



Die Hochschule. Für Berufstätige.

FOM Hochschule für Oekonomie und Management

4. Semester

Hausarbeit

**Wie kann KI, die in intelligenten Gebäuden eingesetzt wird,
die Bauindustrie nachhaltiger und umweltfreundlicher machen?**

Cedric Feiser

Matrikelnummer: 601054

Kontakt: c.feiser@aol.de

wissenschaftl. Betreuer: Mr. Takudzwa Reck

22/05/2023

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung.....	4
1.1 Was ist KI?	4
1.2 Die Bedeutung von Nachhaltigkeit in der Bauindustrie	5
2 Die Auswirkungen von KI und globale Megatrends	5
2.1 Smart Buildings aufgrund aktueller Trends und Herausforderungen	5
2.2 KI zur Etablierung und Verbesserung von Nachhaltigkeit	7
2.3 Mögliche Chancen und Risiken	8
3 Nachhaltigkeit in der Zukunft	11
3.1 Wie sieht die Baubranche der Zukunft aus?	11
3.2 KI in Smart Buildings als mögliche Lösung	12
Bibliographie.....	IV
Eidesstattliche Erklärung	VI

Abkürzungsverzeichnis

z. B.	zum Beispiel
KI	Künstlich Intelligenz
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
CO ₂	Kohlendioxid
BIM	Building Information Modeling (Gebäude Informationsmodellierung)

1 Einleitung

1.1 Was ist KI?

"Künstliche Intelligenz kann als eine Sammlung mehrerer analytischer Werkzeuge definiert werden, die gemeinsam versuchen, das Leben zu imitieren, und ist zu einer Reihe von analytischen Werkzeugen gereift, die darauf abzielen, Probleme zu lösen, die zuvor schwer oder unmöglich zu lösen waren."¹

Künstliche Intelligenz ist ein Zweig der Informatik, der sich auf die Entwicklung von Maschinen oder Computerprogrammen konzentriert, die Aufgaben ausführen können, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern, wie z. B. das Verstehen natürlicher Sprache, das Erkennen von Bildern, das Treffen von Entscheidungen und das Lernen aus Erfahrungen. Künstliche Intelligenz wird in Bereichen wie der medizinischen Diagnose, der Erkennung von Kreditkartenbetrug, der Genehmigung von Bankkrediten, intelligenten Haushaltsgeräten, U-Bahn-Systemen, Automatikgetrieben, Finanzportfoliomanagement, Roboternavigationssystemen und vielem mehr eingesetzt.² Es gibt verschiedene Arten von KI, wie z. B. schwache und starke KI. Schwache KI ist darauf trainiert und fokussiert, bestimmte Aufgaben auszuführen. Schwache KI ist diejenige, die heutzutage in den meisten Programmen und datengesteuerten Algorithmen verwendet wird. Es ermöglicht Programme und Anwendungen wie Siri von Apple, Alexa von Amazon, IBM Watson und autonome Fahrzeuge. Auf der anderen Seite ist starke KI eine theoretische Form der KI, bei der eine Maschine über eine Intelligenz verfügt, die der des Menschen entspricht. Sie hat ein Bewusstsein, das Probleme lösen, lernen und selbst handeln könnte.³ Ein weiterer erwähnenswerter Punkt ist, dass das Lernen von KI in Deep Learning und Machine Learning unterteilt ist. Sowohl Deep Learning als auch Machine Learning sind Teilgebiete der künstlichen Intelligenz, und Deep Learning ist ein Teilgebiet des maschinellen Lernens.

Deep Learning besteht aus neuronalen Netzen. Der Unterschied zwischen Deep Learning und maschinellem Lernen liegt in der Art und Weise, wie ein Algorithmus lernt. Deep Learning automatisiert einen Großteil der Merkmalsextraktion des Prozesses, eliminiert einen Teil der erforderlichen manuellen menschlichen Eingriffe und ermöglicht die Verwendung größerer Datensätze. Klassisches oder "nicht-tiefes" maschinelles Lernen ist stärker auf menschliche Interaktion und die Kontrolle darüber angewiesen.⁴ Menschliche Experten bestimmen die Hierarchie der Merkmale, um die Unterschiede zwischen den Dateneingaben zu verstehen, was in der Regel strukturiertere Daten zum Erlernen erfordert.⁵

¹ Vgl. Gordan, B., Artificial Intelligence, 2011, S. 1

² Vgl. Gordon, B., Artificial Intelligence, 2011, S. 1

³ Vgl. IBM, Was ist Künstliche Intelligenz (KI)?, 2023

⁴ Vgl. IBM, Was ist Künstliche Intelligenz (KI)?, 2023

⁵ Vgl. IBM, Was ist Künstliche Intelligenz (KI)?, 2023

1.2 Die Bedeutung von Nachhaltigkeit in der Baubranche

"Nachhaltigkeit" ist ein Begriff, der in der heutigen Zeit viel diskutiert, aber oft missverstanden wird. Seine wahre Bedeutung wird durch unterschiedliche Interpretationen und die Tendenz, sich dem Thema oberflächlich zu nähern, tendenziell verschleiert. Für Unternehmen, die sich der Nachhaltigkeit wirklich verschrieben haben, umfasst sie jedoch nicht nur den Schutz der Umwelt, sondern auch wichtige entwicklungsrelevante Themen wie Ressourceneffizienz, wirtschaftliche Stabilität und die Wiederverwendung von Baustoffen. Im Bereich des Bauens besitzen Gebäude ein immenses Potenzial, zu einer nachhaltigeren Zukunft unseres Planeten beizutragen.⁶ Nach Angaben der OECD entfallen allein auf Gebäude in den Industrieländern mehr als vierzig Prozent des Energieverbrauchs während ihrer gesamten Lebensdauer. Hierbei werden die Aktivitäten von der Rohstoffproduktion über den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung bis hin zur Stilllegung in die Betrachtung einbezogen. So ist z.B. Energieeffizienz ein zentrales Anliegen, um Nachhaltigkeit in der modernen Gesellschaft zu erreichen. Die Nachhaltigkeit von Smart Cities hängt von der Verfügbarkeit energieeffizienter Infrastrukturen und Dienstleistungen ab. Gebäude machen den größten Teil der Stadt aus und sind für mehr als zwei Drittel der weltweiten CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs verantwortlich.⁷ Da heute mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten lebt – ein beispielloses Ereignis in der Geschichte der Menschheit –, sind nachhaltige intelligente Gebäude zu unverzichtbaren Eckpfeilern geworden, um die langfristige ökologische, wirtschaftliche und soziale Lebensfähigkeit zu gewährleisten.⁸ Das rasche Tempo des Wandels lässt uns wenig Spielraum für Verzögerungen. "Da die Stadtbevölkerung weltweit weiterhin um etwa eine Million Menschen pro Woche wächst"⁹, wird es immer dringlicher, innovative Ideen zu entwickeln, die die nachhaltige Leistung der Gebäude, in denen wir leben und arbeiten, optimieren.

2 Die Auswirkungen von KI und globale Megatrends

2.1 Smart Buildings aufgrund aktueller Trends und Herausforderungen

Das Hauptunterscheidungsmerkmal eines intelligenten Gebäudes im Vergleich zu einem normalen Gebäude liegt in seiner Fähigkeit, seine Umgebung durch den Einsatz von Sensoren, Aktoren und intelligenten Zählern wahrzunehmen und zu verstehen, und in der Fähigkeit, intelligent zu reagieren, um vorgegebene Ziele zu erreichen. Intelligente Gebäude umfassen drei grundlegende Elemente: Hardware, Software, und ein Kommunikationsnetz.

⁶ Vgl. Developer, Nachhaltigkeit in der Bauindustrie, 2016

⁷ Vgl. Dounis, A., Machine Intelligence in Smart Buildings, 2023, S. 1

⁸ Vgl. Developer, Sustainability in the construction industry, 2016

⁹ Siehe Developer, Nachhaltigkeit in der Bauindustrie, 2016

Die Hardwarekomponenten bestehen aus Sensoren, Aktoren und Smart Metern.¹⁰ Daher können intelligente Gebäude auf sich spontan ändernde Umgebungen und Umstände reagieren.

Die Baubranche verzeichnet sowohl in Deutschland als auch weltweit ein deutliches Wachstum. Der Bau neuer Straßen und Gebäude, vor allem in städtischen Gebieten, nimmt stetig zu. Folglich wächst die Nachfrage nach wichtigen Baumaterialien wie Beton, Stahl, Glas und Holz ebenfalls. Solche Materialien sind in bestimmten Regionen so begehrt, dass Bauunternehmen mitunter lange Wartezeiten in Kauf nehmen müssen. Aufgrund ihrer Knappheit sind auch die Preise in die Höhe geschneit. So sind beispielsweise die Preise für Bauholz, Bewehrungsstahl und Sand in den letzten Jahren stark gestiegen.¹¹ Der Wert von Sand hat in einigen Teilen der Welt solche Höhen erreicht, dass ganze Strände illegal vermint werden. Die Bauindustrie ist einer der größten Verbraucher von natürlichen Ressourcen weltweit, darunter Holz, Sand, Kies und Steine. Die Ausbeutung dieser Ressourcen schadet nicht nur der Umwelt, sondern trägt auch zum Klimawandel bei. Im Hinblick auf die Ziele der nachhaltigen Entwicklung steht die Bauindustrie vor großen Herausforderungen.¹² Weitere wichtige Punkte sind das Verstehen des Energieverbrauchs und der Umweltauswirkungen des Gebäudesektors, um Energie zu reduzieren. Fortschritte in der Gebäudeenergie-technik haben eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der energetischen Nachhaltigkeit der bebauten Umwelt gespielt.¹³ In jüngster Zeit wurden umfangreiche Forschungsarbeiten und neue Techniken im Bereich der Energie- und Umweltsysteme für Gebäude entwickelt, um globalen Herausforderungen wie der globalen Erwärmung zu begegnen. Wichtig zu erwähnen ist, dass der weltweite Energieverbrauch im Jahr 2018 um 2,3 % gestiegen ist, was fast dem Doppelten der durchschnittlichen Wachstumsrate seit 2010 entspricht.¹⁴ Der Gebäudesektor gilt auch als Hauptverursacher des Energieverbrauchs fossiler Brennstoffe und der Kohlendioxidemissionen.

¹⁰ Vgl. Kaligambe, A., Fujita, G., Keisuke, T., Estimation of Unmeasured Room Temperature, Relative Humidity, and CO₂ Concentrations for a Smart Building Using Machine Learning and Exploratory Data Analysis, 2023, S. 2

¹¹ Vgl. BMUV, Nachhaltigkeit in der Baubranche, 2022

¹² Vgl. BMUV, Nachhaltigkeit in der Baubranche, 2022

¹³ Vgl. Kim, D., Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend, 2023, S. 1

¹⁴ Vgl. Kim, D., Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend, 2023, S. 1

Die Stadtmigration, die im 21. Jahrhundert ein wachsendes Phänomen ist, ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung und es wird prognostiziert, dass bis 2050 über 68 % der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben werden (UN World Population Projection, 2018).¹⁵ Diese Massenmigration stellt die Städte vor erhebliche Herausforderungen in Bezug auf die Nachhaltigkeit und erfordert die dringende Entwicklung innovativer Strategien zur Bewältigung von Problemen wie Staus, Verkehr und Transport, steigende Kriminalitätsraten, soziale Unruhen, erhöhte Nachfrage nach Versorgungseinrichtungen und Ressourcen und vieles mehr. Als Reaktion wurde das Konzept der intelligenten Gebäude als mögliche Lösung identifiziert. Durch die Nutzung technologischer Fortschritte zielen intelligente Gebäude nicht nur darauf ab, das erhebliche Bevölkerungswachstum zu bewältigen, sondern auch die Lebensqualität zu verbessern, den Geschäftsbetrieb zu optimieren, eine verantwortungsvolle Ressourcennutzung zu fördern und der ökologischen Nachhaltigkeit Priorität einzuräumen.¹⁶

2.2 KI zur Etablierung und Verbesserung von Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit in Gebäuden, insbesondere in Smart Buildings, kann auf vielfältige Weise erreicht werden. Einer der wichtigsten Aspekte der Nachhaltigkeit ist die Reduzierung des Energieverbrauchs. Alte Gebäude können oft sehr ineffizient sein, aber es gibt viele Möglichkeiten, die Energieeffizienz zu verbessern. Dazu gehört die Isolierung von Wänden, Decken, Dächern, der Austausch alter Fenster durch moderne, doppelt verglaste Fenster und der Einbau energiesparender Beleuchtungssysteme. Essenziell ist hier, dass Smart Buildings in sich geschlossene Systeme sind, in denen die Gewerke und Prozesse miteinander und nicht gegeneinander arbeiten.¹⁷ Nur so kann sichergestellt werden, dass das Gebäude so effizient wie möglich ist. Die verschiedenen Unternehmen, die an einem Projekt arbeiten, müssen uneigennützig agieren und bereit sein, dem Gebäude und der KI ihre Daten und Informationen zur Verfügung zu stellen. Andernfalls kann das gesamte System nicht funktionieren und die Branche würde im Status Quo verbleiben. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeit ist die Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Alte oder sogar bestehende Gebäude können oft mit Sonnenkollektoren oder anderen alternativen Energiequellen ausgestattet werden, um ihren Energieverbrauch zu senken und gleichzeitig die Umwelt zu schonen. Nachwachsende Rohstoffe werden immer wichtiger. Insgesamt werden die Nachhaltigkeitsmaßnahmen einen viel größeren Beitrag leisten können als einzelne Großkraftwerke oder Unternehmen, die versuchen, ihre Prozesse und Strukturen zu optimieren.¹⁸

¹⁵ Vgl. Kim, D., Design and Implementation of Smart Buildings: A Review of Current Research Trend, 2023, S. 1

¹⁶ Vgl. Alahakoon, D., Self-Building Artificial Intelligence and Machine Learning to Empower Big Data Analytics in Smart Cities, 2023, S. 1

¹⁷ Vgl. Developer, Nachhaltigkeit in der Bauindustrie, 2016

¹⁸ Vgl. Developer, Sustainability in the construction industry, 2016

Zudem enthalten Gebäude oft wertvolle Materialien, die wiederverwendet werden können, um die Umweltbelastung zu reduzieren. Zum Beispiel können alte Ziegel, Holzbalken und Fußböden problemlos erneut verwendet werden, um neue Gebäude zu bauen oder bestehende zu renovieren.¹⁹ Wassereffizienz ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Nachhaltigkeit. Alte Gebäude können oft mit neuen Sanitärsystemen und Wasserhähnen aufgerüstet werden, um den Wasserverbrauch zu senken. Bei Renovierungsarbeiten können umweltfreundliche Materialien wie recyceltes Holz, natürliche Farben und umweltfreundliche Dämmstoffe verwendet werden, um die Umweltbelastung zu reduzieren.²⁰ Die Aufgabe von KI in Smart Buildings besteht also darin, alle Unternehmen und unterschiedlichen Faktoren eines Smart Buildings zu kombinieren und die verschiedenen Algorithmen so zusammenzubringen, dass das Gebäude selbst möglichst effizient und nachhaltig "arbeiten" kann. Insgesamt gibt es viele Optionen, Nachhaltigkeit auch in Bestandsbauten zu integrieren. Oft ist jedoch eine sorgfältige Planung und Zusammenarbeit zwischen Architekten, Bauherren und Handwerkern erforderlich, um die besten Ergebnisse zu erzielen.²¹

2.3 Mögliche Chancen und Risiken

Mit der Integration von KI können Gebäudemanager die betriebliche Effizienz eines Gebäudes erheblich steigern, die Anlagenauslastung optimieren und den Komfort der Nutzenden erhöhen.²² Eine unserer wichtigsten Ressourcen auf dieser Welt ist Wasser. Die Ressource Wasser muss nachhaltig genutzt und potenziell wiederverwendbar sein. Für jeden Menschen, jedes Tier und unsere Umwelt ist es unerlässlich, genügend Wasser zum Leben zu haben, und dies in einer sehr hohen Qualität. Bringt man diese Tatsache mit Smart Buildings in Verbindung, ist die Relevanz auch hier erkennbar. Indoor-Aktivitäten machen etwa 90 Prozent unserer Zeit aus. Dabei geht es nicht nur um die große Menge an Wasser, die wir täglich für verschiedene Zwecke verbrauchen. Es wird geschätzt, dass eine durchschnittliche amerikanische Familie zu Hause etwa 300 Gallonen Wasser pro Tag verbraucht.²³ Da die Wasserressourcen immer knapper werden, ist es von entscheidender Bedeutung, unseren Wasserverbrauch zu bewerten und Maßnahmen zu ergreifen, um ihn zu reduzieren. Gebäudemanager spielen in diesem Prozess eine wichtige Rolle, indem sie den Wasserverbrauch jedes Haushalts oder Büros genau überwachen. Die manuelle Verfolgung des Wasserverbrauchs ist jedoch eine mühsame Aufgabe, die an die Grenzen des Machbaren stößt. Hier kann sich die KI als unschätzbar wertvoll erweisen.

¹⁹ Vgl. Developer, Sustainability in the construction industry 2016

²⁰ Vgl. Forbes, How AI Is Making Buildings Smart and Intelligent, 2019

²¹ Vgl. Forbes, How AI Is Making Buildings Smart and Intelligent, 2019

²² Vgl. Forbes, How AI Is Making Buildings Smart and Intelligent, 2019

²³ Vgl. Forbes, How AI Is Making Buildings Smart and Intelligent, 2019

Durch die Integration von Sensoren in Wasserversorgungskanälen, die mit Toiletten, Bädern und Wassertanks verbunden sind, können wir Daten über den Standard-Wasserverbrauch einzelner Haushalte oder Büros sammeln.²⁴ Diese Sensordaten können dann in ein KI-Tool eingespeist werden, das den tatsächlichen Wasserverbrauch mit den erwarteten Werten vergleicht. Wenn eine Familie oder ein Büro den erwarteten Verbrauch überschreitet, kann der Manager durch das KI-Tool umgehend benachrichtigt werden, sodass entsprechende Maßnahmen ergriffen werden können. Der Wunsch nach sauberen, gepflegten und sicheren Gebäuderäumen ist universell. Gebäudemanager bemühen sich, dies zu erreichen, indem sie mit spezialisierten Reinigungsunternehmen zusammenarbeiten, die eine gleichbleibende Sauberkeit und Sicherheit in den Räumlichkeiten gewährleisten. Durch den Einsatz von Sensoren und Kameras können umfassende Details bis in den kleinsten Winkel eines jeden Gebäudes erfasst werden. Wenn diese Daten in ein KI-Tool integriert werden, können Gebäudemanager Benachrichtigungen über Bereiche erhalten, die eine sofortige Reinigung erfordern. So können die Nutzer ein verbessertes Serviceniveau erhalten, da Reinigungsprozesse vor Ort effizient durchgeführt werden.²⁵ Die Verwendung von Reinigungsmitteln und die Häufigkeit der Verwendung müssen unbedingt kontrolliert werden, damit der Abfall und der Materialverbrauch verringert werden können. Die Risiken liegen nicht in den verschiedenen Methoden, um Nachhaltigkeit zu ermöglichen, oder gar in der Branche selbst. Sie liegen im Einsatz von KI und wie sie in intelligenten Gebäuden handhabbar ist.

Künstliche Intelligenz (KI) bietet zwar zahlreiche Vorteile in intelligenten Gebäuden, aber es gibt auch einige Herausforderungen und potenzielle Probleme, die damit einhergehen können.²⁶ Im Folgenden werden einige Herausforderungen näher analysiert. Der Einsatz von KI erfordert eine umfangreiche Sammlung und Analyse von Daten. Dies kann zu Bedenken in Bezug auf den Datenschutz führen, insbesondere wenn personenbezogene oder vertrauliche Informationen gesammelt werden. Es besteht auch die Gefahr von Cyberangriffen und unbefugten Zugriffen auf die KI-Systeme, die die Sicherheit des Gebäudes gefährden könnten. Gerade in der heutigen Zeit werden Cyberangriffe immer beliebter, um kritische Daten zu stehlen und ganze Systeme zu manipulieren sowie gleichzeitig ein Risiko für die Gesellschaft darzustellen. Entscheidungen können äußerst komplex sein und basieren auf Faktoren, die nicht immer nachvollziehbar sind.²⁷ Dies kann zu Vertrauensproblemen führen, da die Menschen möglicherweise nicht verstehen, wie eine bestimmte Entscheidung getroffen wurde oder warum eine bestimmte Handlung empfohlen wird. Im Zusammenhang mit dem vorherigen Punkt muss auch erwähnt werden, dass die meisten Menschen gar nicht wissen, was KI in Smart Buildings ist und wie sie funktioniert.

²⁴Vgl. Forbes, How AI Is Making Buildings Smart And Intelligent, 2019

²⁵Vgl. Forbes, How AI Is Making Buildings Smart And Intelligent, 2019

²⁶Vgl. Dounis, A., Machine Intelligence in Smart Buildings, 2023

²⁷Vgl. Guendell-Krohne, S., Vernetzte Gebäude als unterschätzte Gefahr, 2019

Das Verständnis für KI in intelligenten Gebäuden fehlt noch immer, und deshalb werden die Technologie und ihr Einsatz vielleicht nicht einmal erkannt oder falsch eingesetzt.²⁸ Infolgedessen basieren KI-Systeme auf früheren Daten und Mustern.²⁹ Wenn sich die Umweltbedingungen ändern oder neue Situationen entstehen, kann es schwierig sein, die KI-Modelle anzupassen und angemessen zu reagieren. Dies kann dann zu Fehlern oder ineffizienten Entscheidungen führen. Für den Einsatz von KI in intelligenten Gebäuden ist eine zuverlässige technische Infrastruktur erforderlich, was zu einem hohen Bedarf an guter Technologie und Software führt. Eine Stromunterbrechung, Netzwerkprobleme oder Hardwareausfälle können die Leistung der KI-Systeme beeinträchtigen und möglicherweise die gesamte Gebäudeautomation stören.³⁰ Vor allem in großen, intelligenten Gebäuden oder solchen, die stark frequentierten sind, kann die Unterbrechung der Stromversorgung oder Systemprobleme zu einer Katastrophe führen, wenn der Personenfluss unterbrochen oder das Gebäude vollständig heruntergefahren wird. Die meisten Gebäude sind heutzutage nicht nur für eine bestimmte Nutzung konzipiert, sondern für unterschiedliche Dinge genutzt und beherbergen somit viele verschiedene Personen, Unternehmen und Geschäfte. Wenn das Gebäude nicht so funktioniert, wie es sollte, können die Geschäfte ihre Waren nicht verkaufen, Büros können nicht mehr arbeiten und vielleicht sind auch Restaurants oder Fitnessstudios betroffen. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz einer smarten Zutrittskontrolle. Fällt diese aus oder ist von einem Cyberangriff betroffen, träten kritische Sicherheitsprobleme auf und ein wirtschaftlicher Schaden durch die nicht funktionierende Warenwirtschaft und die damit verbundenen technischen Anforderungen wären weitere Folgen. Dies steht in direktem Zusammenhang mit ethischen Thematiken. Zu den ethischen Fragen, die beim Einsatz von KI in intelligenten Gebäuden auftreten können, gehören Themen wie Überwachung, Privatsphäre, Diskriminierung und Entscheidungsfindung ohne menschliches Eingreifen. Es ist wichtig, dass KI-Systeme ethischen Richtlinien folgen und angemessen eingesetzt werden, um mögliche negative Auswirkungen zu vermeiden.³¹ Diese Probleme können jedoch durch sorgfältige Planung, die Berücksichtigung von Datenschutz- und Sicherheitsfragen, eine klare Kommunikation über die Funktionsweise von KI-Systemen und einen verantwortungsvollen Einsatz von KI-Technologien in intelligenten Gebäuden angegangen werden.

²⁸ Vgl. Dounis, A., *Machine Intelligence in Smart Buildings*, 2023

²⁹ Vgl. Guendell-Krohne, S., *Vernetzte Gebäude als unterschätzte Gefahr*, 2019

³⁰ Vgl. Guendell-Krohne, S., *Vernetzte Gebäude als unterschätzte Gefahr*, 2019

³¹ Vgl. Guendell-Krohne, S., *Vernetzte Gebäude als unterschätzte Gefahr*, 2019

3 Nachhaltigkeit in der Zukunft

3.1 Wie sieht die Baubranche der Zukunft aus?

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten analysiert, steht die Baubranche derzeit vor vielen Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt und zugleich müssen neue Lösungen und Innovationen erarbeitet und erforscht werden. Hohe Gas- und Energiepreise, Baustoffknappheit und steigende Materialkosten, anhaltende Preissteigerungen bei Bauprojekten, Fachkräftemangel, Umweltverschmutzung und Klimawandel stellen die größten Herausforderungen dar. Um diese Probleme zu lösen, können intelligente Gebäude, einschließlich KI, Teil des Lösungsprozesses sein. Smart Buildings bieten verschiedene Lösungen nicht nur für die Branche selbst, sondern auch für die Menschen und die Nutzer von Gebäuden.³²

Die aktuelle Situation deutet jedoch darauf hin, dass Unternehmen erhebliche Schritte unternommen haben, um sich besser auf Krisen vorzubereiten, und es gibt erste Anzeichen für eine Verbesserung. Darüber hinaus zeigt die Bauwirtschaft weiterhin eine anhaltende Innovationsbereitschaft, die trotz zahlreicher Herausforderungen optimistisch in die Zukunft blickt. In Zukunft wird die Bauindustrie auf Spitzentechnologien wie künstliche Intelligenz, autonome Baufahrzeuge und intelligente Baustoffe setzen. Sie wird auch von einem ganzheitlichen Ansatz geprägt sein, bei dem der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes im Vorfeld analysiert wird.³³ Dies ermöglicht, verschiedene Szenarien zu untersuchen und die optimalen Projektparameter zu identifizieren. Hierfür werden alle relevanten Daten in Echtzeit gesammelt und ausgewertet, was letztendlich zu intelligenten Gebäuden führt. Die Erstellung eines digitalen Zwillings des Gebäudes ist jedoch unerlässlich, um solche Praktiken zu ermöglichen. Die vollständige Implementierung von Building Information Modeling (BIM) ist eine Voraussetzung für eine ganzheitliche Planung, die sicherstellt, dass alle Aspekte während des gesamten Lebenszyklus eines Projekts berücksichtigt werden.³⁴ Darüber hinaus sind alle Bemühungen auf Nachhaltigkeit und die Eindämmung des Klimawandels ausgerichtet. Dazu gehören unter anderem die regionale Beschaffung von Materialien, ein effektives Kreislaufmanagement und ressourcenschonendes Bauen.

³²Vgl. Friedrich, M., Zukunft der Baubranche: Entwicklung und Trends, 2023

³³Vgl. Friedrich, M., Zukunft der Baubranche: Entwicklung und Trends, 2023

³⁴Vgl. Friedrich, M., Zukunft der Baubranche: Entwicklung und Trends, 2023

3.2 KI in Smart Buildings als mögliche Lösung

Im Hinblick auf globale Megatrends wie Nachhaltigkeit, Mobilität, Konnektivität, Urbanisierung, New Work, Globalisierung, Individualisierung, Sicherheit und Gesundheit eröffnen Smart Buildings und die Implementierung von KI neue Wege und Möglichkeiten, auf große Herausforderungen und Trends zu reagieren. Ein ganzes intelligentes Gebäude kann all diese Komponenten miteinander verbinden, um eine nachhaltigere Welt zu gewährleisten, die Umwelt weniger zu gefährden und Menschen moderne Häuser und Orte zum glücklichen Leben zu bieten.

Eines kann jedoch nicht ignoriert werden: Der Prozess von KI und intelligenten Gebäuden befindet sich noch im Entstehen und die Entwicklung ist kontinuierlich, da ständig neue Algorithmen, Modelle und Techniken entwickelt werden, um die Leistung und Fähigkeiten von KI-Systemen zu verbessern. Darüber hinaus erfordert KI regelmäßige Updates und Anpassungen, um mit den sich ändernden Anforderungen und neuen Datenquellen Schritt zu halten. Hinzu kommen ethische und gesellschaftliche Fragen im Zusammenhang mit KI, die ebenfalls einen kontinuierlichen Prozess der Reflexion, Diskussion und Regulierung erfordern. Fragen der Privatsphäre, des Datenschutzes, der Fairness und der Rechenschaftspflicht müssen permanent diskutiert werden, um sicherzustellen, dass KI-Systeme den Bedürfnissen der Menschen dienen und keinen Schaden anrichten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass KI in intelligenten Gebäuden die Bauindustrie erheblich nachhaltiger und umweltfreundlicher machen kann, wobei zu bedenken ist, dass wir diese Systeme immer noch kontrollieren und ethische und technische Grenzen beachten und respektieren müssen. Durch den Einsatz von KI in intelligenten Gebäuden kann die Nachhaltigkeit verbessert, die Energieeffizienz gesteigert, Ressourcen effektiver genutzt und die Wartung optimiert werden. Dies kann zu umweltfreundlicheren Gebäuden und einer nachhaltigeren Entwicklung der Bauindustrie führen.

Bibliographie

Gordan, M. (2011): Künstliche Intelligenz, New York, Nova Science Publishers, Inc., 2011

Amann, W. (2020): Künstliche Intelligenz und ihre Auswirkungen auf Unternehmen, Information Age Publishing Inc., 2020

Dounis, A. (2023): Maschinelle Intelligenz in intelligenten Gebäuden, *Energien*, 2023

Kaligambe, A., Fujita, G., Keisuke, T. (2023): Schätzung von nicht gemessener Raumtemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und CO₂-Konzentrationen für ein intelligentes Gebäude unter Verwendung von maschinellem Lernen und explorativer Datenanalyse, *Energien*, 2023

Alahakoon, D. (2023): Selbstentwicklung von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen zur Ermöglichung von Big-Data-Analysen in Smart Cities, *Information Systems Frontiers*, 2023

Kim, D. (2023): Entwurf und Umsetzung intelligenter Gebäude: Ein Überblick über den aktuellen Forschungstrend, *Energies*, 2023

Afonso, J. (2023): Systeme und Anwendungen des Internets der Dinge für intelligente Gebäude, *Energien*, 2023

Friedrich, M. (2023): Zukunft der Baubranche: Entwicklung und Trends, <https://bau-master.com/baublog/baubranche-zukunft/> (accessed on 22nd May 2023)

Developer (2016): Nachhaltigkeit in der Baubranche, <https://www.batesengineers.com/sustainability-in-the-construction-industry/> (abgerufen am 22. Mai 2023)

BMUV (2022): Nachhaltigkeit in der Baubranche,

<https://www.bmuv.de/jugend/wissen/details/nachhaltigkeit-in-der-baubranche-eine-grossbaustelle-1> (accessed on 22nd May 2023)

Guendell-Krohne, S. (2019): Vernetzte Gebäude als unterschätzte Gefahr, <https://www.security-insider.de/vernetzte-gebaeude-als-unterschaetzte-gefahr-a-808407/> (accessed on 22nd May 2023)

IBM (2023): Was ist künstliche Intelligenz (KI)?: <https://www.ibm.com/artificial-intelligence> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Bosch (2023): Smart Buildings, <https://www.boschbuildingsolutions.com/de/de/trends-und-themen/smart-buildings> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Taylor und Francis online (2023): Künstliche Intelligenz in intelligenten Gebäuden, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23744731.2022.2125209> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Facilitiesnet (2019): For Smart Buildings, Artificial Intelligence Is Still a Journey, <https://www.facilitiesnet.com/buildingautomation/topic/For-Smart-Buildings-Artificial-Intelligence-Is-Still-a-Journey--43437> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Siemens (2023): Smart Buildings, <https://new.siemens.com/us/en/products/buildingtechnologies/trends-topics/building-technologies-blog-center/building-automation/smart-buildings-artificial-intelligence.html> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Forbes (2019): Wie KI Gebäude intelligent und intelligent macht, <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/08/13/how-ai-is-making-buildings-smart-and-intelligent/?sh=7063402428d7> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Baublatt (2021): Bessere Organisation von Warenströmen, <https://baublatt.de/recycling-bauschutt/> (abgerufen am 22. Mai 2023)

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die eingereichte Arbeit ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung von unbefugten Hilfsmitteln erstellt habe und dass ich alle Passagen, die wörtlich oder fast wörtlich aus Veröffentlichungen wiedergegeben sind, als Zitate gekennzeichnet habe. Außerdem erkläre ich, dass die eingereichte Druckversion dieser Arbeit mit ihrer digitalen Version identisch ist. Des Weiteren erkläre ich, dass diese Dissertation noch nie zuvor in ihrer jetzigen Form oder in einer anderen ähnlichen Fassung bei einem Prüfungsausschuss eingereicht worden ist.

Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass diese Arbeit veröffentlicht werden darf. Ich willige ein, dass diese Arbeit auf den Server externer Auftragnehmer hochgeladen werden kann, um sie an die Plagiatserkennungssysteme der Auftragnehmer zu übermitteln. Das Hochladen dieser Arbeit zum Zwecke der Einreichung bei Plagiatserkennungssystemen ist keine Form der Veröffentlichung.

Hamburg, 22.05.2023



Cedric Feiser