfassung und Auswertung von Punktwolken über einen längeren Zeitraum können Trends und Muster erkannt werden. Diese Erkenntnisse ermöglichen fundierte Entscheidungen im Immobilienmanagement, wie die Optimierung von Raumausnutzung, Energieeffizienz und Gebäudeinstandhaltung.

#### 4.6.2 Umsetzung in der Praxis

Die technische Umsetzung der Muster- und Objekterkennung in Punktwolken mit Hilfe von KI basiert auf einer Vielzahl von Algorithmen und Methoden des maschinellen Lernens. Zunächst werden hochpräzise 3D-Scans von Gebäuden erstellt, die als Punktwolken vorliegen. Diese Punktwolken werden dann in KI-Systemen verarbeitet, die speziell für die Erkennung von Strukturen, Objekten und Mustern trainiert wurden.

Die KI-Algorithmen analysieren die Punktwolken und suchen nach charakteristischen Mustern und Formen, die bestimmten Objekten entsprechen. Diese Muster können auf geometrischen und topologischen Eigenschaften, Dichte, Farbe und anderen Merkmalen basieren. Durch den Abgleich mit vordefinierten Datenbankobjekten wie Möbeln, elektrischen Geräten, Leitungssystemen oder anderen Einrichtungsgegenständen kann die KI die erkannten Muster mit den richtigen Objekten abgleichen und identifizieren.

Ein konkretes Anwendungsbeispiel ist die Raumoptimierung in Bürogebäuden. Durch die Mustererkennung aus Punktwolken können Unternehmen analysieren, wie ihre Büroflächen genutzt werden. Die KI kann die Anzahl und Anordnung der Büroarbeitsplätze in einem Raum erkennen und ableiten, in welchen Bereichen es ein Erweiterungspotenzial gibt oder wo die Aufteilung optimiert werden kann. Auf Grundlage dieser Daten können Unternehmen die Raumnutzung optimieren, beispielsweise indem sie physische Arbeitsplätze verlagern oder Räume umgestalten.

Ein weiteres Beispiel betrifft die Inspektion und Wartung von Gebäuden. KI kann genaue Modelle der Gebäude erstellen und sie mit den aktuellen Strukturen vergleichen. So können Unregelmäßigkeiten, Verschleiß oder Schäden frühzeitig erkannt werden, was zu präventiven Wartungsmaßnahmen führt und langfristig die Instandhaltungskosten reduziert.

Insgesamt ermöglicht die Muster- und Objekterkennung in Punktwolken mit Hilfe von KI eine präzise, effiziente und zukunftsorientierte Herangehensweise an das Immobilienmanagement. Sie bietet nicht nur eine detaillierte Bestandsaufnahme, sondern auch die Grundlage für Daten-getriebene Entscheidungen, welche die Effizienz steigern und die Rentabilität von Immobilieninvestitionen verbessern.

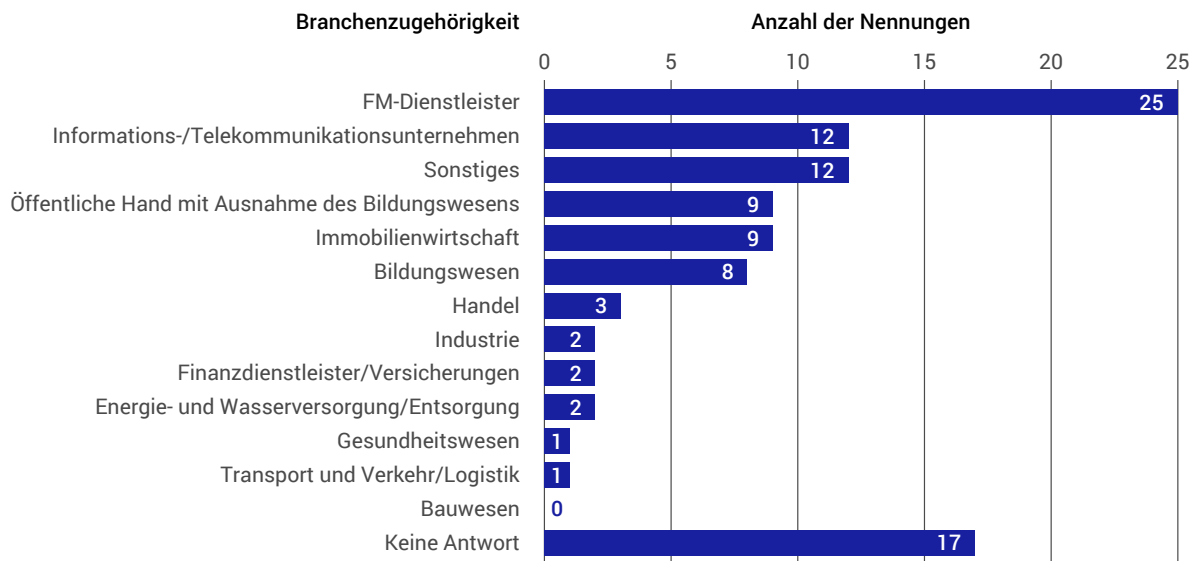
## 5 Verprobung der Use Cases durch Anwenderbefragung

Die Zusammenstellung der KI-Themen des Immobilien- und Facility-Managements durch das Autorenteam hat zu der zentralen Frage geführt, inwieweit KI in der Realität der Branche bereits angekommen ist. Dazu wurde trotz der aus akademischer Sicht bestehenden Limitationen von Online-Umfragen dieser Ansatz durch das Fachgebiet Immobilienökonomie an der RPTU (Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau) gewählt, welches mit einem kleinen Team und dem universitätsintern verfügbaren Online-Survey-Tool im Sommer 2023 eine Umfrage durchgeführt hat, an der ca. 150 Personen teilgenommen haben. Die Umfrage wurde durch gefma auf den Kommunikationskanälen Newsletter, Presseverteiler und Social Media verbreitet. Damit ist eine fachlich vorgeprägte Auswahl (Stichprobe, Sample) gegeben, die bei der Interpretation der Umfrageergebnisse zu berücksichtigen ist.

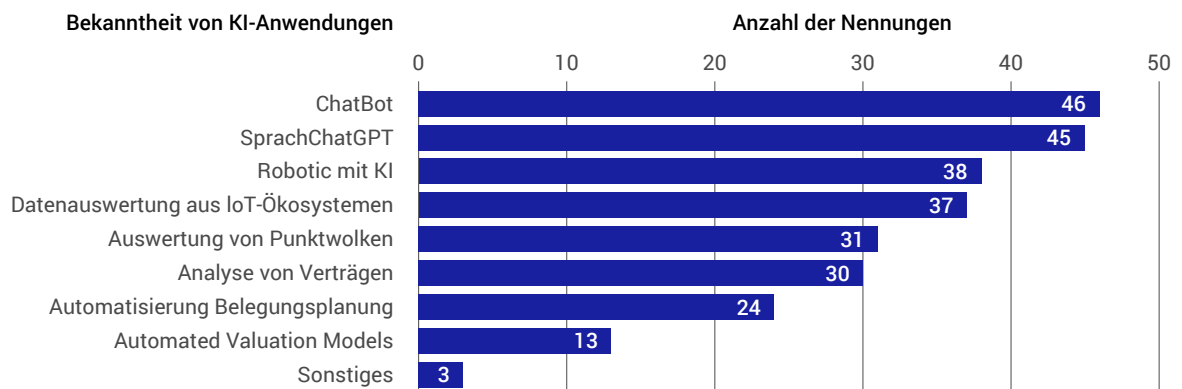
Bei der Studie ging es im Wesentlichen um eine Erhebung zum Stand von Planung und Einsatz von KI im Immobilien- und Facility-Management in Deutschland. Bei den Fragestellungen hat das Autorenteam sich auch an ähnlichen Umfragen aus dem englischsprachigen Raum orientiert (IFMA Information Technology Community, McKinsey). Wegen der Vielzahl von Online-Umfragen bei den in Aussicht genommenen Teilnehmenden wurde die Anzahl der Fragen im Hinblick auf die Vollständigkeit der Antworten und die Kürze der Bearbeitungsdauer auf folgende wesentliche Fragen beschränkt:

- **Bekanntheit** von KI-Anwendungen
- **Bewertung genutzter Anwendungen** nach ihrer Nützlichkeit
- **Wahrscheinlichkeit der Nutzung** in den nächsten 3 Jahren
- **Realer Einsatz** von KI-Anwendungen
- **Budget** für Digitalisierungsmaßnahmen

Sämtliche Fragen wurden als gestützte Fragen mit einer Auswahlliste formuliert. Die Ergebnisse werden im Folgenden direkt aus den Auswertungen des Survey Tools dargestellt:

**Abb. 3 – Branchenzugehörigkeit der Umfrageteilnehmer, n = 103**

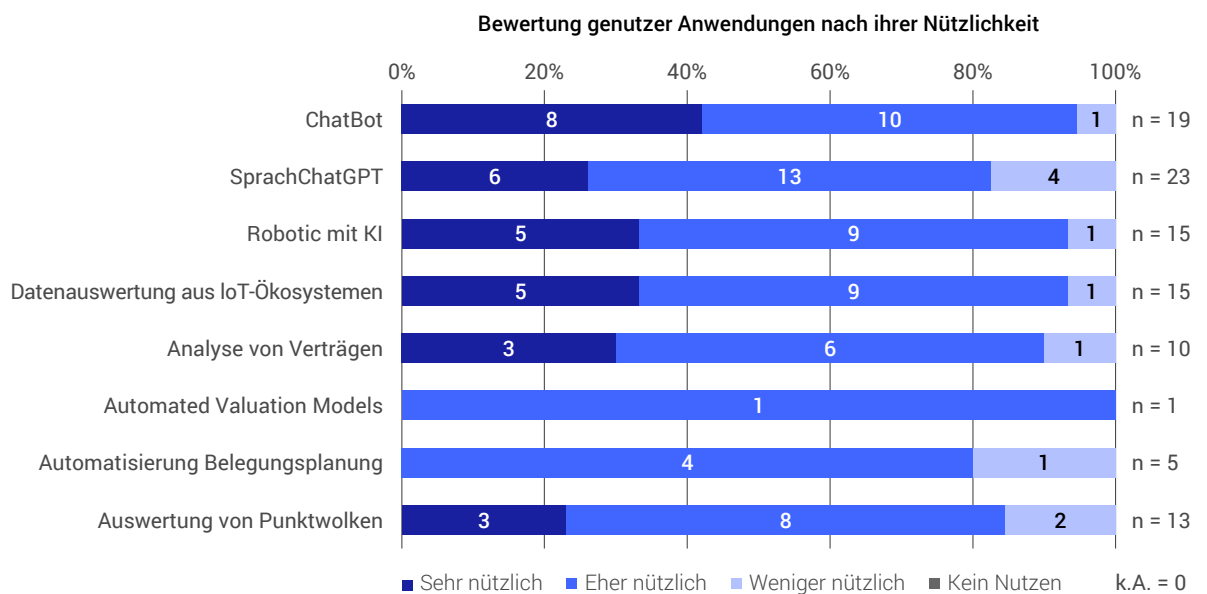
Aufgrund der Verbreitungsmethode sind die FM-Dienstleister bei den Antwortenden überrepräsentiert. Dies ist statistisch ein Nachteil im Hinblick auf die Aussagekraft der Umfrageergebnisse. Er wird teilweise dadurch kompensiert, dass die FM-Dienstleister häufig als First Mover von KI im FM auftreten.

**Abb. 4 – Welche KI-Anwendungen sind den Umfrageteilnehmern grundsätzlich bekannt, n = 73**

Der Bekanntheitsgrad der in der Umfrage von den Autoren vorgegebenen und auszuwählenden KI-Anwendungen folgt den auch in anderen Branchen erkennbaren Trends:

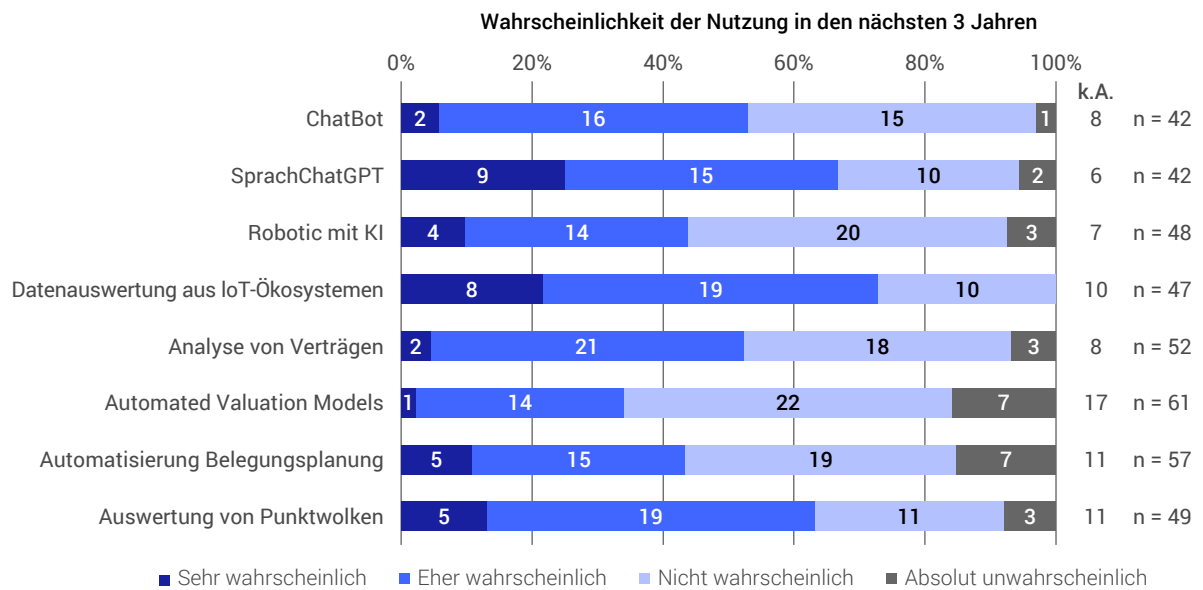
- Chatbots sind im FM-Dienstleistungssektor für die Kundenkommunikation bekannt.
- ChatGPT ist in seinen frei zugänglichen Versionen allgemein präsent.
- Robotics-Anwendungen sind bei großen FM-Dienstleistern, insbesondere im Bereich der Reinigung bereits bei großen Reinigungsobjekten im Einsatz.
- Die Datenauswertung im Rahmen von IoT, insbesondere für Energy Controlling, ist akzeptiert.
- Die Automatisierung der Belegungsplanung als Verfahren ist bekannt.
- Die Auswertung von Punktwolken zur Datenerhebung ist technologisch weit fortgeschritten.

**Abb. 5 – Wie wird die Nützlichkeit der genutzten Anwendungen bewertet?**



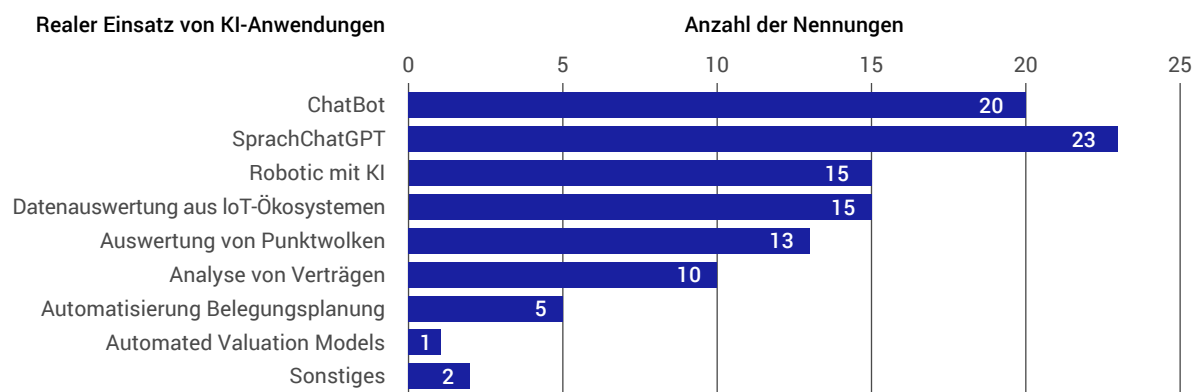
Die bewertete Nützlichkeit korreliert weitgehend mit dem Bekanntheitsgrad der Anwendung.

**Abb. 6 – Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird eine KI-Anwendung zukünftig eingesetzt?**



Einfach zugängliche Technologien mit geringen Einstiegshürden haben die höchste Einsatzwahrscheinlichkeit in der überschaubaren Zukunft.

**Abb. 7 – Welche KI-Anwendungen werden von den Umfrageteilnehmern tatsächlich eingesetzt, n = 73**

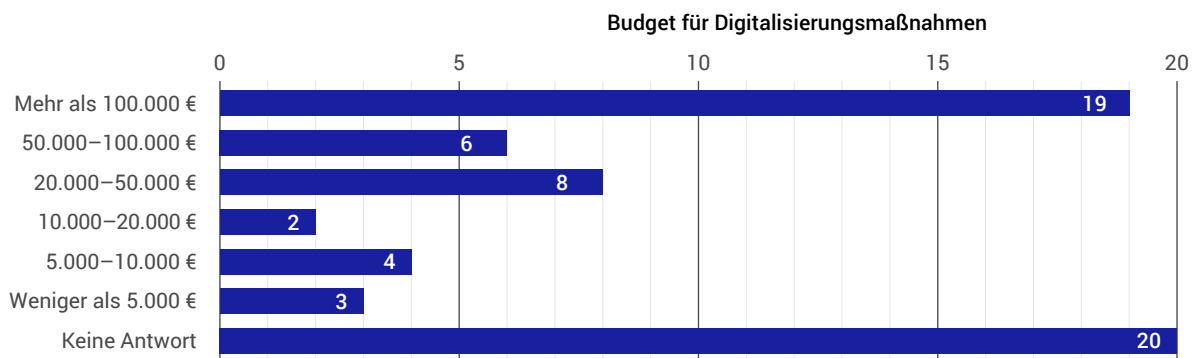




Der für einen Reality Check entscheidende Umfang der bereits realisierten Nutzung konnte nur von 70 % der Antwortenden festgestellt werden. Dabei wurde bewusst auf die Frage nach dem Reifegrad der Nutzung (erste Tests, beschränkter Einsatz, ...) verzichtet. Zur statistischen Relevanz der Antworten ist zu bemerken, dass die Umfrage vermutlich nur von Personen bearbeitet wurde, die sich bereits mit dem Thema KI im FM intensiver beschäftigt haben. Der reale Einsatz von KI im FM sieht daher näherungsweise wie folgt aus:

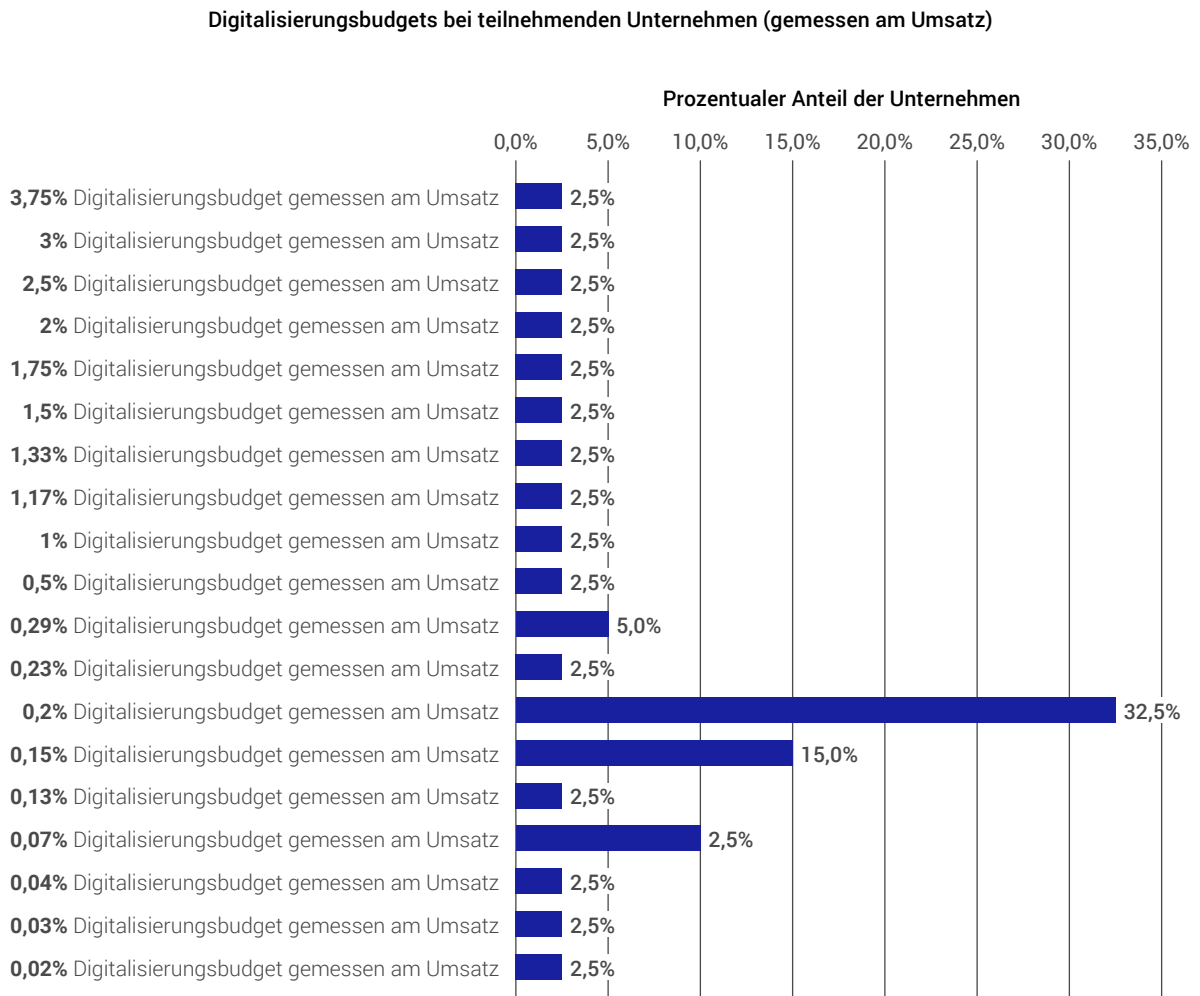
- Chatbots im Kontext von Kundenkommunikation sind bereits weit verbreitet.
- SprachChatGPT wird unternehmensintern intensiv genutzt.
- Robotics und IoT-Datenauswertung zur Verbesserung der Performance sind bei hoch skalierbaren Anwendungen im Einsatz.
- Die Analyse von Verträgen und die Auswertung von Punktwolken bei repetitiven einfachen Anwendungen wird als sinnvoll angesehen.
- Für die Belegungsplanung von physischen Arbeitsplätzen werden bei Nutzung von Workplace Automation Systems KI-Methoden eingesetzt.

**Abb. 8 – Welches Budget steht für Digitalisierungsmaßnahmen zur Verfügung, n = 62**



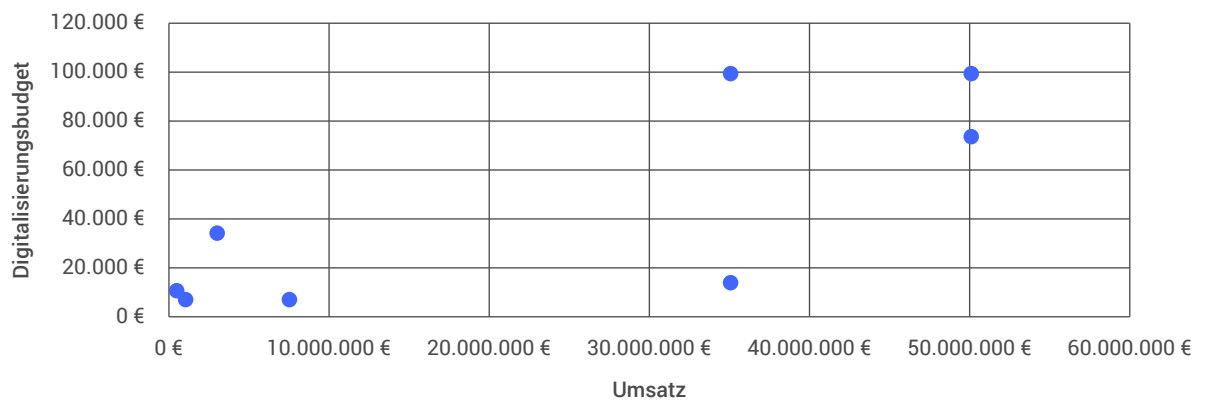
Die Antwort auf die Budgets für Digitalisierungsmaßnahmen im FM, von denen KI meist nur einen kleinen Teil ausmacht, legt den Schluss nahe, dass vorerst keine größere Verbreitung von KI im FM in Deutschland stattfinden wird. Die Digitalisierungsbudgets im FM sind im Vergleich zu anderen Dienstleistungsbranchen generell minimal. Dabei werden diese in naher Zukunft vermutlich zunächst einmal für die aus der EU-Taxonomie abgeleiteten Berichtspflichten gemäß ESRS (European Sustainability Reporting Standard) und insbesondere die Beschaffung der notwendigen digitalen Daten in Anspruch genommen.

**Abb. 9 – Verhältnis von Unternehmensumsatz zu Digitalisierungsbudget, n = 40**

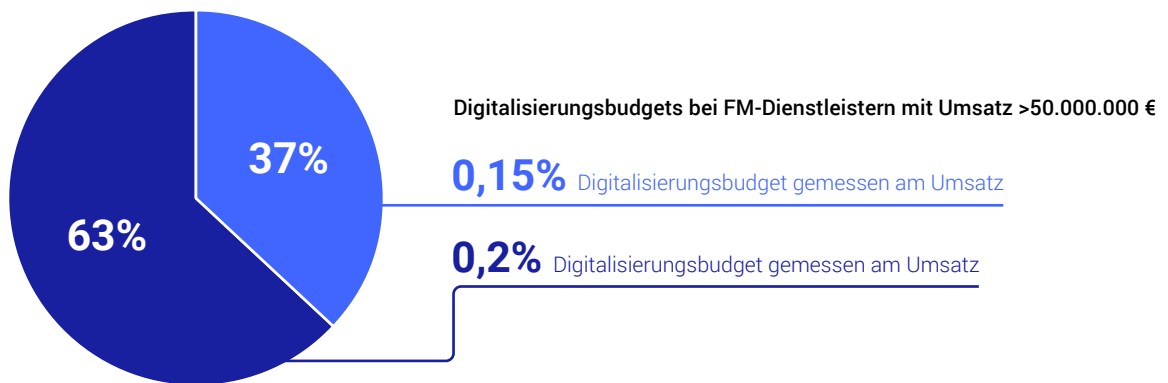


Die abgefragten Digitalisierungsbudgets bewegen sich zwischen 0,02% und 3,75% vom Umsatz mit einem ungewichteten Schwerpunkt bei 0,2%. In anderen datengetriebenen Branchen und auch in den USA liegen diese meistens über 10% vom Umsatz.

**Abb. 10 – Verhältnis von Unternehmensumsatz zu Digitalisierungsbudget bei FM-Dienstleistern, n = 14**



**Abb. 11 – Digitalisierungsbudget gemessen am Umsatz bei FM-Dienstleistern, n = 8**



Bei der Betrachtung der Budgetquote vom Umsatz für Digitalisierungsinitiativen bei den an der Umfrage besonders häufig beteiligten FM-Dienstleistungsunternehmen ergibt sich Folgendes:

- Das Budget beträgt lediglich bei einem teilnehmenden FM-Dienstleister >1 % vom Umsatz.
- Das Budget bei FM-Dienstleistern mit einem Umsatz >50 Mio. € liegt zwischen 0,15 – 0,2 %

Als Fazit aus der Umfrage zum Einsatz von KI im FM in Deutschland ergibt sich:

- KI-Methoden im Immobilien- und Facility-Management sind hinreichend bekannt.
- In einigen Anwendungsgebieten ist die Akzeptanz bereits zufriedenstellend.
- Leicht verständliche und risikolose, sowie mit niedriger Preisschwelle umsetzbare Anwendungen haben die größten Erfolgswahrscheinlichkeiten.
- Die Budgets für die Digitalisierung insgesamt sind im Vergleich zu anderen Dienstleistungsbranchen generell gering.
- Als Folge wird die Verbreitung von KI im FM in Deutschland nur langsam vorankommen und dabei dem auch in dem Thema an anderer Stelle vorzufindenden Muster des hohen Kenntnis- und Anspruchsniveaus bei gleichzeitig niedrigem praktischen Umsetzungsgrad entsprechen.

## 6 Nutzen und Wirtschaftlichkeit von KI

Die Wirtschaftlichkeit wird in der einschlägigen Literatur als optimales Verhältnis zwischen Input und Output beschrieben. Ein IT-System wird dann als wirtschaftlich betrachtet, wenn die Kosten der Einführung und des Betriebs unter dem zu erwartenden messbaren Nutzen innerhalb des Betrachtungszeitraums liegen.

Die Richtlinie GEFMA 460 (gefma, 2016) gibt eine Hilfestellung bei der Analyse möglicher Nutzeffekte und Kosten für Einführung und Betrieb eines CAFM-Systems sowie für die Berechnung der Wirtschaftlichkeitskennzahlen vor Einführung eines neuen oder der Erweiterung eines bestehenden Systems. Das Vorgehen wurde unter Nutzung der Balanced Scorecard auch erfolgreich auf das Building Information Modelling (BIM) übertragen (May et al., 2022). Diese Ansätze können prinzipiell auch auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung KI-basierter Softwareanwendungen übertragen werden.

Zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit einer KI-basierten Software-Investition vor Einführung eines Systems bzw. einer Systemerweiterung sind im Wesentlichen drei Schritte durchzuführen:

- Ermittlung der zu erwartenden Kosten
- Ermittlung der erzielbaren Nutzeffekte
- Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Die Gesamtkosten für eine KI-basierte Softwareanwendung gliedern sich in Kosten der Einführung und des Betriebs. Diese können sich weiter in Personal- und Sachkosten untergliedern. Ein Teil der Kosten wird im Laufe des Beschaffungsprozesses abgefragt (gefma, 2016), ein weiterer Teil wird durch die IT-Infrastrukturkosten und die laufenden sonstigen Betriebskosten bestimmt. Die Kosten können sich im Falle von Cloud Services auch in Bereitstellungs- und Nutzungskosten aufteilen.

Die Ermittlung des möglichen Nutzens einer KI-basierten Software-Einführung kann vor Realisierung des Projekts immer nur auf Annahmen beruhen. Eine endgültige Verifizierung kann erst in einem geeigneten zeitlichen Abstand nach Einführung erfolgen. In der Praxis ergeben sich häufig klare und einfach darstellbare Einsparungspotenziale, die Auslöser für Software-Investitionen sein können.

Grundsätzlich müssen die Nutzeffekte in zwei Kategorien unterteilt werden:

- finanziell bewertbare Nutzeffekte und
- qualitative Nutzeffekte

Die finanziell bewertbaren Nutzeffekte führen durch den Einsatz einer Software direkt oder indirekt zu Kosteneinsparungen, z. B. durch Reduktion von Arbeitszeit, Verringerung von Kosten oder Verbräuchen bzw. Verhinderung von Doppelarbeit. Aber auch die Vermeidung von Schadensfällen und die Verringerung von Risiken sollten hier bewertet werden (Opportunitätskosten).

Die qualitativen Nutzeffekte sind jene, die zwar wünschenswert und gewollt sind, jedoch nicht direkt durch einen Geldbetrag angegeben werden können. Dazu zählen im Kontext von KI im FM die Erhöhung der Transparenz von Kosten und Leistungen, die Verbesserung und Beschleunigung von Entscheidungen oder generell die Verfügbarkeit von Informationen. Besondere Bedeutung kommt dabei der Verringerung von Risiken, z. B. durch die Bereitstellung von Dokumenten zur Wahrnehmung der Betreiberverantwortung, zu.

Ein vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der Nutzeffekte einer KI-basierten Software-Anwendung kann darin bestehen, die höhere Arbeitseffizienz durch den Prozesskostenansatz abzuschätzen, die durch eine Softwarenutzung erreicht wird.

Der Prozesskostenansatz zur Ermittlung der jährlichen Einsparungen basiert auf der Betrachtung und Gegenüberstellung der Durchlaufzeiten mit und ohne KI-basiertem Software-Einsatz. Für konkrete Prozessschritte, die durch den KI-basiertem Software-Einsatz unterstützt werden oder dadurch komplett entfallen, wird die jeweilige Zeitersparnis durch die Software-Unterstützung abgeschätzt und mit der Häufigkeit dieser Tätigkeiten pro Jahr multipliziert. Unter Berücksichtigung des Vollkostenansatzes (EUR/Arbeitsstunde inkl. Arbeitsplatzkosten und internen Umlagen) kann die jährliche Einsparung in EUR berechnet werden.

Voraussetzung für diese detaillierte Betrachtung ist die Aufnahme der einzelnen Prozessschritte der Ist-Prozesse und die Definition optimierter Soll-Prozesse, um die Veränderungen und möglichen Einsparungen zu identifizieren.

Sobald sich die KI-basierten Anwendungen am Markt weiter etablieren und es mehr praxisbezogene Erfahrungswerte zu den Nutzeffekten gibt, können auch Kennzahlen für eine kennzahlenbasierte Abschätzung des Nutzens abgeleitet werden, wie sie in der GEFMA 460 für die CAFM-Systemeinführung ermittelt wurden.

Im Rahmen der eigentlichen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden dann die Kosten und die Einsparungen gegenübergestellt und die Amortisationsdauer der Investition berechnet. Das heißt, nach wie vielen Jahren ergibt die Differenz der kumulierten Summen der einmaligen und laufenden Einsparungen abzüglich der kumulierten jährlichen Summen der einmaligen und laufenden Kosten ein positives Ergebnis.

Grundsätzlich wird bei der Mehrwertbetrachtung zwischen der prozessbezogenen, qualitätsbezogenen und ressourcenbezogenen Wertschöpfung unterschieden.

## 6.1 Prozessbezogene Wertschöpfung

Unter prozessbezogener Wertschöpfung versteht man die Ablösung von bisher manuellen Tätigkeiten einer Person (wie Dateneingaben, Datenübertragungen oder Treffen von Entscheidungen) durch die KI-basierte Software (Optimierung und Ablösung von CAFM-Prozessschritten). Auf diese Weise können Einsparungen von Prozessdurchlaufzeiten, Mitarbeiterkapazitäten und damit Personalkosten erreicht werden.

In Zeiten des generellen Personal- und Fachkräftemangels können auf diese Weise Kapazitätsengpässe aufgefangen werden und z. B. wachsende Immobilienportfolios mit gleichbleibender Personalstärke betreut werden.

Folgende prozessbezogenen Optimierungspotenziale können durch den Einsatz von KI erhöht werden:

- Reduzierung des regelmäßigen Aufwands bei der Erstellung von KPIs und Steuerungsgrößen z. B. für Monats-/Quartalsberichte, indem Schlussfolgerungen und kontextbezogene Auswertungen durch die KI unterstützt werden
- Reduzierung des Aufwands bei der operativen Planung von Geschäfts- und Facility-Management-Bedarfen wie z. B. Flächenbedarfsplanung, Standortplanung oder Arbeitsplatzplanung
- Reduzierung des Aufwands zur Erstellung und Pflege von Berichten inkl. der Bewertung von z. B. finanziellen Risiken
- Reduzierung des Dokumentationsaufwands z. B. durch schnelleres Auffinden von Informationen, Nutzung von Text- und Mustervorlagen und -vorschlägen, direkten Zugriff des Controllings auf die relevanten Daten
- Reduzierung des Aufwands für die Suche und Beschaffung von aktuellen und korrekten Informationen, Reduzierung von Informationslücken und Fehlinformationen
- Reduzierter Administrationsaufwand für die Verteilung von Aufgaben und die Verfolgung der Abarbeitung, Minimierung von Fehlinterpretationen und Nachfragen durch automatisierte und standardisierte Benutzerführung
- Reduzierung von Personal- und Logistikkosten durch effizientere Planung von Umzügen
- Reduzierung des Aufwands für Wartung und geplante Instandhaltung durch effizientere und vorausschauende KI-basierte Planung und Vorbereitung
- Reduzierung von Reparaturkosten durch die KI-basierte Identifikation und effiziente Verfolgung von Gewährleistungsansprüchen
- Reduzierung des Zeitaufwands für interne Leistungsverrechnung z. B. durch automatische Zuordnung von Personen zu Arbeitsaufträgen
- Reduzierung der Energiekosten durch Lastspitzenerkennung und Steuerung von Großverbrauchern mit dem Ziel der Vermeidung unnötiger Lastspitzen beim Energiebezug
- Mögliche Beitragsreduzierung für die Versicherung von Betriebsrisiken durch den Nachweis einer KI-basierten Verfolgung von Betriebsrisiken und eine rechtssichere Dokumentation Transparente Darstellung der Versicherungen für den Betrieb von Gebäuden und Anlagen und Identifikation von Optimierungspotenzialen z. B. durch Erkennung zusammenfassbarer bzw. redundanter oder nicht mehr erforderlicher Versicherungen

- Reduzierung des jährlich wiederkehrenden Aufwands durch automatische Vorbereitung der erforderlichen Unterlagen aus der CAFM-Dokumentation sowie der teilautomatisierten Abwicklung der Bewertung über Drohnen, visuelle Sensoren und KI-basierte Analysen
- Reduzierung der Kosten für die Erstellung von Ausschreibungen z. B. durch direkte Zusammenstellung und Verfügbarkeit von relevanten Daten wie Flächen, Maße und Volumina



## 6.2 Qualitätsbezogene Wertschöpfung

Unter qualitätsbezogener Wertschöpfung versteht man das automatische Erkennen von Abweichungen eines Soll-Zustands durch z. B. optische Sensoren in Verbindung mit KI-basierten Analysen. Auf diese Weise können Risiken schneller erkannt und Gegen- oder Sicherungsmaßnahmen eingeleitet werden (z. B. Überwachung Helmtragepflicht auf Baustellen, Schadenserkennung bei Bauwerken).

Entscheidungen können durch KI-basierte Auswertungen von Massendaten mit Darstellung von Abhängigkeiten, die sonst unbekannt wären, besser und vorausschauend getroffen werden.

Folgende qualitätsbezogene Optimierungspotenziale können durch den Einsatz von KI erschlossen werden:

- Frühzeitige und fundierte Bewertung von z. B. finanziellen Risiken
- Reduzierung der Ausfälle technischer und baulicher Anlagen durch automatisierte Fristenverfolgung und vorausschauende KI-basierte Instandhaltung
- Optimierung der bestehenden Versorgungsverträge auf Basis besserer Verbrauchsprognosen
- Flexible und zeitnahe Anpassung/Optimierung der Reinigungs- und Revierpläne inklusive der zugehörigen Qualitätssicherung
- Minimierung des Ausfallrisikos durch konsequente Analyse der Vermietungsdokumentation (z. B. rechtzeitiges Erkennen von Mietausfällen, Ausnutzen von Indizes, Optionen und Fristen)
- Erhöhung der Nachvollziehbarkeit der Ermittlungsgrundlagen für die Nebenkosten-Abrechnung, Vermeidung von Fehlern und Erhöhung der Rechtssicherheit
- Validierung der debitorischen Nebenkostenabrechnung und Erkennen von überhöhten Forderungen
- Reduzierung der Gesamtzahl z. B. von Wartungsverträgen durch Erkennung von Mehrfachabdeckung oder durch Zusammenführen von Anlagen und Gewerken
- Vermeidung von Fehlern und Reduzierung des Zeitaufwands für die Datenpflege bei Eintritt und Austritt von Mitarbeitern
- Möglichkeit, durch historische Daten und vorausschauende Prognosen eine präzisere Einschätzung des Risikoprofils von Anlagen, Verträgen oder Projekten zu erhalten
- Verlässliches Nachhalten der Dokumentationen zur Wahrnehmung der rechtlichen Verantwortung im Sinne der Betreiberverantwortung und Beiträge zum Compliance Reporting durch KI-basierte Prüf- und Plausibilitätsroutinen
- Möglichkeit des schnellen Reagierens auf Veränderungen im Unternehmen bzw. Kerngeschäft mit daraus notwendigen Anpassungen der Prozesse (z. B. In-/Outsourcing bei FM-Leistungen)
- Aufzeigen aller mit der Immobilie verbundenen Kosten und der Möglichkeit der Identifizierung von Einsparpotenzialen (z. B. verursachergerechte Trennung der Energieverbraucher, gezieltes Austauschen von kostenintensiven Bauteilen in der Instandhaltung)

### 6.3 Ressourcenbezogene Wertschöpfung

Unter ressourcenbezogener Wertschöpfung versteht man z. B. die Reduzierung des Energieverbrauchs durch automatische KI-basierte Regelung der Gebäudeautomation in Abhängigkeit von der Bauphysik des Gebäudes, der Lastzustände wie Personen im Gebäude, des Anlagenverhaltens und der Wettervorhersagen.

Folgende ressourcenbezogene Optimierungspotenziale können durch den Einsatz von KI umgesetzt werden:

- Reduzierung des Flächenbedarfs z. B. durch optimierte KI-basierte Flächenbedarfsplanung, Standortplanung, Arbeitsplatzplanung und Belegungsplanung, woraus sich mögliche Abmietungen oder Untervermietungen der eingesparten Flächen ergeben können
- Optimierte Auslastung von Besprechungsflächen durch intelligente Reservierungsmechanismen
- Reduzierung der Arbeitsplatzkosten durch KI-basierte Steuerung der Flex Office Konzepte, d. h. über entsprechendes Arbeitszeitmanagement können dieselben physischen Arbeitsplätze von mehreren Mitarbeitern zeitversetzt genutzt werden (Desk Sharing)
- Reduzierung des Energie- und Medienverbrauchs z. B. durch Auswertung und Ermittlung großer Verbraucher oder verschwenderischen Nutzerverhaltens
- Aufzeigen von Potenzialen für gezielte Modernisierung mit einer Wertsteigerung der Bausubstanz (z. B. Dämmmaßnahmen an Gebäuden, Einbau energieeffizienterer Heizungstechnik)
- Hohe Verfügbarkeit und Werterhaltung der baulichen und technischen Anlagen durch KI-basierte vorausschauende Instandhaltung bei „überschaubarer“ Verwendung der Mittel (z. B. Erhöhung der Ausfallsicherheit der Ver- und Entsorgungssysteme mit direkter Auswirkung auf das Kerngeschäft)
- Unterstützung in der Verbesserung der Ökobilanz durch KI-basierte Steuerung der Gebäudeleittechnik (z. B. Reduzierung von CO<sub>2</sub>)

# 7 Fazit

Abschließend gilt es die gewonnenen Erkenntnisse zusammenzufassen und zu bewerten.

## 7.1 Einsatzbereiche von KI in der Immobilienwirtschaft

Aktuell gibt es Expertensysteme als Fachanwendung, die mit KI-basierten immanenten Systemkomponenten Datenanalysen durchführen und Handlungsbedarfe identifizieren und Maßnahmen anstoßen (z. B. IoT-Plattformen im Bereich Energiemonitoring und Controlling, Predictive-Maintenance-Anwendungen).

Weiterhin gibt es Anwendungen, die Teilprozesse flexibel und KI-basiert mit Workflow-Automatisierungsansätzen teil- bis vollautomatisieren können. Hier gewinnt das Thema Business Process Management wieder an Bedeutung. Die Herausforderung besteht nun darin, die relevanten Prozess-Komponenten aus durchgängigen Bestandssoftwaresystemen herauszulösen und zu ersetzen bzw. die automatisierten Komponenten zu integrieren.

Dass innerhalb der CAFM-Anwendungen, die so gut wie alle relevanten FM-Prozesse mit manuellen Dateneingaben abbilden können, KI-Komponenten integriert werden und die manuellen Dateneingaben, Analysen und Maßnahmendefinitionen abgelöst werden, ist bis jetzt nur in Ansätzen zu erkennen.

Vergleicht man die Anwendungsszenarien, die in Kapitel 4 beschrieben wurden, mit den Ergebnissen der Anwenderbefragung in Kapitel 5, so zeigen sich folgende Ergebnisse:

FM-Dienstleister nutzen am meisten KI-Anwendungen, danach folgen die Corporate Real Estate Organisationen.

Mit Blick auf die Nützlichkeit werden Chatbots und ChatGPT als am erfolgversprechendsten erachtet. Danach kommen KI-Anwendungen bei Robotics- und IoT-Anwendungen. An fünfter Stelle stehen Anwendungen zur Auswertung von Punktwolken, an letzter Stelle Anwendungen zur Auswertung von Verträgen. Dies entspricht auch der Reihenfolge, in der die KI häufig in realen Einsätzen angewendet wird.

Chatbots und ChatGPT werden häufig im Bereich der Kommunikation und Interaktion mit Mietern und Nutzern eingesetzt. IoT-Anwendungen und Robotics-Anwendungen kommen eher im Bereich der Instandhaltung und Bewirtschaftung (Reinigungsroboter) zum Einsatz. Auswertungen in Punktwolken werden im Bereich der grafischen Planaufbereitung und BIM eingesetzt.

Dies zeigt, dass die vom Autorenteam ausgewählten Anwendungsszenarien und Beispiele dem realen Stand der Umsetzung entsprechen und damit aus praktischer Sicht relevant sind.

Ebenso hat sich in der Umfrage gezeigt, dass Anwendungsszenarien mit niedriger Einstiegshürde und geringen Umsetzungskosten eher Aussicht auf Anwendung finden als aufwändige Szenarien. Die Branche setzt hier also sehr stark auf „Quick-Wins“ und „Low hanging fruits“.

## 7.2 Kritische Betrachtung und Limitationen

Künstliche Intelligenz im Immobilien- und Facility-Management bietet viele Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen. Eine kritische Betrachtung zeigt, dass der Einsatz von KI in diesem Umfeld Fragen in folgende Themenfeldern aufwirft:

### ■ **Datenschutz und Urheberrechte**

Eine künstliche Intelligenz kann laut Urheberrecht nicht der Urheber der erstellten Inhalte sein und keine urheberrechtlich geschützten Werke erschaffen. Gleichzeitig erlaubt das Urheberrechtsgesetz die Verwendung von urheberrechtlich geschützten Werken, um KI-Anwendungen zu trainieren. Damit muss durch die KI, die auf Basis von Large Language Models arbeitet und zur Texterstellung genutzt wird, sichergestellt werden, dass sie Quellen ordnungsgemäß nennt, um eine Verletzung des Urheberrechts vorzubeugen und nicht dem Vorwurf des Plagiats ausgesetzt ist.

Ähnliches gilt für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten mittels KI. Auch hier gibt es datenschutzrechtliche Regeln, die durch eine KI einzuhalten sind.

Ob und inwieweit diese beiden Aspekte immer umgesetzt werden, ist schwer bis gar nicht nachprüfbar.

### ■ **Nachprüfbarkeit der Entscheidungsfindung**

Die Nachprüfbarkeit, wie KI das Datenmaterial, mit der sie trainiert wurde, datenschutz- und urheberrechtskonform einsetzt, ist sehr schwer nachvollziehbar, weil dazu die Entwickler der KI-Lösungen, z. B. OpenAI, ihre Quellcodes und Algorithmen offenlegen müssten. Dies steht aber im Widerspruch zu deren geschäftlichen Interessen, weil die KI selbst wiederum urheberrechtlich geschütztes geistiges Eigentum darstellt. Mit einer Offenlegung dieser Algorithmen würden diese Unternehmen ihren Wettbewerbsvorteil verlieren.

### ■ **Weiterentwicklung des KI-Wissensstandes**

Damit KI-Lösungen entsprechende Ergebnisse erzielen, benötigen sie umfangreiches Datenmaterial, mit dem sie trainiert werden. Während des produktiven Einsatzes nutzen die KI-Lösungen dieses Datenmaterial als ihren Erfahrungsschatz, aus dem sie lernen und mit dem sie Ergebnisse erzeugen. Menschliche Intelligenz ist jedoch in der Lage, anders als künstliche Intelligenz, dieses so erschaffene neue Wissen wiederum zu nutzen, um weitere Ergebnisse zu schaffen. Menschliche Intelligenz erweitert und aktualisiert sich sozusagen kontinuierlich selbst während ihres Einsatzzeitraums, ohne dass ein erneutes Training notwendig ist. Dies ist bei künstlicher Intelligenz nicht der Fall. Die Wissensbasis, mit der sie trainiert wurde, veraltet und benötigt ein kontinuierliches Update. Dies erschwert den Einsatz von KI in Themenfeldern, die einen kontinuierlichen und schnellen Wissenszuwachs aufweisen. Dies erklärt wiederum die Beliebtheit von Chatbots und KI-basierten Sprachassistenten in der Mieter- und Nutzerkommunikation, weil hier die Sachverhalte zu einem hohen Maß repetitiv und selbstähnlich sind.

### ■ **Bewertung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses**

KI-Anwendungen weisen zwei Charakteristika auf, die ihre Anwendung in der Immobilienwirtschaft erschweren. Zum einen sind dies hohe Entwicklungskosten der Lösungen, zum anderen ist es oftmals günstiger, Anlagendaten manuell oder mittels deterministischer Algorithmen zu überwachen, um einen Störfall oder Schaden vorherzusagen als eine KI einzusetzen.

KI-Anwendungen benötigen eine sehr große Datenbasis als Trainingsdaten, um qualitativ zufriedenstellende Ergebnisse zu liefern. Deshalb werden KI-Anwendungen sehr häufig als cloud-basierte Lösungen angeboten. Hier herrscht noch einige Skepsis in der Immobilienwirtschaft, weil diese stark durch kleine und mittlere Unternehmen geprägt sind, die eher noch zurückhaltend im Einsatz von cloud-basierten Softwarelösungen sind.

Weiterhin wird seit Jahren als einer der beiden größten Hindernisgründe für die Digitalisierung im Immobilien- und Facility-Management die fehlenden aktuellen Daten genannt (siehe gemäß CAFM-Trendreport 2023). Wenn diese zunächst in großem Umfang erhoben werden müssen, um eine KI zu trainieren, wird ein positives Aufwand-Nutzen-Verhältnis kaum darstellbar sein.

#### ■ Weiterentwicklung der KI-Lösungen

In einem kürzlich veröffentlichten Forschungspapier (Yadlowsky et al., 2023) behaupten die Forscher von Deepmind, dem KI-Unternehmen von Alphabet, dass KI überhaupt nicht intelligent ist: KI sei kaum in der Lage, Ergebnisse außerhalb ihrer Trainingsdaten zu erzielen. Das Forschungspapier hat allerdings noch nicht das Peer-Review-Verfahren durchlaufen, es wurde aber von anerkannten Wissenschaftlern von Deepmind erstellt. Laut der Untersuchung liefern KI-Modelle im Rahmen ihrer Trainingsdaten sehr gute Ergebnisse. Sobald sie ihren Trainingsdatensatz verlassen, stoßen sie an Grenzen. Die Untersuchung bezieht sich insbesondere auf GPT-2. Die Forscher betonen aber, dass dies für alle sog. Transformer-Modelle gilt, wie es z. B. ChatGPT eines ist. Grundsätzlich sind diese Modelle fähig, eigenständig Ergebnisse aus einem Input abzuleiten. Deshalb gelten sie am ehesten als eine Art von künstlicher Intelligenz, die wirklich das Potenzial hat, eines Tages „intelligent“ zu sein.

In Anbetracht von Informationen wie diesen, bleibt es weiterhin offen und schwer vorhersehbar, wie die Entwicklung von KI-Modellen tatsächlich voranschreitet, unabhängig von einem momentanen Hype, den OpenAI mit ChatGPT ausgelöst hat.

### 7.3 Ausblick

KI wurde lange Jahre im Hintergrund entwickelt und ist jetzt über Chatbots wie GPT plötzlich in der Öffentlichkeit zugänglich und verständlich für alle. Diesem plötzlichen Erscheinen hinkt die Suche nach Anwendungsmöglichkeiten, die qualitative und quantitative Bewertung des Nutzens sowie rechtliche Aspekte hinterher. Beachtet man die Geschichte, wie sich KI in der Vergangenheit entwickelt hat, so sind derartige sprunghafte Entwicklungsschritte immer wieder zu erkennen. Kennzeichnend für den aktuellen Technologiesprung sind jedoch die Möglichkeiten des Cloud-Computing, das die Sammlung, Verarbeitung und allgegenwärtige Nutzung von KI erst ermöglicht.

Dies erfordert vor allem von Softwareherstellern ein komplettes Umdenken in der Softwareentwicklung, da KI in die Benutzerführung und Automatisierung von Teilprozessen integriert werden muss und die Anwender erwarten, dass dies nur zu geringen oder keinen Mehrkosten führt. Diese These wird durch die Anwenderbefragung gestützt, weil die Ergebnisse zeigen, dass KI-Anwendungsfälle mit niedrigen Eintrittskosten bzw. Anfangsinvestitionen am ehesten eine reale Chance auf Nutzung haben. Gleichzeitig müssen jedoch die Softwarehersteller stark investieren, um z. B. heute speziell im DACH-Markt noch anzutreffende tradierte Architekturen Cloud- und KI-fähig zu machen. Diese Diskrepanz kann nur überbrückt werden, wenn die Einsatzverbreitung und Nachfrage von Anwenderseite sehr schnell steigen.

Ähnliches gilt für die Komponentenhersteller der Gebäudetechnik. Auch hier kann KI nutzenstiftend eingesetzt werden und muss zur Teil- oder Vollautomatisierung in die Anlagensteuerung übernommen werden. In einigen Bereichen z. B. bei Reinigungsrobotern erfolgt dies heute schon. In größerem oder komplexerem Maße bedeutet dies jedoch, dass die Anlagenhersteller ebenfalls IT-Plattformen benötigen, um die Daten der dezentral verbauten Anlagen und Komponenten zu sammeln, zu verarbeiten, um sie dann dem Anlagenutzer für seine Aufgaben (Planung einer Wartung oder Instandsetzung) oder Entscheidungen (Reparatur vs. Komponentenaustausch) bereitzustellen. Dies führt unweigerlich zu der Diskussion, ob diese Plattformen herstellerspezifisch oder herstellerneutral sein sollten, um die Nutzung aus Sicht der Kunden, also der Immobilien- und Anlagenbetreiber, möglichst einfach zu machen.

Beispiel: Es ist nicht vorstellbar, dass ein Immobilienbetreiber oder FM-Dienstleister für jeden Aufzug in dem von ihm bewirtschafteten Portfolio eine andere Plattform des jeweiligen Herstellers benutzen soll. Eine Art IT-Meta-Plattform, auf der alle Aufzugsanlagen des bewirtschafteten Portfolios ungeachtet des Herstellers gesteuert und überwacht werden können, erscheint hier aus Sicht der Vereinfachung für den Anwender zielführender.

Der Ausblick für KI im Immobilien- und Facility-Management ist vielversprechend, aber es müssen noch viele Fragen geklärt werden, insbesondere in Bezug auf Urheberrechte – gehören z. B. die Betriebszustandsdaten den Anlagenbetreibern oder den Herstellern.

Ein Augenmerk sollte unbedingt auf die Datenbasis gelegt werden, wenn erste Anwendungen von KI-Modellen angedacht werden. Das Auftreten der KI-Halluzination, also ein überzeugend echt formuliertes Ergebnis, das nicht auf den Trainingsdaten zu basieren scheint und objektiv falsch sein kann, muss bedacht werden. Hier werden sich also die Aufgaben der Anwender eher von der Inhaltserstellung zur Inhaltsbewer-

---

tung und Qualitätssicherung verändern. Dazu gibt es auch KI-basierte Lösungen, um etwa Plagiate oder KI-Halluzinationen zu erkennen.

Auch wenn es bisher kaum Massendaten aus Bestandsgebäuden und Prozessen des Immobilienmanagements, sehr wenige Beispiele konkreter KI-basierter Anwendungen, eine geringe Bereitschaft, in konkrete Anwendungsfälle zu investieren, und noch zu wenige KI-Experten in der Immobilienbranche gibt, zeigen die oben beschriebenen Nutzenpotenziale, dass viele Teilprozesse durch KI teil- bis vollautomatisiert oder zumindest in einem ersten Schritt erheblich erleichtert werden können.

In einem ersten Schritt wird es entscheidend sein, sich damit zufrieden zu geben, dass die KI mit ihrer Genauigkeit von ca. 60–80 % zumindest einen Großteil der Vorarbeiten erledigen kann und sich der Mensch auf die Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse konzentrieren kann. Diese Effizienzgewinne gilt es jetzt zu heben.

Doch dazu müssen die relevanten Teilprozesse hinsichtlich ihrer Wertschöpfungspotenziale durch den Einsatz von KI strukturiert analysiert und unternehmensspezifische KI-Anwendungsfälle formuliert werden. Mit diesen können dann Marktabfragen bei entsprechenden Anbietern durchgeführt und die ersten Pilotprojekte mit großem Zukunftspotenzial realisiert werden. Die ersten Anzeichen sind im Markt bereits zu erkennen, dass hierzu verschiedene Managementdisziplinen und Methoden kombiniert werden müssen und das Business Process Management oder Reengineering vielleicht seinen zweiten Frühling erleben wird.

## 8 Quellen

Altmannshofer, R. (2018). Künstliche Intelligenz im FM. *Der Facility Manager*, 25(2018)1/2, 50-51.

AWV – Arbeitsgemeinschaft für wirtschaftliche Verwaltung e. V. (2023, 20. Dezember). Zugferd.

<https://www.ferd-net.de/standards/was-ist-zugferd/was-ist-zugferd.html>

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie & BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2020). Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/997532/1550276/3f7d3c41c6e05695741273e78b8039f2/2018-11-15-ki-strategie-data.pdf>

Buxmann, P. & Schmidt, H. (Hrsg.). (2019). Künstliche Intelligenz – Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Springer Gabler.

Chui, M., Hall, B., Mayhew, H., Singla, A. & Sukharevsky, A. (2023, 20. Dezember). The state of AI in 2022 – and a half decade in review. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review#/>

Dengel, A. (2022). KI in der Gebäudewirtschaft: Denken und Denken lassen. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern.

Ertel, W. (2021). Grundkurs Künstliche Intelligenz, Eine praxisorientierte Einführung (5. Aufl.). Springer Vieweg.

European Council – Council of the European Union (2023, 9. Dezember) Artificial Intelligence Act – AI-Act. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/12/09/artificial-intelligence-act-council-and-parliament-strike-a-deal-on-the-first-worldwide-rules-for-ai/#:~:text=The%20draft%20regulation%20aims%20to,huge%20milestone%20towards%20the%20future!>

Fischer, A., Schmidt, C., Kapahnke, P. & Donner, S. (2021). Künstliche Intelligenz in der Immobilienwirtschaft. EVANA AG.

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung – IOSB. (2023, 14. November). Erklärbare und transparente KI. <https://www.iosb.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/kuenstliche-intelligenz-autonome-systeme/anwendungsfelder/ki-datenanalyse/erklarbare-transparente-ki.html>.

gefma e. V. (Hrsg.). (2016). gefma-Richtlinie 460:2016-05. Wirtschaftlichkeit von CAFM-Systemen. gefma.

gefma e. V. (Hrsg.). (2021). gefma-Richtlinie 400:2021-03. Computer Aided Facility Management CAFM – Begriffsbestimmungen, Leistungsmerkmale. gefma.

gefma e. V. (Hrsg.). (2022). gefma-Richtlinie 928:2022-06. IoT im Facility Management, White Paper. gefma.



gefma e. V. & Lünendonk (Hrsg.). (2023). gefma-Richtlinie 940. CAFM/IWMS Trendreport 2023. gefma, Lünendonk.

Göring, M. (2017). Begegnung mit einer unbekanntem Art. National Geographic, Juli 2017, 58-81.

Henrich, J. (2023, 28. Januar). Autonomes Fahren – Wer hat Kontrolle, wer haftet? <https://www.zdf.de/nachrichten/digitales/ki-strassenverkehr-haftung-autonomes-fahren-100.html>.

Hoar, C., Atkin, B. & King, K. (2017). Artificial intelligence: What it means for the built environment. RICS Report, Oktober 2017.

Kreutzer, R. (2023). Künstliche Intelligenz verstehen – Grundlagen – Use Cases – unternehmenseigene KI-Journey (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Springer Gabler.

May, M. (2020). Generatives Flächendesign. Der Facility Manager, 27(April 2020)4, 28-33.

May, M. (Hrsg.). (2018). CAFM-Handbuch – Digitalisierung im Facility Management erfolgreich einsetzen (4. Aufl.). Springer Vieweg.

May, M., Krämer, M. & Schlundt, M. (Hrsg.). (2022). BIM im Immobilienbetrieb – Anwendung, Implementierung, Digitalisierungstrends und Fallstudien. Springer Vieweg.

MRI Software LLC. (2023, 20. Dezember). MRI Contract Intelligence. <https://mricontractintelligence.com/technology/>

Open Text Corporation. (2023, 20. Dezember). OpenText Vendor Invoice Management for SAP Solutions. <https://www.opentext.com/products/vendor-invoice-management-for-sap-solutions>

Searle, J. R. (1980). Minds, Brains, and Programs. The Behavioral and Brain Sciences, 1980(3), 417–457.

Steil, J. J., Bullinger-Hoffmann, A., Andre, E. et al. (2023). Mit KI zu mehr Teilhabe in der Arbeitswelt. Whitepaper aus der Plattform lernende Systeme, München. [https://doi.org/10.48669/pls\\_2023-4](https://doi.org/10.48669/pls_2023-4).

Taulli, T. (2023). Grundlagen der Künstlichen Intelligenz, eine nichttechnische Einführung (2. Aufl.). Springer.

Thoma, S. (2023, 20. Dezember). Alles über ChatGPT. <https://chatopenai.de/>

Yadlowsky, S., Doshi, L. & Tripuraneni, N. (2023, 20. Dezember). Pretraining Data Mixtures Enable Narrow Model Selection Capabilities in Transformer Models. <https://arxiv.org/abs/2311.00871>

## 9 **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1 – Die wichtigsten Trends aus Sicht der Anbieter (gefma & Lünendonk, 2023)	21
Abb. 2 – Bedeutung der aktuellen Herausforderungen für die Budgetplanung der Anwenderseite (gefma & Lünendonk, 2023)	21
Abb. 3 – Branchenzugehörigkeit der Umfrageteilnehmer, n = 103	38
Abb. 4 – Welche KI-Anwendungen sind den Umfrageteilnehmern grundsätzlich bekannt, n = 73	38
Abb. 5 – Wie wird die Nützlichkeit der genutzten Anwendungen bewertet?	39
Abb. 6 – Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird eine KI-Anwendung zukünftig eingesetzt?	40
Abb. 7 – Welche KI-Anwendungen werden von den Umfrageteilnehmern tatsächlich eingesetzt, n = 73	40
Abb. 8 – Welches Budget steht für Digitalisierungsmaßnahmen zur Verfügung, n = 62	41
Abb. 9 – Verhältnis von Unternehmensumsatz zu Digitalisierungsbudget, n = 40	42
Abb. 10 – Verhältnis von Unternehmensumsatz zu Digitalisierungsbudget bei FM-Dienstleistern, n = 14	43
Abb. 11 – Digitalisierungsbudget gemessen am Umsatz bei FM-Dienstleistern, n = 8	43

**Die Erarbeitung des White Papers erfolgte durch die Autoren**

Dr. Bernd Limberger, Prof. Dr.-Ing. Asbjörn Gärtner, Prof. Dr.-Ing. Joachim Hohmann,  
Andreas C. Knupfer, Prof. Dr. habil. Michael May und Matthias Mosig

Erstellt am: 01.03.2024

Das White Paper wurde vom gefma Arbeitskreis Digitalisierung unter Vorsitz von Matthais Mosig bestätigt.

**Ansprechpartner:**

Dr. Bernd Limberger,  
bernd.limberger@sap.com

**Herausgeber:**

gefma  
Deutscher Verband für Facility Management e. V.  
Dottendorfer Straße 86  
53129 Bonn  
Tel. +49 228 850276-0  
info@gefma.de  
www.gefma.de

**Verantwortliches Gremium:**

gefma Arbeitskreis Digitalisierung

**Copyright:**

gefma 2024

**Grafik/Layout:**

ad-creation

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität. Insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles gerecht werden. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch das der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen bei gefma.

