

Komplexität der Nachweispflichten bei österreichischen Bauvorhaben

Dokumentationsanalysen von ausgewählten Baustellen

Dipl.-Ing Attila Damming, B.Eng.

Innsbruck, Februar 2025

Masterarbeit

eingereicht an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Fakultät für Technische Wissenschaften zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

Diese Masterarbeit ist der Vertiefungsrichtung „Baustoffe, Baubetrieb und Projektmanagement“ des Masterstudiums Bauingenieurwissenschaften zugeordnet.

Beurteiler:

assoz. Prof. Dipl. -Ing. Dr. sc. ETHZ Florian Gschösser,

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

Arbeitsbereich Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement

Betreuer: assoz. Prof. Dipl. -Ing. Dr. sc. ETHZ Florian Gschösser, Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement

Mitbetreuer: Dipl. -Ing. Felix Ehmke, Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau

Danksagung

Lieber Herr Gschösser,

ich möchte mich herzlich für Ihre wertvolle Unterstützung während der Entstehung meiner Masterarbeit bedanken.

Sowohl bei der Entwicklung und Ausarbeitung des Themas als auch bei der Strukturierung der Arbeit konnte ich jederzeit auf Ihre fachkundige Begleitung und konstruktiven Anregungen zählen. Besonders dankbar bin ich für Ihre Offenheit und Flexibilität bei unerwarteten Planänderungen, die sich im Verlauf der Arbeit ergeben haben. Dank Ihrer Unterstützung war es möglich, notwendige Anpassungen gezielt vorzunehmen, ohne dabei den roten Faden zu verlieren. Ihre transparente und angenehme Kommunikation hat wesentlich dazu beigetragen, dass der gesamte Arbeitsprozess effizient und lösungsorientiert verlief.

Vielen Dank für Ihr Engagement, Ihre Zeit und Ihre wertvollen Anregungen, die diese Arbeit maßgeblich bereichert haben!!

Lieber Felix,

ich möchte mich ganz herzlich bei dir für deine wertvolle Unterstützung während der Entstehung meiner Masterarbeit bedanken. Deine kompetente Betreuung, die Hilfe bei der Datenbeschaffung haben mir sowohl fachlich als auch im Hinblick auf den gesamten Arbeitsprozess enorm weitergeholfen und die Arbeit deutlich angenehmer gestaltet.

Besonders schätze ich deine ständige Bereitschaft, mit Rat und Tat zur Seite zu stehen, sowie deine präzisen und konstruktiven Anmerkungen, die die Qualität der Arbeit maßgeblich verbessert haben. Ohne deine sorgfältige Korrektur und dein durchdachtes Feedback wäre diese Arbeit nicht in der Form entstanden, wie sie heute vorliegt.

Vielen Dank für deine großartige Unterstützung und dein unermüdliches Engagement!

Kurzfassung

Die Baustellendokumentation ist essenziell für die Erfüllung gesetzlicher Nachweispflichten, die Einhaltung von Qualitätsstandards und eine transparente Projektsteuerung. Zudem bildet sie die Grundlage für die Kostenkontrolle, indem sie Baufortschritte, erbrachte Leistungen und Materialeinsätze nachvollziehbar macht. Der administrative Aufwand einer guten Dokumentation ist jedoch erheblich.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Dokumentationsprozesse auf österreichischen Baustellen systematisch zu analysieren, normative und gesetzliche Vorgaben darzustellen und deren Umsetzung anhand von Praxisbeispielen zu untersuchen. Dabei werden grundlegende Begriffe, Konzepte sowie die verschiedenen Phasen eines Bauprojekts erläutert.

Ein zentrales Problem dieser Arbeit war die Beschaffung der laufenden Dokumentation eines Bauvorhabens. Trotz der Anerkennung der Relevanz der Untersuchung verweigerten die angefragten Bauunternehmen, Bauherren und Planungsfirmen den Datenzugriff aus Datenschutzgründen und zum Schutz ihres Know-hows. Letztendlich standen nur die nach Bauabschluss zusammengestellte Dokumentation sowie die Dokumentationsrichtlinien zweier Tiroler Bauprojekte der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) zur Verfügung.

Die Dokumentation umfasst alle von Planern, Bauherren, Behörden und Baufirmen nach Bauabschluss relevanten Unterlagen, etwa Plangrundlagen, Protokolle, Abnahmen, Datenblätter und Bescheide. Trotz Vorfilterung und Unvollständigkeit der Daten lassen sich fundierte Erkenntnisse zu Umfang, Entwicklung und inhaltlichen Schwerpunkten gewinnen.

Untersucht werden die Dokumentationsrichtlinien sowie die Dokumentation der Sanierung der Fakultät für Technische Wissenschaften (2013) und des Neubaus des Ágnes-Heller-Hauses (2020). Seit 2023 führt die BIG eine standardisierte Dokumentationsrichtlinie ein, die künftig für alle Bauvorhaben gilt. Ein Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf dem Vergleich der Richtlinien von 2013, 2020 und 2023.

Die Analyse zeigt einen deutlichen Anstieg des Dokumentationsaufwands. Die Anzahl der Dokumentenkategorien der jeweiligen Richtlinien wächst von acht im Jahr 2013 auf über 60 im Jahr 2023. Während frühere Richtlinien projektbezogen und ohne klare Ablagestruktur waren, setzt die Richtlinie von 2023 auf eine standardisierte, lebenszyklusorientierte Dokumentation.

Die Analyse zeigt ebenfalls, dass bis zu 15,3 % der Dokumente redundant sind, was auf unklare Ablagestrukturen hinweist. Zudem hat sich das Dokumentationsformat von verschiedenen Typen wie Tabellen und CAD-Dateien hin zu überwiegend PDF-Dokumenten entwickelt, was auf eine zunehmende Standardisierung hindeutet. Gleichzeitig verschiebt sich der inhaltliche Schwerpunkt hin zu Nachhaltigkeitsthemen und Sicherheitsaspekten.

Abstract

Construction site documentation is essential for fulfilling legal proof obligations, ensuring quality standards, and enabling transparent project management. Additionally, it serves as the foundation for cost control by providing a clear record of construction progress, completed work, and material usage. However, maintaining comprehensive documentation requires significant administrative effort.

The aim of this study is to systematically analyze documentation processes on Austrian construction sites, present normative and legal requirements, and examine their implementation through practical case studies. Fundamental terms, concepts, and the different phases of a construction project are explained as part of this analysis.

A central challenge of this study was obtaining access to ongoing construction documentation. Despite recognizing the relevance of the investigation, the requested construction companies, project developers, and planning firms denied data access due to data protection concerns and the need to safeguard proprietary knowledge. Ultimately, only the post-construction documentation and documentation guidelines of two construction projects in Tyrol, managed by the Bundesimmobiliengesellschaft (BIG), were made available.

The documentation includes all records relevant to planners, project developers, authorities, and construction firms after project completion, such as planning documents, protocols, approvals, data sheets, and permits. Despite prior filtering and data gaps, valuable insights can still be gained regarding the scope, development, and thematic focus of the documentation.

The study examines documentation guidelines and records from the renovation of the Faculty of Technical Sciences (2013) and the construction of the Ágnes Heller House (2020). Since 2023, BIG has implemented a standardized documentation guideline applicable to all future construction projects. A key focus of this study is the comparison of the guidelines from 2013, 2020, and 2023.

The analysis reveals a significant increase in documentation requirements. The number of document categories in the respective guidelines has grown from eight in 2013 to over 60 in 2023. While earlier guidelines were project-specific and lacked a clear filing structure, the 2023 guideline introduces a standardized, lifecycle-oriented documentation approach.

Additionally, the study identifies up to 15.3% of documents as redundant, indicating unclear filing structures. The documentation format has also shifted from various file types, such as spreadsheets and CAD files, to predominantly PDF documents, reflecting an increasing trend toward standardization. At the same time, the thematic focus is shifting towards sustainability topics and safety aspects.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	I
Kurzfassung	III
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ziel der Arbeit	2
1.3 Aufbau und Methoden	3
2 Grundlagen	5
2.1 Begriffe	5
2.1.1 Dokumentation	5
2.1.2 Nachhaltigkeit	6
2.1.3 EU-Taxonomie	7
2.1.4 ESG - Environmental, Social, Governance	9
2.1.5 ESRS - European Sustainability Reporting Standards	9
2.1.6 Building Information Modeling - BIM.....	10
2.2 Bauvorhaben Ablauf.....	11
2.3 Dokumentation im Hochbau.....	13
2.3.1 Normative und gesetzliche Vorgaben.....	14
3 Dokumentationsunterlagen	27
3.1 Unterlagenbeschaffung.....	27
3.2 Unternehmen – Bundesimmobiliengesellschaft (BIG)	28
3.2.1 Bauvorhaben Fakultät für Technische Wissenschaften.....	29
3.2.2 Bauvorhaben Ágnes-Heller-Haus.....	30
3.3 Dokumentationsrichtlinien	30
3.3.1 Analyse der Dokumentationsrichtlinien von 2013, 2020 und 2023	31
4 Auswertungsmethoden.....	37
4.1 Python - Übersicht	37
4.2 Ähnlichkeitserkennung.....	38
4.3 Bereinigung und Zusammenführung der Gruppen.....	40
4.4 Schlüsselwortbasierte Analyse	41
4.5 Identifikation identischer PDF-Dokumente.....	42

4.6	Schwerpunktanalyse durch Schlüsselwortzählung	43
5	Auswertung und Interpretation.....	45
5.1	Allgemeine Analyse -Vergleich der Dateitypen und Ordnerstrukturen.....	45
5.2	Ähnlichkeitsanalyse	47
5.2.1	Manuelle Analyse	47
5.2.2	Halb-automatisierte Analyse mittels Python	47
5.2.3	Identische PDF-Dokumente.....	48
5.2.4	Schwerpunktanalyse	49
6	Zusammenfassung.....	51
7	Ausblick	55
8	Literatur.....	57
9	Anhang.....	61
9.1	Python Skript – Ähnlichkeitserkennung	61
9.2	Python Skript – Bereinigung und Zusammenführung der Gruppen	64
9.3	Python Skript – Schlüsselwortbasierte Ähnlichkeitserkennung	65
9.4	Python Skript – Identifikation identischer PDF-Dokumente.....	68
9.5	Python Skript – Schwerpunktanalyse durch Schlüsselwortzählung	70
	Verpflichtungs- und Einverständniserklärung	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Abkürzungen und Begrifflichkeiten zur Tabelle 2.2	25
Tabelle 2.2: Dokumentationspflichten auf österreichischen Baustellen	26
Tabelle 3.1: Vergleich der Dokumentationsrichtlinien von 2013, 2020 und 2023	34
Tabelle 5.1: Analyse der Dokumentationen - Dateitypen	45
Tabelle 5.2: Analyse der Dokumentationen – Duplikate	49
Tabelle 5.3: Analyse der Dokumentationen – Schwerpunktentwicklung	50

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Analyse und Optimierung von Dokumentationsprozessen auf österreichischen Baustellen. Die Dokumentation ist ein zentraler Bestandteil jedes Bauprojekts, da sie nicht nur gesetzliche Nachweispflichten erfüllt, sondern auch die Grundlage für Qualitätssicherung, Sicherheitsstandards und Projektsteuerung bildet. Die Anforderungen an die Dokumentation sind also erheblich, ebenso wie der damit verbundene administrative Aufwand. Die steigende Forderung nach Transparenz und die zunehmende Bedeutung von Nachhaltigkeitsaspekten erhöhen den Aufwand zusätzlich. Die Vielzahl der an einem Bauprojekt beteiligten Akteure und die damit verbundenen Schnittstellen führen oft zu ineffizienten Dokumentationsprozessen, beeinträchtigten Informationsflüssen und mehrfach ausgeführten Kalkulationen oder doppelt dokumentierten Arbeiten.

Die Notwendigkeit, Dokumentationsprozesse zu untersuchen und zu optimieren, wird daher immer deutlicher.

Dieses Kapitel erläutert zunächst die Motivation und Zielsetzung der Arbeit. Es wird aufgezeigt, warum die Untersuchung der Dokumentationspraxis für die Bauwirtschaft von zentraler Bedeutung ist und wie gesetzliche Vorgaben sowie technologische Entwicklungen die Prozesse beeinflussen. Im Anschluss werden die wesentlichen Ziele der Arbeit vorgestellt: die Analyse von Dokumentationsprozessen, beginnend mit der Grundlagenermittlung und den normativen bzw. gesetzlichen Anforderungen, sowie die praktische Umsetzung anhand bereits umgesetzter Bauprojekte. Abschließend wird der methodische Ansatz skizziert.

1.1 Motivation

Die zunehmende Komplexität und Vielfalt der Dokumentationspflichten auf Baustellen machen eine wissenschaftliche Untersuchung dieses Themas nicht nur relevant, sondern auch dringend notwendig. Bauprojekte in Österreich erfordern eine umfassende und detaillierte Dokumentation, die sowohl gesetzliche Vorschriften erfüllt als auch die Nachverfolgbarkeit von Prozessen sicherstellt. Hinzu kommen steigende Anforderungen durch ESG (Environmental, Social, Governance)-Kriterien und die EU-Taxonomie, welche zunehmend als Maßstab für nachhaltiges und ethisches Wirtschaften dienen und zusätzlichen Nachweise zur Nachhaltigkeit und Governance einfordern. Diese Entwicklungen erhöhen den administrativen Aufwand erheblich und stellen alle beteiligten Akteure vor große Herausforderungen.

Der Ausgangspunkt dieser Arbeit liegt in der Erkenntnis, dass ineffiziente und redundante Dokumentationsprozesse nicht nur die Effizienz von Bauprojekten beeinträchtigen, sondern

auch zu unnötigen Kosten und Verzögerungen führen können. Verschiedene Akteure erstellen eigenständig Dokumente, die häufig ähnliche Informationen enthalten und somit teilweise mehrfach geführt werden. Diese Redundanzen und die fehlende Standardisierung führen zu einem erhöhten Aufwand und einer eingeschränkten Transparenz.

1.2 Ziel der Arbeit

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist es, die bestehenden Dokumentationsprozesse auf österreichischen Baustellen zu analysieren und potenzielle Ineffizienzen aufzuzeigen. Zu Beginn wird untersucht, welche Dokumente erstellt werden, welche Akteure dafür verantwortlich sind und wie die gesetzlichen sowie regulatorischen Anforderungen in diesen Prozessen berücksichtigt werden. Dabei spielt die Bewertung von Normen und Gesetzen wie dem Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG), dem ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) oder den Vorgaben der EU-Taxonomie eine zentrale Rolle. Es gilt zu verstehen, wie diese Anforderungen die Menge und den Inhalt der Dokumentationen beeinflussen.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es, die praktische Umsetzung der Dokumentationsprozesse anhand von Bauprojekten zu beleuchten und deren Entwicklung im Zeitverlauf aufzuzeigen.

Zusammenfassend sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche gesetzlichen und normativen Mindestanforderungen bestehen an die Dokumentation im Hoch- und Industriebau, und wer ist dafür verantwortlich?
- Wie wird die Dokumentation in der Praxis umgesetzt? Welche Arten und Inhalte von Dokumenten werden erstellt, und wo liegen noch Optimierungspotenziale?
- Wie verändert sich die Dokumentationspraxis über die Jahre, insbesondere in Bezug auf die Menge und die inhaltlichen Schwerpunkte?
- Inwieweit gewinnen Themen wie Nachhaltigkeit, Emissionen und Kreislaufwirtschaft an Bedeutung in der Dokumentation von Bauvorhaben?

Ziel ist es also, die bestehende Dokumentationspraxis und deren Wandel besser zu verstehen. Im Fokus steht die Entwicklung der Schwerpunkte in der Dokumentation, der Einfluss technologischer Neuerungen auf die Praxis sowie die Identifikation von Schwächen in der Nachweisführung. Dies umfasst insbesondere die Vermeidung redundanter Dokumentationen. Ein weiterer Aspekt der Untersuchung ist der Einfluss von Building Information Modeling (BIM) auf die Dokumentationspraxis.

Darüber hinaus soll diese Arbeit eine fundierte Grundlage für weiterführende Forschungen im Bereich der Dokumentationsprozesse auf Baustellen bieten. Es werden Hinweise auf Bereiche gegeben, in denen es Optimierungspotenziale bzw. Forschungsbedarf in der Nachweisführung gibt.

1.3 Aufbau und Methoden

Zunächst werden in den Grundlagen zentrale Begriffe und Konzepte erläutert, die für das Verständnis der Arbeit von Bedeutung sind. Diese beinhalten die Definition relevanter Begriffe sowie eine detaillierte Betrachtung des Bauablaufs bei österreichischen Hochbauprojekten. Dabei werden die Phasen eines Bauvorhabens, von der Planung über die Ausführung bis hin zur Fertigstellung, beschrieben und die spezifischen Dokumentationsanforderungen für jede Phase dargestellt. Ergänzend werden die ÖNORMen und die gesetzlichen Vorgaben, wie das BauKG und die CSRD, sowie deren jeweiligen Anforderungen an die Dokumentation im Bauwesen analysiert. Dies bildet die Grundlage für das Verständnis der rechtlichen bzw. normativen Rahmenbedingungen. Die verwendeten Methoden zur Datenerhebung und -analyse werden ebenfalls in der Grundlagenermittlung erläutert.

Daraufhin wird im praktischen Teil die Dokumentation an realen Hochbauprojekten untersucht. Dabei werden die bestehenden Dokumentationsprozesse auf zwei Baustellen ausgewertet, um Redundanzen und ineffiziente Abläufe zu identifizieren. Zusätzlich wird der Gesamtumfang der Dokumentation und dessen Entwicklung anhand von Dokumentationsrichtlinien analysiert.. Die Analyse erfolgt auf Basis der vorliegenden Unterlagen, die unter Berücksichtigung der gesetzlichen und normativen Vorgaben überprüft werden. Die vorliegenden Unterlagen umfassen die jeweils gültigen Dokumentationsrichtlinien sowie die Dokumentationen zweier abgeschlossener Bauprojekte in Tirol. Sie enthalten alle aus Bauherrensicht relevanten Unterlagen der am Bau beteiligten Akteure. Ziel ist es, Schwerpunkte, mögliche Lücken oder doppelte geführte Dokumentationen zu identifizieren.

Abschließend werden die Ergebnisse bewertet und in einem Fazit zusammengefasst. Hierbei werden Ineffizienten aufgezeigt und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen formuliert.

2 Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden die grundlegenden Begriffe erläutert, die für das Verständnis der Arbeit nötig sind. Anschließend wird der Ablauf eines Bauvorhabens detailliert erörtert, wobei die verschiedenen Phasen von der Planung über die Ausführung bis hin zur Fertigstellung beschrieben werden. In diesem Zusammenhang wird auch die Bedeutung der Dokumentation in den jeweiligen Phasen dargestellt.

Darüber hinaus werden die gesetzlichen bzw. normativen Grundlagen zur Dokumentation dargestellt. Es wird erörtert, welche Normen, Gesetze und Richtlinien für die Dokumentationspflichten relevant sind und welche Anforderungen sie an Unternehmen stellen.

2.1 Begriffe

In diesem Kapitel werden die Begriffe Dokumentation, die Nachhaltigkeit, EU-Taxonomie, ESG, ESRS und BIM erklärt.

2.1.1 Dokumentation

Dokumentation bezieht sich auf das systematische Erfassen und Festhalten von Informationen und Wissen in schriftlicher Form oder auf Datenträgern, mit dem Ziel, diese Informationen für die zukünftige Verwendung, Kommunikation und Nachverfolgbarkeit zugänglich zu machen. Dabei erfüllt die Dokumentation drei wesentliche **Aufgaben**:

- **Wissenssicherung:** Sie gewährleistet, dass das Wissen aus den Köpfen der beteiligten Personen extrahiert und in einer Form festgehalten wird, die auch nach dem Abschluss eines Projekts oder Projektabschnittes sowie bei personellen Veränderungen verfügbar bleibt.
- **Kommunikation:** Die Dokumentation stellt sicher, dass wichtige Informationen in einer strukturierten und nachvollziehbaren Weise festgehalten werden, um eine klare und konsistente Kommunikation zu ermöglichen. Dies ist besonders wichtig, wenn Informationen über einen längeren Zeitraum hinweg benötigt werden oder zwischen verschiedenen Personen und Teams weitergegeben werden müssen.
- **Sichtbarmachen des Fortschritts:** Die Erstellung und Freigabe von Dokumenten markiert den Abschluss bestimmter Phasen innerhalb eines Projekts und dient als Nachweis der erbrachten Leistungen und des Fortschritts.

Dokumentation sollte stets zielgerichtet und zweckmäßig erfolgen. Es ist wichtig, nur das festzuhalten, was tatsächlich notwendig ist, um den Informationsbedarf zu decken und die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten – jedoch mit der gebotenen Sorgfalt und Konsequenz.

Dabei kann das erforderliche Mindestmaß an Dokumentation oft umfangreicher sein, als es zunächst angenommen wird. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass häufig eher zu wenig als zu viel dokumentiert wird, was langfristig negative Auswirkungen auf die Effizienz und Qualität eines Projekts haben kann. [1, S. 140-141]

Die Verwaltung und Organisation von Dokumenten ist ebenfalls ein zentraler Bestandteil eines effizienten Dokumentationsprozesses. Dokumente müssen eindeutig identifizierbar, aktuell und leicht auffindbar sein, um ihre Funktion als Wissenssicherung und Kommunikationsmittel innerhalb eines Projekts erfüllen zu können [1, S. 141]. Zur Gewährleistung dieser Anforderungen sind drei wesentliche Aspekte zu beachten:

- **Klassifikation:** Die Klassifikation stellt sicher, dass Dokumente systematisch abgelegt und jederzeit wiedergefunden werden können. Hierfür werden einheitliche Deckblätter sowie Kopfzeilen mit wesentlichen Metadaten wie Projektname, Dokumententitel, Versionsnummer und Seitenzahl verwendet. In digitalen Systemen müssen diese Informationen abrufbar und bei Bedarf automatisch generierbar sein.
- **Freigabewesen:** Das Freigabewesen dient der Qualitätssicherung von Dokumenten. Dokumente werden erst nach einer inhaltlichen Prüfung und Behebung von Mängeln freigegeben. Nach der Freigabe sind Änderungen durch die ursprünglichen Ersteller nicht mehr möglich; Anpassungen können ausschließlich über ein geregeltes Änderungswesen erfolgen
- **Änderungswesen:** Das Änderungswesen gewährleistet, dass Dokumente stets aktuell sind und verhindert unkontrollierte Änderungen. Der Änderungsprozess folgt einem strukturierten Ablauf, der die Schritte Antrag, Entscheidung, Durchführung und Freigabe umfasst. Dadurch wird sichergestellt, dass Änderungen dokumentiert und nachvollziehbar sind.

Darüber hinaus entsteht Dokumentation idealerweise parallel zur Entwicklung eines Projekts, um eine kontinuierliche Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Eine nachträgliche, oftmals durch Zeitmangel hervorgerufene, Dokumentation kann zu Lücken führen, weshalb eine schrittweise Erstellung bevorzugt wird. [1, S. 142]

2.1.2 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit wird erstmals von Hans Carl von Carlowitz im Jahr 1713 in seinem Werk *Sylvicultura oeconomica* definiert. Er beschreibt sie als eine „*continuirliche, beständige und nachhaltende Nutzung*“ [2, S. 105] der Wälder, bei der die Holznutzung so gestaltet werden soll, dass der Wald langfristig erhalten bleibt und eine Übernutzung vermieden wird [3]. Diese Definition, die ursprünglich in der Forstwirtschaft entwickelt wurde, bildet die Grundlage für das moderne Verständnis von Nachhaltigkeit, welches über den reinen Ressourcenverbrauch hinausgeht. Der Begriff wurde im Brundtland-Bericht von 1987 weiterentwickelt, in dem Nachhaltigkeit als eine Entwicklung definiert wird, die die Bedürfnisse der zu der jeweiligen

Zeit lebenden Generation deckt. Gleichzeitig soll sie sicherstellen, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse auch noch erfüllen können. [4, 5, S. 43]

Gemäß Czerny, in dem Bericht „Innovation und Nachhaltigkeit im Bau- und Wohnungswesen“, spielt der Begriff der Nachhaltigkeit im Bauwesen eine entscheidende Rolle, da das Bauwesen einen erheblichen Einfluss auf ökologische, ökonomische und soziale Aspekte hat. Czerny erklärt, dass Nachhaltigkeit im Bauwesen bedeutet, den Lebenszyklus eines Bauwerks zu berücksichtigen – von der Planung über die Nutzung bis hin zum Abriss. Dies beinhaltet die Minimierung des Energieverbrauchs, die Verwendung ökologisch nachhaltiger sowie recyclingfähiger Baustoffe und die Reduktion von Emissionen und Abfall. Im Bauwesen umfasst Nachhaltigkeit nicht nur ökologische Aspekte, sondern auch wirtschaftliche und soziale Dimensionen. So wird im Bauwesen darauf abgezielt, kosteneffizient zu bauen und gleichzeitig soziale Kriterien wie Gesundheit, Sicherheit und Lebensqualität zu berücksichtigen. [6, S. 5-9]

2.1.3 EU-Taxonomie

Die EU-Taxonomie ist ein EU-weit einheitliches Klassifizierungssystem, das ökologische Nachhaltigkeit von Wirtschaftsaktivitäten definiert. Das Hauptziel der EU-Taxonomie ist es, Informationen bereitzustellen, die Investoren dabei unterstützen, Kapitalflüsse in nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten zu lenken. Sie soll sicherstellen, dass diese Aktivitäten zu den festgelegten politischen Zielen der EU, insbesondere im Hinblick auf den Klimaschutz und die Nachhaltigkeit, beitragen. [7, S. 4]

Die EU-Taxonomie basiert auf dem Pariser Klimaabkommen von 2015, das die Erderwärmung auf „deutlich“ unter 2 Grad begrenzen soll, mit dem Ziel, die Erwärmung auf 1,5 Grad zu reduzieren. Um dies zu erreichen, sind in allen Wirtschaftssektoren erhebliche Anstrengungen notwendig. Die Verordnung (EU) 2020/852 zur Schaffung einer EU-Taxonomie bildet den rechtlichen Rahmen, der Unternehmen verpflichtet, über ihre ökologischen und sozialen Auswirkungen zu berichten. Dabei werden bestimmte Wirtschaftssektoren definiert, die im Hinblick auf die ökologischen Nachhaltigkeitsziele untersucht und bewertet werden. [7, S. 6]

Das Klassifizierungssystem der EU-Taxonomie umfasst sechs Umweltziele:

1. Klimaschutz
2. Anpassung an den Klimawandel
3. Nachhaltige Nutzung und Schutz der Wasser- und Meeresressourcen
4. Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft
5. Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
6. Schutz und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme [7, S. 6].

Wirtschaftsaktivitäten, die als „ökologisch nachhaltig“ eingestuft werden sollen, müssen zu mindestens zu einem dieser Ziele beitragen und dürfen keine wesentlichen negativen Auswirkungen auf die anderen haben. Des Weiteren müssen soziale Mindeststandards und technische Screeningkriterien eingehalten werden. [7, S. 6]

Die EU-Taxonomieverordnung gilt für eine bestimmte Gruppe von Unternehmen, die in den Anwendungsbereich der Non-Financial Reporting Directive (NFRD) fallen. Seit 2024 gilt es auch für die Unternehmen, die in die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) eingeordnet werden, da die CSRD die NFRD abgelöst hat. Die Berichterstattung erfolgt gemäß der CSRD-Richtlinie. Die NFRD und CSRD sind EU-Richtlinien, die bestimmte Unternehmen dazu verpflichten, nicht-finanzielle Informationen zu den zu Umwelt-, Sozial- und Governance-Aspekten (ESG) offenzulegen.

Große Unternehmen, die unter die NFRD fallen, sind:

- Kapitalgesellschaften mit mehr als 500 Mitarbeitern,
- Unternehmen von öffentlichem Interesse (wie Banken und Versicherungen),
- Unternehmen mit einer jährlichen Bilanzsumme von über 25 Millionen Euro oder einem Umsatz von mehr als 50 Millionen Euro.

Unternehmen, die unter die CSRD fallen, sind: Ab 2024 erweitert die CSRD den Anwendungsbereich und verpflichtet alle Unternehmen, die mindestens zwei der folgenden Kriterien erfüllen müssen:

- 250 oder mehr Mitarbeiter,
- Bilanzsumme von mehr als 25 Millionen Euro pro Jahr,
- Umsatz von mehr als 50 Millionen Euro pro Jahr.

Kleine und mittlere kapitalmarktorientierte Unternehmen: Ab dem Geschäftsjahr 2026 gelten die Berichtspflichten auch für kleinere, kapitalmarktorientierte Unternehmen, deren Aktien oder Anleihen an einem organisierten Markt gehandelt werden. [8, 9]

Die Nachweise der genannten Unternehmen erfolgen durch die Verwendung spezifischer Kennzahlen. Diese dienen zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit der Unternehmen. Zu den wichtigsten Kennzahlen gehören:

- **Umsatz (Revenue KPI):** Der Anteil des Umsatzes, der durch Produkte oder Dienstleistungen erzielt wird, die im Einklang mit den ökologisch nachhaltigen Aktivitäten der EU-Taxonomie stehen.
- **CapEx (Capital Expenditures):** Der Anteil der Investitionsausgaben, die in Vermögenswerte oder Prozesse fließen, die mit den taxonomiekonformen Aktivitäten verbunden sind. Diese Kennzahl zeigt auf, wie viel des Investitionsvolumens in nachhaltige Projekte investiert wird, um die künftige Nachhaltigkeit des Unternehmens zu fördern.
- **OpEx (Operational Expenditures):** Der Anteil der Betriebsausgaben, der in Tätigkeiten investiert wird, die den Betrieb nachhaltiger Wirtschaftsaktivitäten unterstützen. Hierzu zählen etwa Kosten für Wartung, Reparaturen oder Schulungen im Zusammenhang mit nachhaltigen Technologien [9, S. 6].

Diese Leistungskennzahlen müssen transparent offengelegt und in den nichtfinanziellen Berichten oder Nachhaltigkeitsberichten der Unternehmen dokumentiert und veröffentlicht werden. Die Offenlegung dieser Kennzahlen soll Investoren und Stakeholdern ermöglichen,

den Grad der Nachhaltigkeit der Geschäftsaktivitäten zu bewerten und Greenwashing zu verhindern. Greenwashing bezeichnet den Versuch von Unternehmen, sich umweltfreundlicher darzustellen, als sie tatsächlich sind, indem sie irreführende Informationen über ihre ökologischen Bemühungen verbreiten. [9, S. 6]

2.1.4 ESG - Environmental, Social, Governance

Der Begriff "ESG" ist ein integraler Bestandteil der Nachhaltigkeitsberichterstattung. ESG bezieht sich auf drei zentrale Aspekte, die Unternehmen im Rahmen ihrer Geschäftstätigkeit berücksichtigen müssen, um nachhaltige und verantwortungsbewusste Entscheidungen zu treffen:

- **Environment** (Umwelt): Bezieht sich auf ökologische Faktoren wie CO₂-Emissionen, Energieverbrauch, Wasserverbrauch und den Einfluss eines Unternehmens auf die Umwelt. Hierzu gehören Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft, also der Betrachtung von Bauwerken und Materialien über deren gesamte Lebensdauer hinweg – von der Planung und Erstellung über die Nutzung bis hin zum Recycling und der Wiederverwertung.
- **Social** (Soziales): Umfasst soziale Aspekte wie Arbeitsbedingungen, Mitarbeiterrechte, Nichtdiskriminierung und die Einhaltung sozialer Standards entlang der gesamten Wertschöpfungskette.
- **Governance** (Unternehmensführung): Bezieht sich auf die Art und Weise, wie ein Unternehmen geführt wird, einschließlich der Beziehungen zu Lieferanten, der Bekämpfung von Korruption und der Einhaltung ethischer Standards in der Geschäftspraxis. [10, S. 3-5]

Die ESG-Kriterien müssen von Unternehmen, die in den Anwendungsbereich der Non-Financial Reporting Directive (NFRD) fallen, sowie seit 2024 auch von Unternehmen innerhalb der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) offengelegt werden. Ziel ist es, die Nachhaltigkeit ihrer Geschäftspraktiken in Bezug auf ökologische, soziale und Governance-Aspekte zu gewährleisten [10, S. 5]. Die Unternehmen, welche unter den Anwendungsbereich der NFRD und CSRD fallen, sind im *Absatz 2.1.3* beschrieben.

2.1.5 ESRS - European Sustainability Reporting Standards

Die European Sustainability Reporting Standards (ESRS) stellen das zentrale Rahmenwerk dar, welches die Berichterstattung über Nachhaltigkeitsthemen für Unternehmen, die der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) unterliegen, regelt. Ziel der ESRS ist es, eine einheitliche und standardisierte Berichterstattung über Umwelt-, Sozial- und Governance-Themen (ESG) zu gewährleisten, die Nachhaltigkeitsinformationen der Unternehmen transparent, vergleichbar und nachvollziehbar zu machen.

Gemäß den ESRS sind Unternehmen verpflichtet, ihre Berichte nach festgelegten Prinzipien zu erstellen. Dazu gehört insbesondere die Anwendung der doppelten Wesentlichkeit. Das

bedeutet, dass Unternehmen sowohl die Auswirkungen ihrer Geschäftstätigkeiten auf die Umwelt und Gesellschaft als auch die Auswirkungen von ESG-Risiken und -Chancen auf das Unternehmen bewerten und offenlegen müssen. Dieser ganzheitliche Ansatz soll sicherstellen, dass die Berichterstattung umfassend die gesamte Bandbreite an relevanten Nachhaltigkeitsthemen abdeckt. [11, S. 7]

Wie dokumentiert werden muss:

- **Struktur der Berichte:** Unternehmen müssen ihre Nachhaltigkeitsberichte gemäß den European Sustainability Reporting Standards in einer klaren und nachvollziehbaren Struktur erstellen. Der Bericht muss sowohl qualitative als auch quantitative Informationen enthalten sowie eine narrative Darstellung der strategischen Ansätze des Unternehmens zur Bewältigung von ESG-Risiken und -Chancen bieten. Darüber hinaus müssen die Berichte alle wesentlichen Kennzahlen und Datenpunkte enthalten, die für die Bewertung der Nachhaltigkeitsleistung des Unternehmens relevant sind. [11, S. 8-9]
- **Prüfung und Verifizierung:** Die Berichte müssen von externen Prüfern bewertet werden, um sicherzustellen, dass die veröffentlichten Informationen den ESRS-Anforderungen entsprechen und korrekt sind. Dies soll die Glaubwürdigkeit und Transparenz der Berichte erhöhen und Vertrauen bei Investoren und anderen Stakeholdern schaffen. Unternehmen sind verpflichtet, den Prüfprozess zu dokumentieren und den Abschlussbericht als Teil ihrer Nachhaltigkeitsdokumente zu veröffentlichen. [11, S. 18]
- **Veröffentlichungsformat:** Die Dokumentation muss entweder im Lagebericht oder in einem speziellen Nachhaltigkeitsbericht erfolgen, der öffentlich zugänglich ist. Dabei müssen die Berichte sowohl in gedruckter als auch in digitaler Form zur Verfügung gestellt werden. Zudem müssen Unternehmen sicherstellen, dass ihre Berichte den Anforderungen des European Single Electronic Format (ESEF) entsprechen, was eine maschinenlesbare und damit leicht zugängliche Form der Berichterstattung sicherstellt. [11, S. 9-18]

2.1.6 Building Information Modeling - BIM

Building Information Modeling (BIM) beschreibt eine durchgängige, digitale Methode zur Planung, Errichtung und Verwaltung von Bauwerken über deren gesamten Lebenszyklus hinweg. Die BIM-Methodik ermöglicht eine konsistente Nutzung digitaler Bauwerksmodelle, wodurch Fehlerquellen reduziert und die Effizienz gesteigert werden können. [12, S. 1]

BIM verfolgt das Ziel, den gesamten Informationsfluss im Bauprozess zu digitalisieren und medienbruchfrei zu gestalten. Dabei werden geometrische, technische und semantische Daten in einem einheitlichen Modell erfasst und für verschiedene Anwendungen genutzt. Dies umfasst die Planung, Bauausführung, Betrieb und Wartung eines Gebäudes oder einer Infrastrukturmaßnahme. [12, S. 4]

Ein wichtiger Aspekt der praktischen Umsetzung ist die Erweiterung von BIM auf 5D, wobei neben der dreidimensionalen Modellierung auch Kosten- (4D) und Terminplanung (5D) integriert werden. Diese Erweiterung ermöglicht eine präzisere Steuerung der Bauausführung und eine effizientere Ressourcenplanung. Zudem erfordert die BIM-Methodik ein strukturiertes Freigabewesen, um sicherzustellen, dass alle Beteiligten mit validierten und aktuellen Modellen arbeiten. Die Zuständigkeiten für Freigaben sind dabei klar geregelt und erfolgen in definierten Prüfschritten, um Änderungen nachvollziehbar zu dokumentieren und unkontrollierte Anpassungen zu verhindern. [12, S. 18]

Ein zentrales Element von BIM ist die Verbesserung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwarelösungen, was durch offene Datenstandards gewährleistet wird. Diese standardisierten Formate ermöglichen einen herstellerunabhängigen Datenaustausch und unterstützen die Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen innerhalb eines Projekts [12, S. 14]. Besonders im Kontext von Open BIM spielt die softwareübergreifende Zusammenarbeit eine entscheidende Rolle. Open BIM setzt auf offene Schnittstellen und Standards, wodurch der Datenaustausch nicht an bestimmte Softwareanbieter gebunden ist. Dies ermöglicht eine nahtlose Integration verschiedener Planungs-, Bau- und Betriebsprozesse und reduziert die Abhängigkeit von proprietären Systemen. Im Gegensatz dazu beschränkt sich Closed BIM auf geschlossene Softwarelösungen eines einzelnen Anbieters, was zu Einschränkungen in der Kollaboration führen kann. [12, S. 12]

Neben der technischen Umsetzung spielt die methodische Anwendung eine entscheidende Rolle. BIM erfordert klare Prozessstrukturen, die durch Normen und Standards wie die ISO 19650 oder den britischen PAS 1192-2 festgelegt sind. Diese Richtlinien regeln unter anderem die Modellierungsanforderungen, den Datenfluss sowie die Zuständigkeiten innerhalb eines Projekts. [12, S. 16]

Zusammenfassend bietet BIM eine strukturierte und effiziente Arbeitsmethodik, die nicht nur die Planungs- und Bauprozesse optimiert, sondern auch langfristige Vorteile für den Betrieb und die Instandhaltung von Bauwerken bietet. Die zunehmende Digitalisierung des Bauwesens macht BIM zu einem zentralen Bestandteil moderner Bauprojekte. [12, S. 27]

2.2 Bauvorhaben Ablauf

Die Projektphasen eines Bauprojekts in Österreich, wie sie in der ÖNORM B 1801-1:2022 beschrieben werden, umfassen fünf wesentliche Abschnitte, die den Ablauf von der Vorbereitung bis zum Abschluss eines Bauprojekts regeln. Der Dokumentationsaufwand spielt in jeder dieser Phasen eine entscheidende Rolle, um Transparenz, Nachvollziehbarkeit und die Sicherstellung der Qualität und Kostenkontrolle zu gewährleisten.

Phase 1: Projektvorbereitung

In der Projektvorbereitungsphase werden die Grundlagen für das geplante Bauprojekt geschaffen. Dies umfasst die Festlegung der Projektziele, die Erstellung eines Projektprogramms sowie die Analyse der Rahmenbedingungen. In dieser Phase ist die

Dokumentation besonders wichtig, um alle Entscheidungen und Anforderungen festzuhalten, die als Grundlage für die folgenden Planungsphasen dienen. Die ÖNORM B 1801-1 betont die Notwendigkeit einer strukturierten Sammlung von Informationen und Dokumenten, die den Projektumfang, den Kostenrahmen, die Qualitätsanforderungen und die Terminvorgaben festlegen.

Dokumentationsanforderung: Sammlung und Festlegung aller Projektgrundlagen. [13, S. 7]

Phase 2: Planung

Diese Phase ist in drei Unterphasen unterteilt:

- **Vorentwurf:** Hier werden die ersten Konzepte und Ideen in Form von Skizzen oder Modellen festgehalten. Die Dokumentation dieser frühen Entwürfe dient dazu, die Projektvision zu konkretisieren und als Grundlage für die weiteren Planungen zu dienen.
- **Entwurf:** Im Entwurf wird der Planungsprozess detaillierter. Die Dokumentation umfasst hier alle Aspekte des architektonischen und technischen Designs, um die Realisierbarkeit und die Übereinstimmung mit den Projektzielen sicherzustellen. Diese Phase erfordert eine umfangreiche Planungsdokumentation, einschließlich der Abstimmung mit verschiedenen Stakeholdern sowie der Klärung von baurechtlichen und technischen Anforderungen.
- **Einreichplanung:** Diese Phase dient der Vorbereitung der Bauantragsunterlagen. Die Dokumentation dieser Phase umfasst detaillierte Pläne, Berechnungen und weitere technische Unterlagen, die bei den Behörden eingereicht werden, um die Baugenehmigung zu erhalten.

Dokumentationsanforderung: Strukturierte Festhaltung der Entwurfs-, Genehmigungs- und Detailplanungen. [13, S. 8-9]

Phase 3: Ausführungsvorbereitung

In dieser Phase wird die Umsetzung des Projekts konkret vorbereitet. Dazu gehört die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen und die Vorbereitung der Vergabe. Die Leistungsbeschreibungen und Vertragsunterlagen sind in dieser Phase sorgfältig zu dokumentieren. Eine gut strukturierte Dokumentation der Vergabeunterlagen und der damit verbundenen Kosten- und Zeitplanung ist entscheidend, um sicherzustellen, dass alle Projektbeteiligten auf eine verlässliche Informationsbasis zugreifen können.

Dokumentationsanforderung: Vollständige Erstellung der Ausschreibungsunterlagen, Vertragsdokumentation und detaillierte Zeit- und Kostenpläne. [13, S. 11-17]

Phase 4: Ausführung

Während der Ausführung wird das Bauvorhaben realisiert. Die Bauausführung erfordert eine kontinuierliche Dokumentation des Baufortschritts, einschließlich aller Bauprotokolle, Mängelberichte, Abnahmeprotokolle und Leistungsnachweisen. Besonders wichtig sind die

Kontrolle und Dokumentation von Abweichungen von den ursprünglichen Planungen sowie die regelmäßige Qualitäts- und Kostenkontrolle. Laut ÖNORM ist es unabdingbar, dass alle Änderungen, die während der Bauausführung vorgenommen werden, dokumentiert und mit den Projektbeteiligten abgestimmt werden, um eine lückenlose Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

Dokumentationsanforderung: Lückenlose Erfassung des Baufortschritts, Mängeldokumentation und Nachweise zur Erfüllung der vertraglichen Leistungen. [14, S. 17-21]

Phase 5: Abschluss

In der Abschlussphase erfolgt die formale Fertigstellung des Projekts. Dies umfasst die Bauabnahme, die Schlussabrechnung und die Übergabe der Dokumentation an den Bauherrn. Alle während des Projekts entstandenen Dokumente, insbesondere Prüfberichte, Abnahmeprotokolle und Schlussrechnungen, sind geordnet und müssen archiviert werden, um eine transparente Abwicklung des Projekts zu gewährleisten.

Dokumentationsanforderung: Erstellung und Archivierung aller relevanten Abschlussdokumente, Übergabe der vollständigen Dokumentation an den Auftraggeber. [14, S. 37-38]

Durch den gesamten Projektzyklus hindurch ist der Dokumentationsaufwand gemäß den Anforderungen der ÖNORM B 1801-1 und B 2110 umfangreich. Er spielt eine zentrale Rolle im Qualitätsmanagement, sowohl für die Transparenz als auch für die Nachverfolgbarkeit aller Projektentscheidungen und -fortschritte.

2.3 Dokumentation im Hochbau

In Österreich gibt es eine Vielzahl von rechtlichen Vorgaben und Normen, welche die Dokumentation auf Baustellen regeln. Diese Regelungen zielen darauf ab, die Sicherheit und Qualität auf Baustellen zu gewährleisten, die Einhaltung von Vorschriften sicherzustellen und eine rechtssichere Dokumentation zu ermöglichen. Zu den wesentlichen Normen und gesetzlichen Grundlagen gehören:

- ÖNORM A 2063
- ÖNORM B 2110
- Bauarbeiterschutverordnung
- Bauarbeitenkoordinationsgesetz
- ArbeitnehmerInnenschutzgesetz
- ÖNORM A 6250
- CSRD-Richtlinie

Neben den gesetzlichen Anforderungen und Normen existieren auch vertragliche Verpflichtungen zwischen Bauherren, Auftragnehmern und weiteren Projektbeteiligten, welche eine detaillierte Dokumentation der Bauausführung und Abweichungen vom Bauablauf

vorsehen. Diese werden oft im Bauvertrag explizit geregelt und können die gesetzlichen bzw. normativen Anforderungen ergänzen.

2.3.1 Normative und gesetzliche Vorgaben

ÖNORM A 2063 – Datenaustausch in der Bauwirtschaft

Die ÖNORM A 2063, insbesondere die Teile A 2063-1 und A 2063-2, regelt den Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA). Diese Norm beschreibt, welche Informationen und Dokumente in der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung eines Bauprojekts erfasst, gespeichert und ausgetauscht werden müssen, insbesondere im Kontext mit elektronisch gestützten Prozessen wie Building Information Modeling (BIM). Dies umfasst sowohl die Struktur der Leistungsbeschreibungen als auch die Verwaltung und Dokumentation von Abrechnungsdaten.

Dokumentationsanforderungen nach ÖNORM A 2063:

- **Leistungsbeschreibung (LB):** Eine der zentralen Dokumentationsanforderungen ist die Erstellung einer Leistungsbeschreibung (LB), die klar definiert, welche Leistungen im Rahmen des Bauprojekts zu erbringen sind. Diese muss strukturiert, nachvollziehbar und vollständig dokumentiert werden. Die LB umfasst Kenndaten, Vorbemerkungen, Positionen sowie Kommentare und kann zusätzlich durch Grafiken ergänzt werden.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber.

Bauphase: Vorbereitung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Gilt für alle Bauprojekte, die elektronisch unterstützt abgewickelt werden, insbesondere in BIM-Projekten. [15, S. 8-12]

- **Leistungsverzeichnis (LV):** Das Leistungsverzeichnis (LV) stellt eine detaillierte Beschreibung der zu erbringenden Bauleistungen dar. Es dient als Grundlage für die Angebotslegung und enthält spezifische Angaben zu den Mengen und Preisen der Bauleistungen. Für jedes LV müssen Kenndaten wie Bezeichnung, Versionsnummer und Status (Entwurf oder freigegeben) dokumentiert werden.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber.

Bauphase: Ausführungsvorbereitung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Gilt für alle Bauprojekte, die ein Leistungsverzeichnis anwenden, unabhängig von ihrer Größe oder Komplexität. [15, S. 13-20]

- **Mengenermittlung und Rechnungslegung:** Die Norm regelt ebenfalls den Ablauf der Mengenermittlung und die Anforderungen an die Rechnungslegung. Mengen und Rechnungen müssen detailliert und transparent dokumentiert werden, um eine lückenlose Nachverfolgbarkeit zu gewährleisten. Dazu gehört auch die Erstellung von Abrechnungs-Leistungsverzeichnissen (Abrechnungs-LV), die auf den Vertrags-LVs basieren und die Abrechnung der tatsächlich erbrachten Leistungen festhalten.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber und Auftragnehmer (Mengenermittlung); Auftragnehmer (Rechnungslegung); Auftraggeber (Prüfung).

Bauphase: Ausführung und Abschluss.

Häufigkeit: Regelmäßig.

Geltungsbereich: Gilt für alle Projekte, bei denen eine Mengenermittlung und Rechnungslegung erforderlich ist. [15, S. 21-24]

- **BIM und digitale Bauwerksmodelle:** Teil 2 der Norm (A 2063-2) erweitert die Anforderungen an BIM und legt fest, dass Bauwerksdaten in einem digitalen Bauwerksmodell (IFC-Modell) erfasst werden müssen. Die Industry Foundation Classes (IFC) sind ein offener Standard für den softwareunabhängigen Austausch von Gebäudedatenmodellen im Bauwesen und dienen als generisches Format zur Darstellung von Geometrie und Daten innerhalb eines BIM-Modells [16, S. 4]. Dieses Modell soll die Grundlage für die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung bilden. Die Norm verlangt die Dokumentation von AVA-Elementen, die alle für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen und Kostenberechnungen notwendigen Informationen enthalten.

Dokumentationspflicht: Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber, Auftragnehmer und Fachplanern.

Bauphase: Alle Bauphasen.

Häufigkeit: Kontinuierlich.

Geltungsbereich: Gilt für Bauprojekte, die auf der Grundlage von BIM-Modellen abgewickelt werden. [17, S. 24-26]

Die ÖNORM A 2063 fordert eine strukturierte und detaillierte Dokumentation aller relevanten Projektphasen. Dies betrifft die Leistungsbeschreibungen, die Erstellung und Pflege der Leistungsverzeichnisse sowie die korrekte Mengenermittlung und Abrechnung. Insbesondere bei der Verwendung von BIM müssen digitale Bauwerksmodelle im IFC-Format erstellt und kontinuierlich aktualisiert werden, um eine durchgehende Transparenz sowie eine lückenlose Nachvollziehbarkeit im gesamten Projektzyklus zu gewährleisten.

Diese Dokumentationsanforderungen sollen sicherstellen, dass alle beteiligten Parteien (Planer, Auftragnehmer, Auftraggeber) jederzeit Zugang zu den relevanten Daten haben und alle Projektphasen lückenlos dokumentiert werden.

ÖNORM B 2110 - Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen

Die ÖNORM B 2110 regelt die allgemeinen Vertragsbestimmungen für Bauleistungen in Österreich und legt fest, wie Bauprojekte hinsichtlich Planung, Ausführung, Dokumentation und Abrechnung durchgeführt werden müssen. Diese Norm beschreibt dabei die wesentlichen Anforderungen an die Dokumentation in verschiedenen Projektphasen, um die ordnungsgemäße Durchführung eines Bauvorhabens sicherzustellen und eine klare Nachvollziehbarkeit der erbrachten Leistungen zu gewährleisten.

Dokumentationsanforderungen nach ÖNORM B 2110:

- **Leistungsbeschreibung:** Abschnitt 4.2.1 der Norm legt fest, dass die Leistungsbeschreibung und das Ausmaß der Bauarbeiten vollständig erfasst und dokumentiert werden müssen. Die Leistungsbeschreibung ist so zu strukturieren, dass Leistungen gleicher Art und Preisbildung in einer Position zusammengefasst werden. Dies dient der Klarheit und Nachvollziehbarkeit der abzurechnenden Leistungen.
Dokumentationspflicht: Auftraggeber.
Bauphase: Vorbereitung.
Häufigkeit: Einmalig.
Geltungsbereich: Gilt für alle Bauprojekte, die unter die Vertragsbedingungen der ÖNORM B 2110 fallen. [14, S. 10]
- **Pläne, Zeichnungen und technische Berichte:** In Abschnitt 4.2.4 wird festgelegt, dass alle Pläne, Zeichnungen, Baubeschreibungen und technischen Berichte, die Grundlage des Leistungsverzeichnisses oder Angebots sind, auf Übereinstimmung geprüft und dokumentiert werden müssen. Dabei ist auf etwaige Abweichungen hinzuweisen, um eine konsistente Informationsbasis für alle Beteiligten zu gewährleisten.
Dokumentationspflicht: Auftraggeber.
Bauphase: Planung und Ausführungsvorbereitung.
Häufigkeit: Kontinuierlich.
Geltungsbereich: Gilt insbesondere für größere und technisch komplexere Bauvorhaben. [14, S. 12]
- **Bautagesberichte und Baubuchführung:** In Abschnitt 4.2.2 wird festgelegt, dass der Auftragnehmer während der Bauausführung Bautagesberichte führen muss, welche den täglichen Baufortschritt sowie besondere Vorkommnisse dokumentieren. Der Auftraggeber hingegen führt ein Baubuch, in welchem alle relevanten Informationen über den Baufortschritt festgehalten werden.
Dokumentationspflicht: Auftragnehmer (Bautagesberichte), Auftraggeber (Baubuch).
Bauphase: Ausführung.
Häufigkeit: Täglich.
Geltungsbereich: Gilt für alle Bauprojekte. [14, S. 11]
- **Dokumentation der Leistungserbringung:** Abschnitt 6.2.7 schreibt vor, dass während der Leistungserbringung alle Arbeiten und Abweichungen von den ursprünglichen Planungen dokumentiert und dem Auftraggeber gemeldet werden müssen. Diese kontinuierliche Dokumentation ist notwendig, um spätere Abrechnungen und die Abnahme der Bauleistungen zu ermöglichen.
Dokumentationspflicht: Auftragnehmer (Rechnungen), Auftraggeber (Prüfung).
Bauphase: Ausführungs- und Abschlussphase.
Häufigkeit: Regelmäßig.
Geltungsbereich: Gilt für alle Bauprojekte, die eine detaillierte Erfassung der erbrachten Leistungen für Abrechnungen und Abnahmen erfordern. [14, S. 20]

- **Rechnungslegung und Abrechnung:** Abschnitt 8.3 der Norm regelt die Anforderungen an die Rechnungslegung. Alle erbrachten Leistungen müssen gemäß den vereinbarten Vertragsbedingungen dokumentiert werden, einschließlich Mengenberechnungen und Preisen. Dies betrifft sowohl die Erstellung von Abschlagsrechnungen als auch die Schlussabrechnung.

Dokumentationsanforderung: Jede Rechnung muss detailliert und klar strukturiert sein, um eine transparente Abrechnung der erbrachten Leistungen zu gewährleisten.

Bauphase: Ausführungs- und Abschlussphase.

Dokumentationspflicht: Auftragnehmer, Prüfung durch Auftraggeber.

Häufigkeit: Regelmäßig, je nach Vertrag und Baufortschritt.

Geltungsbereich: Gilt für alle Bauprojekte. [14, S. 32-33]

Die ÖNORM B 2110 stellt klare Anforderungen an die umfassende Dokumentation von Bauprojekten in allen Phasen, um eine reibungslose Durchführung sowie eine transparente Abrechnung zu gewährleisten. Besonders hervorgehoben werden die Führung von Bautagesberichten, die detaillierte Erfassung der Leistungserbringung und die strukturierte Abrechnung.

Bauarbeiterschutzverordnung (BauV)

Die Bauarbeiterschutzverordnung (BauV) in Österreich legt die Vorschriften zum Schutz der Gesundheit und Sicherheit von Arbeitnehmern auf kurzfristigen Bauvorhaben und kleineren Projekten fest. Sie bezieht sich auf alle Aspekte der Arbeitssicherheit, von der Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstung bis hin zu den Anforderungen an Arbeitsplätze, Verkehrswege und die Dokumentation auf Baustellen.

Dokumentationsanforderungen nach der Bauarbeiterschutzverordnung:

- **Meldung von Bauarbeiten (§ 3):** Die BauV schreibt vor, dass Bauarbeiten, die länger als fünf Tage dauern, vor Beginn der Arbeiten gemeldet werden müssen. Diese Meldung muss alle relevanten Informationen enthalten, wie z. B. Lage, Art der Arbeiten, Anzahl der Arbeitnehmer und Aufsichtspersonen. Diese Informationen müssen dokumentiert und der zuständigen Arbeitsinspektion nachweislich vorgelegt werden.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführungsvorbereitung.

Häufigkeit: Einmalig, vor der Ausführung.

Geltungsbereich: Gilt für alle Baustellen, auf denen Bauarbeiten länger als fünf Tage andauern. [4, S. 6]

- **Aufsicht und Koordination (§ 4):** Alle Bauarbeiten müssen unter der Aufsicht einer geeigneten Aufsichtsperson durchgeführt werden. Wenn mehrere Unternehmen auf einer Baustelle arbeiten, müssen die Arbeitgeber gemeinsam sicherstellen, dass die Sicherheitsmaßnahmen und der Gesundheitsschutz koordiniert und dokumentiert werden. Dies beinhaltet auch die Benennung eines Baukoordinators, dessen Anweisungen zu befolgen sind.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführung.

Häufigkeit: Kontinuierlich.

Geltungsbereich: Gilt für alle Baustellen, auf denen mehrere Unternehmen tätig sind. [4, S. 4]

- **Gefahrenbeurteilung und Arbeitsanweisungen (§ 5):** Für Arbeiten mit besonderen Gefahren, wie z. B. bei Arbeiten in Schächten, auf Dächern oder bei Erdarbeiten, müssen schriftliche Arbeitsanweisungen und Gefahrenbeurteilungen erstellt werden. Diese sind besonders wichtig, um sicherzustellen, dass nur qualifizierte und geschulte Personen für diese Arbeiten eingesetzt werden.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführungsvorbereitung und Ausführung.

Häufigkeit: Einmalig vor Beginn gefährlicher Arbeiten.

Geltungsbereich: Gilt für alle Baustellen, auf denen Arbeiten mit besonderen Gefahren durchgeführt werden. [4, S. 6]

- **Erste-Hilfe-Leistungen (§ 31):** Für die Erste-Hilfe-Versorgung auf Baustellen müssen Erste-Hilfe-Maßnahmen dokumentiert werden. Dazu gehören die Benennung und Schulung von Ersthelfern sowie die regelmäßige Überprüfung der Erste-Hilfe-Ausstattung.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführung.

Häufigkeit: Regelmäßig, mindestens jährlich für Erste-Hilfe-Materialien.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, unabhängig von ihrer Größe. [4, S. 15]

Die Bauarbeiterschutverordnung schreibt eine detaillierte Dokumentation der Sicherheitsmaßnahmen auf Baustellen vor, um die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer zu gewährleisten. Von der Bauanmeldung über die Koordination der Sicherheitsmaßnahmen bis hin zur regelmäßigen Überprüfung der Sicherheitsmaßnahmen müssen alle relevanten Informationen dokumentiert werden. Diese Dokumentationspflichten sind entscheidend, um den gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen und den Schutz der Arbeitnehmer sicherzustellen.

Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG)

Das Bauarbeitenkoordinationsgesetz (BauKG) regelt die Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordination auf großen Baustellen mit komplexen Sicherheitsanforderungen in Österreich. Es richtet sich primär an den Bauherrn und stellt sicher, dass alle am Bauprojekt beteiligten Unternehmen geeignete Maßnahmen ergreifen, Gefahren frühzeitig erkennen und vermeiden. Das Gesetz schreibt die Benennung von Planungs- und Baustellenkoordinatoren vor, die für die Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen verantwortlich sind, und fordert die Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplans (SiGePlan).

Dokumentationsanforderungen nach dem Bauarbeitenkoordinationsgesetz:

- **Vorankündigung an das Arbeitsinspektorat (§ 3):** Gemäß dem BauKG ist der Bauherr verpflichtet, eine Vorankündigung für das Bauvorhaben an das zuständige Arbeitsinspektorat zu senden. Diese muss wesentliche Angaben über das Bauvorhaben enthalten, wie etwa Art, Lage und Dauer der Bauarbeiten, sofern es sich nicht um ein Kleinbauvorhaben handelt.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber.

Bauphase: Ausführungsvorbereitung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Erforderlich für größere Bauprojekte mit mehr als 500 Personentagen (Baudauer \times Anzahl der Personen auf der Baustelle) oder Bauvorhaben mit besonderen Gefährdungen (z. B. Sprengarbeiten, Arbeiten in großer Höhe). [18, S. 2]

- **Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGePlan) (§ 4):** Für größere Bauvorhaben muss ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGePlan) erstellt werden. Dieser Plan enthält die wesentlichen Angaben zu der Baustelle, den Arbeiten und den erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen. Der Bauherr hat sicherzustellen, dass der SiGePlan von einem Planungs Koordinator erstellt und regelmäßig aktualisiert wird.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber (Planungs Koordinator).

Bauphase: Ausführungsvorbereitung und Ausführung.

Häufigkeit: Kontinuierlich.

Geltungsbereich: Erforderlich für größere Bauprojekte mit mehr als 500 Personentagen oder Bauvorhaben mit besonderen Gefährdungen. [18, S. 4]

- **Unterlage für spätere Arbeiten (§ 5):** Der Bauherr ist verpflichtet, eine Unterlage für spätere Arbeiten erstellen zu lassen. Diese enthält Angaben über Sicherheitsmaßnahmen und bauliche Einrichtungen, die bei der späteren Nutzung, Instandhaltung oder einem Umbau relevant sind. Diese Unterlage muss von einem Planungs Koordinator erstellt werden und konkret auf die verwendeten Baustoffe und technischen Einrichtungen eingehen.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber.

Bauphase: Abschluss.

Häufigkeit: Einmalig, am Ende des Projekts.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, unabhängig von der Größe. [18, S. 4]

- **Baustellenkoordinator und Koordination (§ 6):** Auf Baustellen, auf denen mehrere Unternehmen tätig sind, muss ein Baustellenkoordinator benannt werden. Dieser ist für die Koordination der Arbeitsschutzmaßnahmen zwischen den Unternehmen verantwortlich und stellt sicher, dass alle Arbeitnehmer über potenzielle Gefahren informiert sind. Der Baustellenkoordinator passt den SiGePlan den Gegebenheiten an und überwacht die ordnungsgemäße Umsetzung der Maßnahmen.

Dokumentationspflicht: Auftraggeber (Baustellenkoordinator).

Bauphase: Ausführung.

Häufigkeit: Kontinuierlich.

Geltungsbereich: Sobald mehrere Unternehmen auf der Baustelle tätig sind. [18, S. 5]
Das Bauarbeitenkoordinationsgesetz legt klare Dokumentationsanforderungen für Bauprojekte fest, insbesondere in Bezug auf die Meldung von Bauvorhaben, die Erstellung und Aktualisierung des SiGePlans und die Dokumentation der Sicherheitsmaßnahmen. Diese Anforderungen gewährleisten die Sicherheit der Arbeitnehmer auf Baustellen und stellen sicher, dass Gefahren frühzeitig erkannt und beseitigt werden.

ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG)

Das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) regelt die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz von ArbeitnehmerInnen in Österreich. Es stellt sicher, dass Arbeitgeber Maßnahmen ergreifen, um die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer zu gewährleisten, und definiert detaillierte Dokumentationspflichten.

Dokumentationsanforderungen nach dem Arbeitnehmerschutzgesetz:

- **Arbeitsplatzevaluierung (§ 4, § 5):** Arbeitgeber sind verpflichtet, alle Gefahren am Arbeitsplatz zu ermitteln und zu bewerten. Diese Arbeitsplatzevaluierung muss schriftlich dokumentiert werden. Die Ergebnisse der Evaluierung sowie die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen müssen in einem Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument festgehalten werden, das regelmäßig zu aktualisieren ist.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführungsvorbereitung und Ausführung.

Häufigkeit: Regelmäßig.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, unabhängig von der Größe. [19, S. 11]

- **Unterweisungen der Arbeitnehmer (§ 12, § 14):** Arbeitnehmer müssen über Sicherheits- und Gesundheitsgefahren sowie über die Maßnahmen zur Vermeidung von Risiken informiert und unterwiesen werden. Diese Unterweisungen müssen regelmäßig sowie nachweisbar erfolgen.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführung.

Häufigkeit: Regelmäßig.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, unabhängig von der Größe. [19, S. 13]

- **Prüfung von Arbeitsmitteln (§ 37, § 38):** Bestimmte Arbeitsmittel müssen in regelmäßigen Abständen durch fachkundige Personen geprüft werden. Diese Prüfungen müssen dokumentiert und eventuelle Mängel behoben werden, bevor die Arbeitsmittel wieder verwendet werden dürfen.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführung.

Häufigkeit: Regelmäßig gemäß den gesetzlichen Vorgaben oder den Herstellerangaben.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, unabhängig von der Größe. [19, S. 8]

- **Eignungs- und Folgeuntersuchungen (§ 49, § 58):** Arbeitnehmer, die Tätigkeiten mit erhöhtem Gefährdungspotential ausüben, müssen vor Arbeitsbeginn und in regelmäßigen Abständen ärztlichen Eignungs- und Folgeuntersuchungen unterzogen werden. Beispiele solcher Gefährdungen sind Arbeiten mit Gefahrstoffen (wie Asbest oder Chemikalien), Tätigkeiten in großen Höhen, Lärmexposition, Arbeiten unter extremen Temperaturen sowie das Bedienen schwerer Maschinen. Diese Untersuchungen sollen sicherstellen, dass die Arbeitnehmer gesundheitlich in der Lage sind, diese Tätigkeiten ohne Gefährdung ihrer Gesundheit auszuführen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen müssen dokumentiert und regelmäßig aktualisiert werden.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführungsvorbereitung und Ausführung.

Häufigkeit: Regelmäßig, gemäß den spezifischen Anforderungen der Tätigkeit.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, auf denen Arbeiten mit erhöhtem Gefährdungspotential durchgeführt werden. [19, S. 28]

- **Meldungen von Arbeitsunfällen und gefährlichen Arbeitsstoffen (§ 98, § 42):** Tödliche sowie schwere Arbeitsunfälle müssen dem Arbeitsinspektorat gemeldet werden. Auch die Verwendung gefährlicher Arbeitsstoffe, insbesondere krebserregender oder erbgutverändernder Stoffe, muss gemeldet werden.

Dokumentationspflicht: Arbeitgeber.

Bauphase: Ausführung.

Häufigkeit: Bei jedem Unfall oder beim Einsatz gefährlicher Stoffe.

Geltungsbereich: Alle Baustellen, unabhängig von der Größe.[19, S. 38]

Das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) legt klare Dokumentationsanforderungen für die Sicherheit und Gesundheit der ArbeitnehmerInnen fest. Besonders die Arbeitsplatzevaluierung, regelmäßige Unterweisungen, Prüfungen von Arbeitsmitteln, Eignungsuntersuchungen und Meldungen von Arbeitsunfällen müssen umfassend dokumentiert werden, um die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zu gewährleisten.

ÖNORM A 6250- Aufnahme und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen

Die ÖNORM A 6250 beschreibt Anforderungen an die Aufnahme und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen und ist in zwei Teile gegliedert: Teil 1 behandelt die Bestandsaufnahme im Allgemeinen, während Teil 2 speziell die denkmalgeschützten Objekten behandelt.

Dokumentationsanforderungen nach ÖNORM A 6250:

- **Bestandsaufnahme von Bauwerken und Außenanlagen (Teil 1):** Die Bestandsaufnahme erfordert die Erfassung und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen in verschiedenen Formaten, Aufmaßunterlagen, Skizzen, Listen, Fotos und Scandokumenten. Die Anforderungen an die Messtechnik, die Fotodokumentation sowie die Formate für die Ablieferung der Dokumentationen sind klar definiert.

Dokumentationspflicht: Auftragnehmer.

Bauphase: Vorbereitung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Alle Bauprojekte.[20, S. 5]

- **Fotodokumentation (Teil 1):** Eine Fotodokumentation muss im Rahmen der Bestandsaufnahme angefertigt werden. Diese umfasst mindestens ein Foto je relevantem Objekt (z. B. Panoramaaufnahme, Gebäudeansichten, Straßen, Parkplätze, Technische Anlagen, etc.). Die Fotos müssen fortlaufend nummeriert und die Aufnahmeposition sowie Aufnahmerichtung eindeutig dokumentiert werden, um sie im Plan eindeutig zuordnen zu können.

Dokumentationspflicht: Auftragnehmer.

Bauphase: Vorbereitung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Alle Bauprojekte.[20, S. 9]

- **Bestands- und Bauaufnahme von denkmalgeschützten Objekten (Teil 2):** Bei der Dokumentation von denkmalgeschützten Objekten sind zusätzlich spezifische Methoden und Verfahren anzuwenden. Hierzu gehören Messverfahren wie Tachymetrie, Photogrammetrie und 3D-Scanning, die je nach Objekt und Aufnahmeanforderung kombiniert werden können. Auch eine porträtierende Darstellung von Architekturdetails kann erforderlich sein.

Dokumentationspflicht: Auftragnehmer.

Bauphase: Vorbereitung und Planung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Denkmalgeschützte Bauwerke. [21, S. 5-10]

- **Aufnahmedichte und Messgenauigkeit (Teil 1 und 2):** Die Aufnahmedichte gibt den Detaillierungsgrad der Bestandsaufnahme an. Diese definieren die Dichtegrade und die Messgenauigkeit beispielsweise maximal 10 mm bei einer Standard-Aufnahmedichte.

Dokumentationspflicht: Auftragnehmer.

Bauphase: Vorbereitung- und Planung.

Häufigkeit: Einmalig.

Geltungsbereich: Alle Bauprojekte. [20, S. 4-6]

Die ÖNORM A 6250 legt umfassende Anforderungen an die Dokumentation von Bauwerken fest. Dies betrifft sowohl die Aufnahme von Bestandsdaten in verschiedenen Formaten als auch die Erstellung von Fotodokumentationen und die Einhaltung von spezifischen Messmethoden. Besonders bei denkmalgeschützten Objekten sind präzise und detaillierte Dokumentationsprozesse gefordert. Alle Dokumentationen müssen strukturiert, genau und nachvollziehbar erstellt und in einem festgelegten Format an den Auftraggeber übergeben werden.

CSRD – Corporate Sustainability Reporting Directive

Die CSRD ist ein zentrales Element der EU-Nachhaltigkeitsstrategie und definiert Anforderungen an die Berichterstattung über Nachhaltigkeitsthemen für eine breite Gruppe von Unternehmen. Ziel der CSRD ist es, Unternehmen zur Offenlegung von Informationen zu verpflichten, die ihre ESG-Leistungen betreffen, um Transparenz zu schaffen und Greenwashing zu verhindern. Neben den ESG-Anforderungen enthält die CSRD auch Vorgaben zur Offenlegung im Rahmen der EU-Taxonomieverordnung. Unternehmen müssen somit zusätzlich darlegen, in welchem Umfang ihre wirtschaftlichen Aktivitäten den in der Taxonomieverordnung festgelegten Kriterien für ökologische Nachhaltigkeit entsprechen. Diese Verknüpfung soll sicherstellen, dass die Berichterstattung nicht nur qualitative Informationen bietet, sondern auch konkrete Daten zur Übereinstimmung mit den EU-Umweltzielen bereitstellt. Auf diese Weise fördert die CSRD die Einhaltung der EU-Klimaziele, stärkt die Berichterstattungspflichten im Bereich der nachhaltigen Wirtschaft und unterstützt die Transparenz in Bezug auf ökologisch nachhaltige Investitionen.

Dokumentationsanforderungen gemäß CSRD:

- **Berichtspflichten für Unternehmen:** Unternehmen, die der CSRD unterliegen (siehe *Abschnitt 2.1.3*), müssen seit dem Geschäftsjahr 2024 jährlich ihre ESG-Aktivitäten im Lagebericht oder in einem gesonderten Nachhaltigkeitsbericht offenlegen. Diese Berichte beinhalten detaillierte Informationen zu Umwelt-, Sozial- und Governance-Themen (ESG). Dazu gehören z. B. CO₂-Emissionen, Energieverbrauch, Arbeitsbedingungen, soziale Gerechtigkeit und Maßnahmen zur Korruptionsbekämpfung. Die Berichterstattung erfolgt gemäß den European Sustainability Reporting Standards (ESRS), um eine transparente Darstellung des Beitrags der Unternehmen zu den ESG-Zielen und der Taxonomiekonformität zu gewährleisten.

Dokumentationspflicht: Unternehmen, die der CSRD unterliegen.

Bauphase: Bauphasenunabhängig.

Häufigkeit: Jährlich, ab 2024.

Geltungsbereich: Unternehmen, die der CSRD unterliegen. [9, S. 4, 10, S. 19-23]

- **Nachhaltigkeitskennzahlen (KPIs):** Unternehmen müssen spezifische Leistungskennzahlen (Key Performance Indicators, KPIs) zur Bewertung ihrer nachhaltigen Wirtschaftstätigkeiten erfassen. Diese KPIs decken sowohl ökologische, soziale als auch Governance-Aspekte ab. Im Einklang mit den Anforderungen der EU-Taxonomieverordnung müssen Unternehmen zudem offenlegen, wie viel Prozent ihrer Umsätze und Investitionen zu den Umweltzielen der EU beitragen. Die Dokumentation dieser Kennzahlen erfolgt in einem standardisierten Format, um die Fortschritte im Bereich der Nachhaltigkeit messbar zu machen und die Einhaltung der EU-Ziele zu belegen.

Dokumentationspflicht: Unternehmen, die der CSRD unterliegen.

Bauphase: Bauphasenunabhängig.

Häufigkeit: Jährlich.

Geltungsbereich: Unternehmen, die der CSRD unterliegen. [9, 10, S. 20-22]

- **Technische Berichtsanforderungen:** Unternehmen müssen sicherstellen, dass ihre Berichterstattung den technischen Anforderungen der ESRS (siehe *Abschnitt 2.1.5*) entspricht. Dies umfasst die doppelte Wesentlichkeitsanalyse, bei der sowohl die Auswirkungen von ESG-Faktoren auf das Unternehmen als auch die Auswirkungen des Unternehmens auf ESG-Faktoren berücksichtigt werden. Gleichzeitig müssen Unternehmen im Rahmen der Taxonomieverordnung detailliert dokumentieren, inwieweit ihre Maßnahmen zu den EU-Umweltzielen beitragen und dass keine wesentlichen Beeinträchtigungen für andere Umweltziele (DNSH-Kriterien) entstehen.

Dokumentationspflicht: Unternehmen, die der CSRD unterliegen.

Bauphase: Bauphasenunabhängig.

Häufigkeit: Jährlich.

Geltungsbereich: Unternehmen, die der CSRD unterliegen. [9, S. 6, 10, S. 23-25]

- **Offenlegung von sozialen Mindestkriterien:** Neben den Umweltzielen müssen Unternehmen gemäß CSRD auch soziale Mindestanforderungen erfüllen. Diese umfassen menschenwürdige Arbeitsbedingungen, die Einhaltung von Menschenrechten und die Förderung sozialer Gerechtigkeit. Unternehmen müssen diese Kriterien dokumentieren und in ihren Berichten offenlegen, um sicherzustellen, dass ihre Geschäftsaktivitäten mit internationalen Leitlinien wie den UN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte übereinstimmen. Diese Vorgaben sind sowohl für die CSRD als auch für die EU-Taxonomieverordnung relevant, da sie die soziale Dimension nachhaltigen Wirtschaftens betonen.

Dokumentationspflicht: Unternehmen, die der CSRD unterliegen.

Bauphase: Bauphasenunabhängig.

Häufigkeit: Jährlich.

Geltungsbereich: Unternehmen, die der CSRD unterliegen. [7, S. 26, 10, S. 27-28]

Die CSRD verlangt von Unternehmen eine umfangreiche Dokumentation ihrer ESG-Aktivitäten, einschließlich der Offenlegung von Kennzahlen, die die Nachhaltigkeitsleistung widerspiegeln. Die Verknüpfung mit der EU-Taxonomieverordnung verstärkt diese Anforderungen, da Unternehmen verpflichtet sind, zusätzlich offenzulegen, inwieweit ihre Aktivitäten den Umweltzielen der EU entsprechen. Unternehmen müssen sicherstellen, dass ihre Berichte den technischen Standards der ESRS und den Vorgaben der Taxonomieverordnung entsprechen und alle relevanten Informationen zu Umwelt- und Sozialkriterien enthalten.

Zusammenfassung

Die *Tabelle 2.2* bietet einen umfassenden Überblick über die zuvor erläuterten Gesetze, Normen und Vorschriften, welche die Dokumentationspflichten auf österreichischen Baustellen regeln. Sie umfasst sowohl allgemeine Vorgaben, welche für alle Bauprojekte gelten, als auch spezifische Anforderungen, welche je nach Art des Vorhabens und der Beteiligung unterschiedlicher Akteure variieren können. Diese Übersicht dient dazu, die gesetzlichen bzw. normativen Rahmenbedingungen und Empfehlungen sowie die erforderlichen Dokumentationsfrequenzen übersichtlich darzustellen, um eine rechtssichere und ordnungsgemäße Projektdurchführung zu gewährleisten. Die *Tabelle 2.1* beinhaltet die Erläuterungen zu den in der *Tabelle 2.2* verwendeten Abkürzungen und Begrifflichkeiten.

Tabelle 2.1: Abkürzungen und Begrifflichkeiten zur Tabelle 2.2

Abkürzungen:	
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
ABG	Arbeitgeber
Bauphase 1	Vorbereitung
Bauphase 2	Planung
Bauphase 3	Ausführungsvorbereitung
Bauphase 4	Ausführung
Bauphase 5	Abschluss
BauV	Bauarbeiterschutverordnung
BauKG	Baustellenkoordinationsgesetz
ASchG	Arbeitnehmerschutzgesetz
BIM	Building Information Modeling
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
NFRD	Non-Financial Reporting Directive
SiGePlan	Sicherheits und Gesundheitsplan
ESRS	European Sustainability Reporting Standards

Tabelle 2.2: Dokumentationspflichten auf österreichischen Baustellen

Dokumentationspflichten auf österreichischen Baustellen												
Nr.	Dokument	Vorgabe/Norm	Frequenz	Dokumentationspflicht			Bauphasen					Geltungsbereich
				AG	AN	ABG	1	2	3	4	5	
1	Leistungsbeschreibung	ÖNORM A 2063-1 ÖNORM B 2110	einmalig pro Auftrag	x			x					alle elektronisch unterstützt abgewickelte Bauprojekte
2	Leistungsverzeichnis	ÖNORM A 2063-1	einmalig pro Auftrag	x				x	x			wenn ÖNORM B 2110 vereinbart wenn Leistungsverzeichnis gefordert
3	Mengenermittlung für Abrechnung Dokumentation der Leistungserbringung	ÖNORM A 2063-1 ÖNORM B 2110	einmalig	Prüfung	x					x	x	alle Bauprojekte, außer es ist anders vereinbart
4	Rechnungslegung	ÖNORM A 2063-1 ÖNORM B 2110	regelmäßig	Prüfung	x					x	x	alle Bauprojekte
5	BIM und digitale Bauwerksmodelle	ÖNORM A 2063-2	kontinuierlich		x		x	x	x	x	x	wenn BIM gefordert
6	Pläne, Zeichnungen und technische Berichte	ÖNORM B 2110	kontinuierlich	x			x					alle Bauprojekte
7	Bautagesbericht	ÖNORM B 2110	kontinuierlich		x					x		alle Bauprojekte
8	Baubuch	ÖNORM B 2110	kontinuierlich	x						x		alle Bauprojekte
9	Meldung der Bauarbeiten	BauV	einmalig			x			x			wenn arbeiten länger als 5 Tage dauern
10	Aufsicht und Koordination	BauV	kontinuierlich			x				x		sobald mehrere Unternehmen auf der Baustelle tätig sind
11	Gefahrenbeurteilung und Arbeitsanweisungen	BauV	einmalig			x			x	x		Bauprojekte mit besonderen Gefahren
12	Erste Hilfe Leistungen	BauV	min. 1 x Jährlich			x				x		alle Bauprojekte
13	Vorankündigung an das Arbeitsinspektorat	BauKG	einmalig	x			x					> 500 Personentage
14	SiGePlan	BauKG	kontinuierlich	x					x	x		> 500 Personentagen
15	Unterlage für spätere Arbeiten	BauKG	einmalig	x							x	alle Bauprojekte
16	Baustellenkoordinator und Koordination	BauKG	kontinuierlich	x						x		sobald mehrere Unternehmen auf der Baustelle tätig sind
17	Arbeitsplatzevaluierung	ASchG	kontinuierlich			x			x	x		alle Bauprojekte
18	Unterweisung der Arbeitnehmer	ASchG	kontinuierlich			x				x		alle Bauprojekte
19	Prüfung von Arbeitsmitteln	ASchG	regelmäßig			x				x		alle Bauprojekte
20	Eignungs- und Folgeuntersuchungen	ASchG	regelmäßig			x			x	x		alle Baustellen mit erhöhten Gefährdungspotenzial
21	Meldungen von Arbeitsunfällen	ASchG	einmalig pro Unfall			x				x		alle Bauprojekte
22	Meldungen von gefährlichen Stoffen	ASchG	einmalig			x				x		bei Verwendung gefährlicher Stoffe
23	Bestandsaufnahme von Bauwerken und Außenanlagen	ÖNORM A 6250	einmalig		x		x					alle Bauprojekte
24	Fotodokumentation bei Bestandsaufnahme	ÖNORM A 6250	einmalig		x		x					alle Bauprojekte
25	Bestands- und Bauaufnahme von denkmalgeschützten Objekten	ÖNORM A 6250	einmalig		x		x					denkmalgeschützte Bauwerke
26	Aufnahmedichte und Messgenauigkeit	ÖNORM A 6250	einmalig		x		x					alle Bauprojekte
27	Nachhaltigkeitsbericht für Unternehmen	CSRD	jährlich		x							Unternehmen die unter CSRD oder NFRD fallen
28	Nachhaltigkeitskennzahlen (KPIs)	CSRD	jährlich		x							Unternehmen die unter CSRD oder NFRD fallen
29	Technische Bewertungskriterien gemäß ESRS	CSRD	jährlich		x							Unternehmen die unter CSRD oder NFRD fallen
30	Offenlegung von sozialen Mindestkriterien	CSRD	jährlich		x							Unternehmen die unter CSRD oder NFRD fallen

3 Dokumentationsunterlagen

Die zu untersuchende Dokumentation bildet das Herzstück dieser Masterarbeit. Ihre Qualität und insbesondere ihre Vollständigkeit ist entscheidend für eine erkenntnishafte Untersuchung. Nur mit einer guten Datengrundlage ist es möglich eine aussagekräftige Analyse durchzuführen und Optimierungspotenziale aufzuzeigen.

In diesem Abschnitt werden die Beschaffung der Unterlagen, die Bundesimmobiliengesellschaft (BIG), welche die Dokumentationen zur Verfügung gestellt hat, zwei Praxisbeispiele realer Baustellen sowie die Dokumentationsprozesse aus Bauherrensicht anhand der geltenden Dokumentationsrichtlinien vorgestellt. Zudem werden die jeweiligen Richtlinien analysiert und miteinander verglichen. Jedes Bauprojekt folgt dabei den spezifischen Vorgaben des Bauherrn, die den Umfang und die Inhalte der Dokumentation während des Bauvorhabens festlegen.

3.1 Unterlagenbeschaffung

Eine zentrale Herausforderung dieser Arbeit war die Beschaffung der Dokumentationsunterlagen. Das ursprüngliche Ziel bestand darin, die laufende Dokumentation bei Bauvorhaben zu analysieren und zu optimieren. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein vollständiger Einblick in die fortlaufende Dokumentation eines Bauwerks erforderlich. Dies umfasst insbesondere die Kommunikation zwischen den verschiedenen Verantwortlichkeiten, darunter Planung, Ausführung, Sicherheitsbeauftragte, Kalkulation, Bauherren usw.. Gerade an diesen Schnittstellen wird vermutet, dass relevante Informationen verloren gehen oder doppelt erfasst werden. So kann es beispielsweise vorkommen, dass in der Kalkulation Mengen neu ermittelt werden, obwohl diese bereits in der Ausführung berechnet wurden. Ebenso ist es möglich, dass die örtliche Bauaufsicht und der Sicherheitsbeauftragte parallel an denselben Problemen arbeiten, ohne voneinander zu wissen. Diese Annahmen basieren jedoch auf Vermutungen. Um solche Fragestellungen fundiert zu klären, ist eine vollständige und ungefilterte Dokumentation unerlässlich. Nur durch eine umfassende Analyse lassen sich zentrale Fragen beantworten – etwa welche Informationen doppelt dokumentiert werden oder an welchen Stellen Ineffizienzen aufgrund mangelnden Informationsflusses entstehen.

Alle befragten Bauunternehmen, Bauherren und Planungsfirmen haben die Notwendigkeit sowie den Mehrwert dieser Untersuchung anerkannt. Gleichzeitig räumten sie ein, dass die steigenden Dokumentationsanforderungen – und die Dokumentation bei Bauprojekten allgemein – einen erheblichen administrativen Aufwand darstellen. Zudem wurde bestätigt, dass in diesem Bereich Optimierungspotenziale bestehen.

Trotz der allgemeinen Einigkeit über die Relevanz dieser Arbeit erwies sich eine Zusammenarbeit in den meisten Fällen als nicht realisierbar. Ein zentrales Hindernis stellte der Datenschutz dar, ebenso wie die Sorge, internes Know-how an eine externe Partei weiterzugeben – selbst wenn es sich um eine wissenschaftliche Institution handelt und die Daten ausschließlich zu Forschungszwecken genutzt werden sollten.

Die Datenbeschaffung gestaltete sich insbesondere deshalb schwierig, weil der Datenschutz eine zentrale Rolle spielte. Aufgrund der großen Menge an Dokumenten wäre es kaum zumutbar, sämtliche personenbezogenen Daten manuell zu anonymisieren. Dadurch ließ es sich in vielen Fällen nicht vermeiden, Einblick in personenbezogene Informationen zu erhalten, auch wenn diese für die Arbeit nicht relevant sind. Darüber hinaus bestand die Befürchtung, dass durch die Offenlegung interner Kalkulationen und Prozessabläufe geschäftskritisches Know-how an Dritte gelangen könnte.

Die letztendlich für diese Arbeit zur Verfügung gestellten Unterlagen stammen von der Bundesimmobiliengesellschaft (BIG), einem österreichischen Bauträger mit umfangreicher Erfahrung in der Umsetzung von Großbaustellen. Die BIG verfügt über eine ausgereifte Dokumentationspraxis, die sich in ihren Dokumentationsrichtlinien widerspiegelt. Die Dokumentation umfasst alle nach Abschluss der Bauarbeiten relevanten Unterlagen (siehe *Abschnitt 5.1*) für die jeweiligen Baustellen. Dies beinhaltet sowohl die Dokumentationen der Bauherren als auch jene der ausführenden Unternehmen, Planer und Behörden.

Aufgrund der bestehenden Zusammenarbeit zwischen der Universität und der BIG besteht bereits ein gegenseitiges Vertrauen, dass die zur Verfügung gestellten Daten mit der erforderlichen Sorgfalt behandelt werden. Zwar war ein direkter Zugriff auf die laufende Dokumentation nicht möglich, jedoch wurde der Bereitstellung von Unterlagen zu zwei abgeschlossenen Bauprojekten und den jeweils geltenden Dokumentationsrichtlinien zu Forschungszwecken zugestimmt. Durch die Vorfilterung und die damit einhergehende Unvollständigkeit der Daten ergeben sich zwar gewisse Einschränkungen in der Analyse, dennoch lassen sich auf dieser Datengrundlage bereits fundierte Erkenntnisse gewinnen.

3.2 Unternehmen – Bundesimmobiliengesellschaft (BIG)

Die in dieser Masterarbeit untersuchten Bauprojekte stammen aus dem Portfolio der Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H. (BIG), einem der größten Immobilieneigentümer in Österreich. Die BIG, eine 100 %ige Tochtergesellschaft der Österreichischen Beteiligungs AG (ÖBAG), verwaltet über 2.000 Liegenschaften mit einer vermietbaren Fläche von rund 7,6 Millionen Quadratmetern. Zu ihrem Bestand gehören unter anderem Schulen, Universitäten und Spezialimmobilien, welche eine wesentliche Rolle für die öffentliche Infrastruktur spielen. [22]

Im Jahr 2023 investierte die BIG insgesamt 865,5 Millionen Euro in Bauprojekte und Instandhaltungsmaßnahmen, darunter Neubauten sowie Sanierungen bestehender Gebäude [23]. In den Jahren 2018 bis 2022 beliefen sich die Investitionen des BIG-Konzerns,

einschließlich der ARE Austrian Real Estate GmbH, welche eine Tochtergesellschaft der BIG ist, auf rund 4,5 Milliarden Euro. Diese umfassen eine breite Palette von Neubauten, Generalsanierungen und Instandhaltungsarbeiten. Aufgrund der kontinuierlich hohen Investitionen und der breiten Erfahrung im Bauwesen konnte die BIG über die Jahre fundiertes Know-how im Bereich der Bauprojektumsetzung aufbauen, das sich auch in den nachhaltigen und wirtschaftlichen Standards ihrer Projekte widerspiegelt [24].

Darüber hinaus setzt die BIG mit ihrem „Holistic Building Program“ (HBP), das seit dem 1. Januar 2020 gilt, neue Maßstäbe in der nachhaltigen Bauweise. Das HBP ist ein standardisierter Leitfaden der BIG für nachhaltiges Bauen, der als Prozess für bedarfsgerechtes, wirtschaftliches, ressourcenschonendes, ökologisches und soziokulturelles Bauen mit ganzheitlichem Ansatz dient [25]. Dieses Programm fordert für alle Neubauten und Generalsanierungen mindestens den ‚klimaaktiv Silber-Standard‘, wodurch ökologische Baustoffe, energieeffiziente Lösungen und der Ausstieg aus fossilen Brennstoffen gefördert werden [26].

Die umfassende Erfahrung der BIG im Bereich Neubau und Sanierung sowie ihre strategische Ausrichtung auf Nachhaltigkeit machen die von ihr durchgeführten Projekte zu besonders geeigneten Untersuchungsobjekten für diese Masterarbeit. Ihre strukturierte Vorgehensweise und die Vielzahl realisierter Projekte bieten eine fundierte Basis für die Analyse von Dokumentationsprozessen und Nachhaltigkeitsstrategien.

3.2.1 Bauvorhaben Fakultät für Technische Wissenschaften

Die Sanierung des Hauptgebäudes der Fakultät für Technische Wissenschaften der Universität Innsbruck umfasste eine Kernsanierung mit umfangreichen Eingriffen in die bestehende Tragstruktur. Das 1971 errichtete Gebäude wurde dabei vollständig modernisiert, um den heutigen baulichen und energetischen Standards zu entsprechen. Die Bauarbeiten dauerten von Februar 2013 bis November 2014 und wurden mit einem Budget von rund 24 Millionen Euro umgesetzt.

Ein zentraler Schwerpunkt der Sanierung lag auf der Überarbeitung der bestehenden Tragstruktur. Um die Tragfähigkeit des Gebäudes an moderne Nutzungsanforderungen anzupassen, wurden die statischen Elemente erheblich verstärkt. Darüber hinaus wurden Technikzentralen in das Dach- und Untergeschoss integriert, was umfangreiche Eingriffe in die bestehenden Deckenkonstruktionen erforderte.

Neben den strukturellen Maßnahmen wurde das Gebäude energetisch umfassend saniert. Zu den Maßnahmen gehörte eine innovative Kombination aus Fensterlüftung und mechanischer Lüftung, ermöglicht durch die Entwicklung spezieller Prototypen wie Senkklappfenster und schallabsorbierende Überstromöffnungen. Weitere Modernisierungen umfassten tageslicht- und präsenzgesteuerte Beleuchtungssysteme sowie die Nutzung eines Grundwasserbrunnens für Kühlung und Versorgung der Sprinkleranlage. Durch diese Maßnahmen konnte das Gebäude mit einem Energieausweis der Klasse A+ zertifiziert werden und erhielt zudem die Auszeichnung „klimaaktiv Gold“.

Die Sanierung erfolgte im Rahmen des Programms „Haus der Zukunft Plus“ und wurde anhand der Kriterien von „Total Quality Building“ bewertet. Sie diente als Demonstrationsprojekt zur Erprobung von Methoden für nachhaltige Sanierungen. Die umfassenden Eingriffe in die Tragstruktur sowie die Anwendung moderner Technologien machen dieses Projekt zu einem Vorbild für ähnliche Vorhaben im öffentlichen Sektor. [26]

3.2.2 Bauvorhaben Ágnes-Heller-Haus

Das Ágnes-Heller-Haus in Innsbruck ist ein Neubauprojekt der BIG, welches im Dezember 2023 fertiggestellt wurde. Der Bau begann im April 2020 und dauerte rund dreieinhalb Jahre. Das Gebäude verfügt über eine Nutzfläche von etwa 13.000 m² und wurde mit einem Budget von rund 74 Millionen Euro umgesetzt. Bei der Planung und Umsetzung lag ein besonderer Fokus auf der Nachhaltigkeit. Die Heizung und Kühlung erfolgen über eine Betonkernaktivierung, die durch Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung unterstützt wird. Eine Photovoltaikanlage ist für eine spätere Installation vorbereitet. Die kompakte Bauweise des Gebäudes reduziert die Bodenversiegelung und trägt zu einem energieeffizienten Betrieb bei. Zusätzlich kamen robuste Materialien wie Stahlbeton und langlebige Oberflächen zum Einsatz, um die Betriebskosten langfristig zu senken und die Lebensdauer des Gebäudes zu verlängern.

Die Realisierung des Projekts folgte einem integralen Planungsansatz, bei dem architektonische Gestaltung, Funktionalität und Nachhaltigkeit miteinander verbunden wurden. Besondere Merkmale wie ein lichtdurchflutetes Atrium und großzügige Freiräume wurden integriert, um eine moderne und ansprechende Arbeits- und Lernumgebung zu schaffen. Die BIG legte zudem großen Wert auf eine detaillierte Dokumentation aller Bauphasen, welche eine präzise Überwachung der Kosten, der Zeitpläne und der Nachhaltigkeitsziele ermöglichte. [27]

3.3 Dokumentationsrichtlinien

Die zu untersuchenden Dokumentationen der BIG folgen jeweils einer vorgegebenen Struktur, den sogenannten Dokumentationsrichtlinien. Die Anforderungen an die Dokumentation des Bauvorhabens „Technische Wissenschaften“ sind im „Handbuch zur Dokumentation“ festgelegt, während die des Projekts „Ágnes-Heller-Haus“ im „Projekthandbuch Teil 1“ für das Lehr- und Bürogebäude I52A beschrieben werden. Im weiteren Verlauf werden diese Richtlinien als Richtlinie 2013 (Technische Wissenschaften) und Richtlinie 2020 (Ágnes-Heller-Haus) bezeichnet. Beide Dokumentationsrichtlinien sind auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Bauprojekte angepasst.

Um eine einheitliche und standardisierte Dokumentation für alle zukünftigen Projekte der BIG zu gewährleisten, wurde die Dokumentationsrichtlinie 2023 entwickelt. Diese neue Richtlinie soll als verbindlicher Standard für alle künftigen Bauvorhaben dienen und somit eine konsistente und transparente Dokumentation sicherstellen.

Im Folgenden werden die drei Richtlinien – 2013, 2020 und 2023 – analysiert, ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet sowie deren jeweilige Auswirkungen auf die Dokumentationsprozesse miteinander verglichen.

3.3.1 Analyse der Dokumentationsrichtlinien von 2013, 2020 und 2023

Die Dokumentationsrichtlinien der Jahre 2013, 2020 und 2023 zeigen eine klare Entwicklung der Ansätze und Anforderungen in der Baudokumentation. Diese Entwicklung umfasst Fortschritte in der Standardisierung, Einsätze moderner Technologien und die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten. Im Folgenden werden die drei Richtlinien analysiert und miteinander verglichen, wobei die zeitliche Abfolge und der Wandel in den Konzepten berücksichtigt wird.

Wandel der Dokumentationsanforderungen

Alle drei Richtlinien setzen unterschiedliche Schwerpunkte, die den jeweiligen technologischen und regulatorischen Kontext ihrer Entstehungszeit widerspiegeln.

Die **2013er-Richtlinie** ist stark projektbezogen und dient primär der Dokumentation einzelner Bau- und Sanierungsmaßnahmen. Ihre Struktur basiert auf physischen und digitalen Ablagen, die in Kategorien wie behördliche Genehmigungen, Ausführungsplanungen und Gutachten unterteilt sind. Der Fokus liegt darauf, eine funktionale und rechtskonforme Grundlage für den Gebäudebetrieb nach Abschluss der Baumaßnahmen zu schaffen. Langfristige Lebenszyklusüberlegungen oder technologische Integrationen spielen keine Rolle.

Die **2020er-Richtlinie**, erstellt für das Ágnes-Heller-Haus, zeigt eine ähnliche projektbezogene Orientierung, jedoch mit einer klareren phasenbezogenen Strukturierung. Die Dokumentation ist nach Gewerken und Planungsphasen gegliedert, umfasst detaillierte Pläne wie Grundrisse, Ansichten und technische Schnittdetails, bleibt aber weiterhin auf projektbezogene Anforderungen begrenzt. Im Gegensatz zur 2013er-Richtlinie sind digitale Werkzeuge stärker eingebunden, jedoch ohne eine systematische oder standardisierte Integration wie bei moderneren Ansätzen. Der Fokus liegt weiterhin auf der baulichen Funktionalität und der rechtskonformen Übergabe, ohne den gesamten Lebenszyklus oder Nachhaltigkeitsaspekte umfassend zu berücksichtigen.

Die **2023er-Richtlinie** geht über die Ansätze von 2013 und 2020 hinaus und verfolgt einen standardisierten, lebenszyklusorientierten Ansatz. Sie integriert moderne Technologien und Standards wie das Allgemeine Kennzeichnungssystem (AKS), welches eine eindeutige Beschriftung der abgelegten Dateien definiert und Building Information Modeling (BIM). Dadurch wird eine Verbindung zwischen physischen Gebäudeelementen und den zugehörigen digitalen Informationen hergestellt, was die Nachvollziehbarkeit und eine effiziente Verwaltung über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes ermöglicht. Nachhaltigkeitskriterien wie ESG-Kriterien und die EU-Taxonomie werden ebenfalls einbezogen, um den Anforderungen moderner Baupraktiken gerecht zu werden.

Im **Vergleich** zeigen die drei Richtlinien eine schrittweise Entwicklung von rein projektbezogenen und funktionalen Ansätzen hin zu einer umfassenderen, technologisch

gestützten und nachhaltigkeitsorientierten Dokumentation. Die 2013er-Richtlinie repräsentiert den Einstieg mit einer grundlegenden, aber begrenzten Struktur, während die 2020er-Richtlinie eine Zwischenstufe darstellt, die erste Fortschritte in der Strukturierung zeigt. Die 2023er-Richtlinie setzt schließlich auf eine ganzheitliche, digitalisierte und zukunftsorientierte Herangehensweise, die sowohl den Lebenszyklus als auch ökologische und soziale Anforderungen einbezieht.

Vergleich der Dokumentationsmenge

Die Dokumentationsrichtlinien von 2013, 2020 und 2023 zeigen deutliche Unterschiede in der Menge und Art der zu dokumentierenden Unterlagen. Die Richtlinie von 2013 umfasst acht Hauptkategorien, in denen spezifische Dokumente aufgeführt werden. Zu den wesentlichen Anforderungen zählen behördliche Genehmigungen wie Benutzungsbewilligungen und Bauanzeigen, technische Planungsunterlagen wie Bestandspläne, Brandschutzpläne und Fluchtwege sowie Gutachten, beispielsweise zu Schallmessungen, Estrichqualität und Blower-Door-Tests. Wartungs- und Betriebsunterlagen wie Bedienungshandbücher, Wartungsverträge und Türlisten sind ebenfalls enthalten. Die Inhalte sind weitgehend projektbezogen und betreffen vor allem die Bau- und Übergabephase eines Projekts.

Die Richtlinie von 2020 folgt einem ähnlichen Ansatz und umfasst ebenfalls umfangreiche Dokumentationen, die in spezifischen Kategorien wie behördliche Genehmigungen, technische Planungsunterlagen und Gutachten gegliedert sind. Die Kategorien bleiben jedoch vergleichbar mit der 2013er-Richtlinie, ohne dass zusätzliche Themen wie Verträge oder Nachhaltigkeitsnachweise integriert werden. Die Dokumentation konzentriert sich ebenfalls auf die Bau- und Übergabephase, und die technologische Integration bleibt auf einfache digitale Ablagestrukturen beschränkt.

Im Vergleich dazu erweitert die 2023er-Richtlinie den Umfang erheblich. Sie definiert über 60 spezifische Kategorien von Dokumenten und geht dabei wesentlich detaillierter vor. Neben traditionellen Anforderungen wie Bestands- und Brandschutzplänen fordert die 2023er-Richtlinie zusätzliche Dokumente, darunter Energieausweise, Umweltgutachten und Schallpegelmessungen. Prüfberichte und Wartungspläne technischer Anlagen, wie Lüftungs- und Heizsysteme, sind ebenfalls verpflichtend. Die 2023er-Richtlinie führt erstmals Anforderungen an Verträge ein, beispielsweise für Versorgungs- und Betreibervereinbarungen, die in den vorherigen Richtlinien nicht erwähnt werden. Weiterhin legt sie besonderen Wert auf Nachhaltigkeitsaspekte, indem Nachweise zu ESG-Kriterien und EU-Taxonomie aufgenommen werden.

Ein markanter Unterschied liegt in der technologischen Integration: Die 2023er-Richtlinie fordert eine systematische Erfassung der Anlagen mithilfe des Allgemeinen Kennzeichnungssystems (AKS) und QR-Codes, wodurch eine eindeutige Identifikation und digitale Verknüpfung ermöglicht werden. Diese technologische Komponente fehlt sowohl in der 2013er- als auch in der 2020er-Richtlinie. Während diese beiden Ansätze auf physische und

einfache digitale Ablagesysteme setzen, orientiert sich die 2023er-Richtlinie an modernen Standards für digitale Gebäudedokumentation, einschließlich der Nutzung von BIM.

Vergleich der Dokumentenerstellung und Redundanzen

Auch bei der Erstellung der Dokumente und dem Umgang mit Redundanzen zeigen sich deutliche Unterschiede. In der 2013er-Richtlinie erfolgt die Erstellung dezentral durch die Bauleitung und die Gewerke, ohne zentrale Systematik oder einheitliche Standards. Die 2020er Richtlinie übernimmt diesen Ansatz, strukturiert die Erstellung jedoch stärker nach Gewerken und Projektphasen und bleibt weiterhin auf eine dezentralisierte, projektspezifische Organisation beschränkt. Im Gegensatz dazu erfolgt die Dokumentationserstellung in der 2023er-Richtlinie zentral durch definierte Akteure wie Facility Manager und Bauleiter, unter Verwendung von BIM-Standards und einer strukturierten Datenorganisation gemäß ÖNORM B 1801-6.

Hinsichtlich der Redundanzen zeigt sich ein ähnliches Bild. Die 2013er- und 2020er-Richtlinie bergen durch parallele analoge und digitale Ablagesysteme sowie unklare Zuständigkeiten ein hohes Risiko für redundante Informationen. Die 2023er-Richtlinie minimiert diese Redundanzen durch ein zentrales Datenmanagement und eine durchgängige digitale Struktur, die alle Dokumente eindeutig verknüpft.

Die Analyse zeigt, dass die 2023er-Richtlinie die dokumentierten Inhalte nicht nur erweitert, sondern auch spezifischer strukturiert und stärker standardisiert. Dies ermöglicht eine umfassendere Nachverfolgbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Unterlagen, während die Richtlinien von 2013 und 2020 weiterhin auf die funktionale und projektbezogene Dokumentation fokussiert bleiben. Die zentralisierte Organisation und die Reduktion von Redundanzen in der 2023er-Richtlinie stellen einen signifikanten Fortschritt dar, der die Effizienz der Dokumentation erheblich steigert.

Tabelle 3.1: Vergleich der Dokumentationsrichtlinien von 2013, 2020 und 2023

Kriterium	Richtlinie 2013	Richtlinie 2020	Richtlinie 2023
Planungsunterlagen	Bestandspläne, Brandschutzpläne, Fluchtwege	Grundrisse, Schnittpläne, Ansichten, Detailpläne	Architekturpläne, 3D-Modelle (z. B. IFC- Format), Evakuierungspläne
Betriebsunterlagen	Bedienungs- und Wartungsanleitungen, Türlisten	Bedienungsanleitungen, Wartungslisten, Betriebsunterlagen	Wartungsanleitungen, Betriebshandbücher, ESG-Nachweise
Verträge	Nicht explizit erwähnt	Nicht explizit erwähnt	Miet-, Versorgungs- und Betreiberverträge
Anzahl der Dokumentationskategorien	8 Kategorien	15 Kategorien	Über 60 spezifische Kategorien
Art der Kennzeichnung	Keine standardisierte Kennzeichnung	Keine standardisierte Kennzeichnung	Allgemeines Kennzeichnungssystem (AKS) mit QR-Codes und eindeutigen IDs
Technologische Integration	Keine	Einfache digitale Ablage, keine systematische Integration	AKS- und QR-Codes, digitale Verknüpfung
Nachhaltigkeits- anforderungen	Keine	Keine	Nachweise zu ESG-Kriterien, EU- Taxonomie
Erstellung der Dokumente	Erstellung durch Bauleitung und Gewerke; keine zentrale Struktur	Erstellung durch Bauleitung und Gewerke; keine zentrale Struktur	Erstellung durch zentrale Akteure (Facility Manager, Bauleiter), strukturiert nach BIM-Standards und ÖNORM
Potenzielle Redundanz von Informationen	Parallele analoge und digitale Ablage, potenziell Redundanzen	Redundanzen durch separate Ablage je nach Phase und Akteur möglich	Minimierte Redundanz durch zentrale Datenstruktur, Ausnahme: Prozesse ohne BIM-Nutzung

Fazit

Der Vergleich der Richtlinien zeigt eine deutliche Entwicklung hin zu einer stärkeren Standardisierung und Digitalisierung der Baudokumentation. Die 2023er-Richtlinie erweitert die 2013er- Anforderungen erheblich, sowohl in der Menge als auch in der Detaillierung, und ermöglicht durch AKS, BIM und QR-Codes eine effiziente Verknüpfung physischer und digitaler Elemente. Sie reduziert Redundanzen durch zentrale Organisation und klare Zuständigkeiten und integriert Nachhaltigkeitsaspekte wie ESG-Kriterien und EU-Taxonomie, wodurch die langfristige Verwaltung und Nachverfolgbarkeit deutlich verbessert werden. Der erhöhte Detaillierungsgrad und die umfassende Integration moderner Technologien führen jedoch zu einem höheren initialen Dokumentationsaufwand, der durch die langfristigen Effizienzgewinne aber ausgeglichen werden soll.

Die 2020er-Richtlinie stellt eine Zwischenstufe dar. Es übernimmt die Struktur der 2013er-Richtlinie, ergänzt sie durch eine phasen- und gewerkeorientierte Organisation, bleibt jedoch auf traditionelle Kategorien und eine dezentralisierte Erstellung beschränkt. Redundanzen durch parallele Ablagesysteme bleiben bestehen, während technologische Integration und Nachhaltigkeitskriterien fehlen. Der Dokumentationsaufwand ist im Vergleich zur 2013er-Richtlinie moderat gestiegen, da die Organisation detaillierter und stärker an den Projektphasen ausgerichtet ist.

Die 2023er-Richtlinie adressiert die Schwächen der Vorgängerversionen und hebt die Dokumentation auf ein lebenszyklusorientiertes, effizientes und zukunftsfähiges Niveau. Trotz des erhöhten Dokumentationsaufwands bietet sie durch ihre Standardisierung und digitale Verknüpfung deutliche Vorteile in der Nachverfolgbarkeit und langfristigen Verwaltung der Dokumentation.

4 Auswertungsmethoden

Die zur Verfügung gestellten Dokumentationen der untersuchten Bauprojekte umfassen eine sehr große Datenmenge. Es ist nicht möglich, alle Dokumente manuell zu durchsuchen und zu analysieren, da dies einen unverhältnismäßig hohen Zeitaufwand bedeuten und die Konsistenz der Analyse gefährden würde. Daher kommt Python als Werkzeug zum Einsatz, um die Daten automatisiert vorzufiltern und zu sortieren. Die so aufbereiteten Ergebnisse werden anschließend manuell geprüft, was eine effiziente und systematische Vorgehensweise ermöglicht. Python bietet mit seinen spezialisierten Bibliotheken die notwendige Flexibilität und Leistung, um große Datenmengen zu verarbeiten und zu analysieren. Das Ziel dieser Analysemethoden ist es, einen umfassenden Einblick in die tatsächliche Dokumentation der Baustellen aus der Bauherrensicht zu erhalten. Dabei wird untersucht, welche Inhalte in welchem Umfang erfasst werden und ob Redundanzen in den Dokumentationen bestehen. Zudem wird untersucht, wie sich die Dokumentationspraxis entwickelt hat und welche Schwerpunkte dabei gesetzt werden.

4.1 Python - Übersicht

Python ist eine vielseitige, interpretierte Programmiersprache, die besonders in den Bereichen Datenanalyse, maschinelles Lernen und Automatisierung weit verbreitet ist [28]. Die Sprache zeichnet sich durch ihre einfache Syntax, Plattformunabhängigkeit und eine Vielzahl von spezialisierten Bibliotheken aus [29]. Diese Eigenschaften machen Python zu einem idealen Werkzeug für datenintensive Aufgaben, wie sie in dieser Arbeit durchgeführt werden.

Im Rahmen der Analyse kommen insbesondere folgende Bibliotheken zum Einsatz:

- **pdfplumber:** Diese Bibliothek ermöglicht die Extraktion von Text aus PDF-Dokumenten. Sie wird genutzt, um Inhalte systematisch zu durchsuchen und für weitere Analysen aufzubereiten [30]. Dies ist besonders hilfreich, da viele der zu analysierenden Dokumente in PDF-Form vorliegen.
- **Scikit-learn:** Diese Bibliothek bietet zahlreiche Funktionen für maschinelles Lernen und Textverarbeitung. In der Analyse kommt der `TfidfVectorizer` aus Scikit-learn zum Einsatz, um Texte in numerische Darstellungen, in Form eines Vektors zu transformieren. Dies ermöglicht unter anderem die Berechnung von Ähnlichkeiten zwischen Dokumenten mit Hilfe der Kosinus-Ähnlichkeit [31].
- **Hashlib:** Diese Standardbibliothek wird verwendet, um Hash-Werte von Dokumenten zu berechnen. Mit diesen Hashes lassen sich identische Dateien effizient identifizieren, wodurch Dopplungen in der Analyse vermieden werden [32].

Diese Bibliotheken bilden die Grundlage für die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Skripte, die auf die Analyse und Filterung von Dokumenten abzielen. Darüber hinaus verfügt Python über eine Vielzahl weiterer Bibliotheken, die für spezifische Anforderungen genutzt werden können. Beispiele hierfür sind Pandas für die Datenverarbeitung, NumPy für numerische Berechnungen und Matplotlib für die Visualisierung von Daten.

Die Analyse der Dokumentationen der im *Absatz 3.2* beschriebenen Gebäude erfolgt in mehreren Schritten, die sowohl automatisierte als auch manuelle Verfahren umfassen. Dabei kommen verschiedene Python-Skripte zum Einsatz, deren Methodik und Funktionen im Folgenden erläutert werden. Eine vollständige Übersicht der Skripte ist im Anhang 1 dieser Arbeit zu finden.

4.2 Ähnlichkeitserkennung

Für die erste automatisierte Analyse der Unterlagen kommt eine automatische Erkennung von Ähnlichkeiten zwischen Wortfolgen mithilfe von Python zum Einsatz. Das Skript mit dem Namen `analyse_ähnlichkeit_80.py` dient dazu, PDF-Dokumente in einem definierten Ordner auf inhaltliche Gemeinsamkeiten hin zu analysieren. Dabei dient es als Grundlage für eine systematische Auswertung, indem es Texte extrahiert, verarbeitet und Ähnlichkeiten zwischen den Dokumenten identifiziert.

Die Funktionsweise des Skripts wird in die folgenden Punkte unterteilt:

1. **Textextraktion aus PDF-Dateien:** Mit der Bibliothek `pdfplumber` werden Texte aus den einzelnen Seiten der PDF-Dokumente extrahiert. Tritt ein Fehler beim Öffnen oder Verarbeiten einer Datei auf, wird dies protokolliert und die Verarbeitung übersprungen.
2. **Einlesen der PDF-Dokumente:** Alle Dateien im angegebenen Ordner werden durchsucht. Nur Dateien mit der Endung `.pdf` werden berücksichtigt. Für jede gefundene Datei wird der extrahierte Text und der Dateipfad in separaten Listen gespeichert.
3. **TF-IDF-Vektorisierung:** Die Berechnung der Ähnlichkeit zwischen den Dokumenten erfolgt mithilfe der Funktion `cosine_similarity`, die eine Ähnlichkeitsmatrix erstellt. Zunächst werden die Texte der PDF-Dokumente durch die TF-IDF-Vektorisierung in numerische Vektoren umgewandelt, welche die Gewichtung der enthaltenen Wörter repräsentieren. Dabei werden seltene Wörter innerhalb eines Dokuments stärker gewichtet, während Wörter, die öfters auftreten, abgewertet werden, um die Relevanz seltener Begriffe hervorzuheben.
4. **Berechnung der Ähnlichkeiten:** Mit der Funktion `cosine_similarity` wird eine Ähnlichkeitsmatrix erstellt, die die prozentuale Ähnlichkeit zwischen allen Dokumentenpaaren quantifiziert. Hierbei dient die Kosinusähnlichkeit als Maß, das den Winkel zwischen den Vektoren der Dokumente berechnet: Ein Winkel von 0° (Kosinuswert 1) steht für maximale Übereinstimmung, während größere Winkel auf geringere Ähnlichkeiten hinweisen. Die resultierende Matrix liefert die paarweisen

Ähnlichkeitswerte aller analysierten Dokumente, wobei die Hauptdiagonale durchgehend den Wert 1 aufweist, da ein Dokument stets zu 100 % mit sich selbst übereinstimmt.

5. **Gruppierung ähnlicher Dokumente:** Dokumente, deren Ähnlichkeit oberhalb eines Schwellenwerts von 80 % liegt, werden gruppiert. Zusätzlich wird für jedes Dokument die höchste Ähnlichkeitskategorie (in 5 %-Schritten) gespeichert.
6. **Speichern der Ergebnisse:** Zwei Ausgabedateien werden generiert:
 - a. **Ergebnisse_Ähnlichkeitserkennung:** Diese Datei enthält die Ähnlichkeitsgruppen und die zugehörigen Prozentwerte.
 - b. **Auswertungsanalyse_Ähnlichkeitserkennung:** Diese Datei enthält die Anzahl der analysierten Dokumente, den Anteil ähnlicher Dokumente sowie eine Verteilung der Ähnlichkeiten.

Erwartetes Ergebnis

Das Skript soll folgende Informationen liefern:

- Eine vollständige Analyse der im Ordner enthaltenen PDF-Dokumente.
- Identifikation der Gruppen von Dokumenten, die inhaltlich ähnlich sind, und die Ähnlichkeiten in Prozent.
- Statistische Analysen zur Verteilung der Ähnlichkeiten und zur Gesamtheit der ähnlichen Dokumente.
- Übersichtliche und direkt nutzbare Textdateien für die Ergebnisdokumentation.

Mögliche Probleme

- **Fehler bei der Textextraktion:** Die Textextraktion hängt stark von der Struktur der PDF-Dateien ab. PDFs mit gescannten Inhalten oder fehlerhaften Metadaten können unvollständige oder keine Texte liefern.
- **Schwellenwert von 80 %:** Der festgelegte Schwellenwert ist starr und kann je nach Kontext zu restriktiv oder zu großzügig sein.
- **Fehlende tiefere Analyse:** Die Analyse beschränkt sich auf oberflächliche Textähnlichkeiten und berücksichtigt keine kontextuellen oder semantischen Unterschiede.
- **Kein Umgang mit anderen Dateiformaten:** Das Skript kann nur PDF-Dokumente verarbeiten. Andere Formate müssen vorab manuell konvertiert werden.
- **Redundante Ergebnisse:** Ein potenzielles Problem bei der paarweisen Analyse ist, dass die gleichen Dokumente mehrfach in den Ergebnissen auftauchen können. Beispielsweise wird das Dokument „A“ zunächst mit allen anderen verglichen und dabei als ähnlich zu „B“ und „C“ erkannt. Im nächsten Schritt wird „B“ erneut mit den anderen Dokumenten verglichen, wodurch dieselben Ähnlichkeiten („B“ zu „A“ und „C“) erneut angezeigt werden. Dies führt dazu, dass die Ergebnisse redundante Informationen enthalten, was die händische Kontrolle erheblich erschwert. Durch die

mehrfach auftretenden Ergebnisse muss eine große Anzahl an Dokumenten geöffnet und manuell verglichen werden.

Das Skript stellt eine solide Basis für die Dokumentenanalyse dar. Aufgrund der umfangreichen Datenmenge ist jedoch eine weitergehende Aufbereitung der Ergebnisse erforderlich.

4.3 Bereinigung und Zusammenführung der Gruppen

Nachdem die initiale Ähnlichkeitsanalyse abgeschlossen wurde, kommt im zweiten Schritt ein Skript zum Einsatz, um redundante Informationen zu bereinigen und ähnliche Gruppen zusammenzuführen. Das Skript mit dem Namen `merge_and_clean_groups.py` dient dazu, die Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalyse zu optimieren und die Übersichtlichkeit zu erhöhen.

Die Funktionsweise des Skripts wird in die folgenden Punkte unterteilt:

1. **Einlesen der Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalyse:** Das Skript liest die zuvor generierte Datei aus dem *Absatz 4.2* ein, welche die Ähnlichkeitsgruppen und die zugehörigen Dokumentpfade enthält. Jede Zeile repräsentiert dabei ein Dokument.
2. **Identifizierung und Zusammenführung von Gruppen:** Die Dokumentengruppen werden iterativ zusammengeführt, um redundante Informationen zu eliminieren. Hierbei werden die Gruppen als Mengen dargestellt, was eine Identifikation von Überschneidungen ermöglicht. Jede Gruppe wird mit den verbleibenden Gruppen verglichen, und bei festgestellten Überschneidungen, also gemeinsamen Dokumenten, werden die entsprechenden Gruppen zu einer neuen, zusammengeführten Gruppe vereint. Dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis keine Gruppen mit Überschneidungen mehr vorhanden sind. Anschließend wird überprüft, ob zwischen den Gruppen Überlappungen existieren, d. h., ob ein Dokument in mehreren Gruppen vorkommt. Überlappende Gruppen werden iterativ zusammengeführt, um redundante Informationen zu eliminieren.
3. **Erstellen einer bereinigten Ausgabedatei:** Die bereinigten und zusammengeführten Gruppen werden in der Datei `Ergebnisse_Cleaned_Grouped.txt` gespeichert. Jede Gruppe wird durch eine Leerzeile getrennt dargestellt, um die Lesbarkeit zu verbessern.

Erwartetes Ergebnis

Das Skript soll folgende Informationen liefern:

- Bereinigte Gruppen von Dokumenten, ohne dass ein Dokument mehrfach in verschiedenen Gruppen auftritt.
- Eine übersichtliche Darstellung der zusammengeführten Gruppen in einer separaten Ausgabedatei.
- Eine Reduktion redundanter Informationen, um die händische Kontrolle der Ergebnisse zu erleichtern.

Das Skript bildet die Grundlage für die nächste Phase der Analyse, in der eine händische Kontrolle der Dateien innerhalb der bereinigten Gruppen erfolgt.

4.4 Schlüsselwortbasierte Analyse

Im nächsten Schritt erweitert das überarbeitete Skript `analyse_keywords_80.py` die bestehenden Funktionen, indem es gezielt Dokumente anhand von Schlüssel- und Ausschlusswörtern bewertet. Diese Anpassungen erhöhen die Effizienz der Analyse und verbessern die Relevanz der Ergebnisse.

Anpassungen und Optimierungen:

1. Synonymbildung:

- a. **Neue Funktionalität im optimierten Skript:** Das Skript nutzt die Bibliothek WordNet, um Synonyme der definierten Schlüsselwörter automatisch zu generieren. Dadurch wird die Analyse flexibler, da auch Dokumente berücksichtigt werden, die Synonyme anstelle der ursprünglichen Begriffe verwenden.
- b. **Unterschied zu den ursprünglichen Skripten:** Diese berücksichtigen nur exakte Übereinstimmungen (Wörter), während Synonyme und semantische Ähnlichkeiten außer Acht bleiben.

2. Integration von Schlüssel- und Ausschlusswörtern:

- a. Eine Liste relevanter Schlüsselwörter dient dazu, gezielt bestimmte Inhalte in den Dokumenten zu identifizieren. Die Schlüsselwörter umfassen: Fläche, Volumen, Energie, CO₂, Nachhaltigkeit, Nachtrag, Kosten, Abrechnung, Unterschrift, Verzögerung, Zeit, Klage, Gericht, Aufmaß, Masse, Menge, Sicherheit, Gefahr, Optimierung, Mängel, Schaden, Recycling, Energiebedarf, Taxonomie, Emissionen, ESG, Verbrauch und Ausstoß.
- b. Gleichzeitig schließt eine Liste von Ausschlusswörtern irrelevante Dokumente aus. Diese Ausschlusswörter umfassen: Produktdatenblatt, Bedienungsanleitung, Wartungsbuch, technische Zeichnung, Pläne, Montageanleitung, Plan, Grundriss, Schnitt, Schnitte, Ansicht, Datenblatt.

3. Filterung von PDF-Dateien:

Das Skript überprüft, ob die Dateinamen Ausschlusswörter enthalten, und schließt solche Dateien von der Analyse aus. Anschließend analysiert es nur die relevanten Dokumente, indem es deren Inhalte nach Schlüsselwörtern durchsucht.

4. Gezielte Clusterbildung nach Schlüsselwörtern:

Dokumente, die ein bestimmtes Schlüsselwort enthalten, ordnet das Skript der entsprechenden Gruppe zu. Innerhalb dieser Gruppen erstellt das Skript Cluster auf Basis der inhaltlichen Ähnlichkeit mit Berücksichtigung der Synonyme. Der Schwellenwert für die Ähnlichkeit liegt bei 80 %, um präzisere Cluster zu gewährleisten.

5. **Bereinigung redundanter Inhalte:** Duplikate Texte erkennt das Skript durch einen Hashing-Mechanismus und eliminiert sie (Analog zum Skript aus dem Absatz 4.3). Dadurch wird jeder einzigartige Inhalt nur einmal berücksichtigt, was die Qualität der Ergebnisse erhöht.

Erwartetes Ergebnis

Das optimierte Skript liefert:

- Eine gezielte Identifikation von Dokumenten, die relevante Inhalte enthalten, basierend auf festgelegten Schlüsselwörtern.
- Präzisere und erweiterte Gruppierung sowie Clusterbildung innerhalb der relevanten Dokumente durch die Ergänzung der Ähnlichkeitsanalyse um die Berücksichtigung passender Synonyme.
- Eine Reduzierung irrelevanter und redundanter Dateien.
- Übersichtlich dokumentierte Ergebnisse mit Fokus auf Clustergrößen und Schlüsselwortverteilung.

Diese Erweiterung optimiert den Analyseprozess, steigert die Automatisierung und legt die Grundlage für eine noch gezieltere manuelle Überprüfung der Ergebnisse.

4.5 Identifikation identischer PDF-Dokumente

Um die Datenbasis zu optimieren und Redundanzen aufzuspüren, kommt das Skript `filter_identical_pdfs.py` zum Einsatz. Dieses Skript dient dazu, identische PDF-Dateien in einem definierten Ordner zu identifizieren und zu gruppieren.

Die Funktionsweise des Skripts wird in die folgenden Punkte unterteilt:

1. **Textextraktion aus PDF-Dateien:** Mit der Bibliothek `pdfplumber` werden analog zu den Skripten aus den Absätzen 4.2 und 4.4 die Texte aus den PDF-Dateien extrahiert. Dies dient jedoch nicht der Inhaltsanalyse, sondern der Vorbereitung der Hash-Berechnung. Fehler bei der Textextraktion werden protokolliert, und die Verarbeitung der betroffenen Datei wird übersprungen.
2. **Berechnung von Hash-Werten:** Für jede Datei wird mithilfe der Bibliothek `hashlib` ein MD5-Hash-Wert berechnet. Dieser Hash-Wert fungiert als eindeutiger Fingerabdruck der Datei und basiert auf deren byteweisem Inhalt. Die Datei wird in Blöcken von 8192 Byte gelesen, um auch große Dateien verarbeiten zu können. Während des Lesevorgangs aktualisiert das Skript den Hash-Wert iterativ, sodass am Ende ein eindeutiger Wert entsteht, der den gesamten Inhalt der Datei repräsentiert. Selbst kleine Änderungen am Dateiinhalt würden zu einem unterschiedlichen Hash-Wert führen, wodurch Dateien mit identischem Inhalt sicher erkannt werden.

3. **Gruppierung identischer Dateien:** Dateien mit identischem Hash-Wert werden in Gruppen zusammengefasst. Jede Gruppe enthält alle Dateien, die inhaltlich identisch sind, unabhängig von ihren Dateinamen.
4. **Filterung irrelevanter Gruppen:** Gruppen mit weniger als zwei Dateien filtert das Skript heraus, da sie keine Redundanz darstellen. Dadurch bleibt die Analyse auf die relevanten, mehrfach vorkommenden Dokumente fokussiert.

Erwartetes Ergebnis

Das Skript soll folgende Informationen liefern:

- Eine strukturierte Identifikation aller identischen Dateien innerhalb des analysierten Verzeichnisses.
- Eine gruppierte Darstellung dieser identischen Dokumente, unabhängig von Dateinamen oder Metadaten.
- Reduktion der Datenbasis durch das Erkennen redundanter Dateien.
- Eine umfassende Dokumentation der Ergebnisse in einer übersichtlichen Textdatei.

4.6 Schwerpunktanalyse durch Schlüsselwortzählung

Um die Entwicklung der Dokumentationen der beiden Bauwerke zu analysieren und die Schwerpunkte der zugrunde liegenden Daten zu ermitteln, wird ein Skript entwickelt, das im Folgenden vorgestellt wird. Das Skript mit dem Namen `Count_Keyword.py` analysiert PDF-Dokumente hinsichtlich des Vorkommens bestimmter Schlüsselwörter. Es ermöglicht eine systematische Auswertung der thematischen Schwerpunkte durch eine quantitative Analyse.

Die Funktionsweise des Skripts:

Die Funktionsweise des Skripts umfasst bereits bekannte Schritte wie Textextraktion aus PDF-Dateien und Einlesen der Dokumente, die analog zu den vorherigen Skripten umgesetzt sind. Diese Schritte stellen sicher, dass die Texte der relevanten Dokumente für die weitere Analyse verfügbar sind.

Neu und hervorzuheben sind:

1. **Thematische Strukturierung der Schlüsselwörter:** Die Schlüsselwörter sind in thematische Kategorien unterteilt, die es ermöglichen, unterschiedliche Schwerpunkte in den Dokumentationen systematisch zu analysieren. Diese Kategorien umfassen:
 - Maße und Volumen: Schlüsselwörter wie „Fläche“ und „Volumen“.
 - Energie und Nachhaltigkeit: Schlüsselwörter wie „Energie“, „CO2“, „Nachhaltigkeit“ und „Recycling“.
 - Sicherheit und Optimierung: Schlüsselwörter wie „Sicherheit“ und „Gefahr“.
 - Datenschutz und Dokumentationsqualität: Schlüsselwörter wie „Datenschutz“ und „Redundanz“.

Diese Kategorisierung ermöglicht es, die Analyse gezielt auf spezifische Aspekte der Dokumentation auszurichten.

2. **Automatisierte Schlüsselwortzählung:** Das Skript durchsucht jedes Dokument nach den definierten Schlüsselwörtern. Für jedes gefundene Schlüsselwort wird die Anzahl der Dokumente, die diesen Begriff enthalten, in einem Zähler gespeichert. Die Zählung erfolgt unabhängig von der Groß- und Kleinschreibung, wodurch sichergestellt wird, dass alle relevanten Begriffe erfasst werden.

Erwartetes Ergebnis

Das Skript liefert:

- Eine quantitative Bewertung der thematischen Verteilung in den analysierten Dokumentationen.
- Einen strukturierten Überblick über die Anzahl der Dokumente, die spezifische Schlüsselwörter enthalten.

5 Auswertung und Interpretation

Die zur Verfügung gestellten Daten umfassen die Dokumentationen der beiden in *Abschnitt 3.2* vorgestellten Gebäuden. Es handelt sich sowohl um die von den Unternehmen gesammelten Unterlagen als auch um behördliche Genehmigungen, Befunde, Prüfberichte, Datenblätter, Planungsunterlagen, Schemata und weitere relevante Dokumente. Die Analyse erfolgt sowohl durch manuelles Durchsehen der Ordner und Dateien als auch automatisiert mithilfe der in *Abschnitt 4* beschriebenen Skripte. Die Ordnerstruktur ist jeweils von der BIG vorgegeben und orientiert sich an den in *Abschnitt 3.3* dargestellten Richtlinien.

Die Unterlagen wurden während des Bauprozesses von den Unternehmen gesammelt und nach Fertigstellung an die BIG übergeben. Sie beinhalten sowohl die von den Unternehmen erstellten Dokumentationen als auch behördliche Genehmigungen, Befunde, Prüfberichte, Datenblätter, Planungsunterlagen, Schemata und alle weiteren relevanten Dokumente, die nach Abschluss des Bauvorhabens aus der Bauherrensicht von Bedeutung sind. Dazu gehören insbesondere Abschlussberichte, Wartungsdokumentationen, Abnahmeprotokolle und alle anderen Unterlagen, die für die Nachverfolgbarkeit und zukünftige Nutzung der Gebäude erforderlich sind. Die Analyse erfolgt also ausschließlich anhand dieser vorgefilterten Dokumentation, die nach Abschluss der Bauarbeiten zusammengestellt wurde. Zusätzlich während des Baugeschehens anfallende Dokumente, wie Bautagebücher, Protokolle von Sicherheitsbegehungen, tägliche Absprachen, Kalkulationen oder Kostenkontrollen, werden in dieser Analyse nicht berücksichtigt, da sie nicht zur Verfügung gestellt wurden.

5.1 Allgemeine Analyse -Vergleich der Dateitypen und Ordnerstrukturen

Tabelle 5.1: Analyse der Dokumentationen - Dateitypen

Dateityp	Technikerstraße 13		Ágnes Heller Haus	
	Anzahl Dokumente	Anteil	Anzahl Dokumente	Anteil
Gesamtzahl der Dateien	6083	100,0%	4355	100,0%
Ordner	139	2,3%	139	3,2%
PDF	2781	45,7%	3976	91,3%
DWG (CAD-Dateien)	2034	33,4%	105	2,4%
JPG (Bilder)	174	2,9%	61	1,4%
XLSX/XLS (Tabellen)	130	2,1%	44	1,0%
DOCX/DOC (Textdokumente)	91	1,5%	11	0,3%
Rest	734	12,1%	19	0,4%

Die Tabelle 5.1 zeigt die Verteilung der Dateitypen in den Dokumentationen der beiden Bauvorhaben „Technikerstraße 13“ und „Ágnes-Heller-Haus“. Die Dokumentation der „Technikerstraße 13“ umfasst insgesamt 6083 Dateien, wobei PDF-Dateien mit 2781 Dateien den größten Anteil (45,7%) ausmachen. Weitere häufige Dateitypen sind DWG-Dateien (CAD-Dateien) mit 2034 Dateien (33,4%), gefolgt von JPG-Dateien (Bilder) mit 174 Dateien (2,9%) und XLSX/XLS-Dateien (Tabellen) mit 130 Dateien (ca. 2,1%).

Es ist jedoch zu beachten, dass 1756 DWG-Dateien der Dokumentation des Elektrikers zugeordnet sind. Dieser hohe Anteil an DWG-Dateien ist auf die Vielzahl technischer Zeichnungen der elektrischen Komponenten, wie Schalter, Leuchten und andere elektrotechnische Installationen, zurückzuführen. Zieht man diese 1756 DWG-Dateien von der Gesamtzahl der „Technikerstraße 13“ ab, ergibt sich eine deutlich geringere Anzahl von 4327 Dateien.

Die Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ umfasst insgesamt 4355 Dateien, wobei PDF-Dateien mit 3976 Dateien (91,1%) den größten Anteil ausmachen. Weitere Dateitypen sind DWG-Dateien mit 105 Dateien (2,4%), JPG-Dateien mit 61 Dateien (1,4%) und XLSX/XLS-Dateien mit 44 Dateien (1,0%). In der Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ finden sich zudem Access-Datenbanken (ACCDB) mit 31 Dateien (0,7%) und CSV-Dateien mit 22 Dateien (0,5%).

Trotz des deutlich größeren Bauvolumens des „Ágnes Heller Hauses“ (74 Millionen Euro) im Vergleich zur „Technikerstraße 13“ (27 Millionen Euro) ist die Anzahl der Dateien in der Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ mit 4355 Dateien in etwa vergleichbar mit der „Technikerstraße 13“, wenn man die DWG-Dateien des Elektrikers abzieht. Die deutlich geringere Anzahl an DWG-Dateien im „Ágnes Heller Haus“ ist auf die Umsetzung des Projekts mithilfe von der BIM-Methode zurückzuführen, die eine integrierte digitale Modellierung aller Planungs- und Konstruktionsdaten ermöglicht und den Bedarf an separaten CAD-Zeichnungen reduziert.

Die Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ besteht überwiegend aus PDF-Dateien, während andere Dateitypen eine untergeordnete Rolle spielen. Im Gegensatz dazu sind die Dateitypen bei der „Technikerstraße 13“ deutlich vielfältiger verteilt. Dies lässt darauf schließen, dass sich die Dokumentation für spätere Arbeiten zunehmend in Richtung PDF-Dateien entwickelt hat. Während bei der „Technikerstraße 13“ eine größere Vielfalt an Dateitypen vorhanden ist, zeigt die Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ eine klare Tendenz zur Vereinheitlichung und Konzentration auf PDF-Dateien als Endprodukt.

Trotz ähnlicher Dokumentationsrichtlinien beider Bauvorhaben lässt sich also eine inhaltliche Entwicklung erkennen: Während bei der „Technikerstraße 13“ eine Vielzahl an Arbeitsdateien abgelegt wurde, beschränkt sich die Dokumentation im „Ágnes Heller Haus“ zunehmend auf die Ablage der fertigen Endprodukte, insbesondere in Form von PDFs.

Vergleicht man die Verteilung der Datenmengen beider Bauvorhaben, ist zu erkennen, dass der größte Teil der Unterlagen durch die Unternehmer bereitgestellt wurde. Die Dokumentation der ausführenden Unternehmen in der „Technikerstraße 13“ umfasst 81,4% der gesamten

Unterlagen, während beim „Ágnes Heller Haus“ 89,5% der Dokumentation von den ausführenden Unternehmen bereitgestellt wurden. Die restlichen Unterlagen bestehen aus Ausführungsplanungen (bei der „Technikerstraße 13“), Behördenunterlagen, Bewilligungen, Gutachten, Befunden, Protokollen und weiteren relevanten Dokumenten, die nicht direkt von den ausführenden Unternehmen erstellt wurden. Diese Verteilung verdeutlicht die zentrale Rolle der Unternehmen bei der Dokumentation der Bauvorhaben, wobei sie einen Großteil der operativen und technischen Daten bereitstellen.

Es ist keine klare Tendenz erkennbar, wer den größten Dokumentationsaufwand hat. Die ausführenden Firmen sind zwar für den größten Teil der Dokumentation verantwortlich, jedoch bilden sie auch den größten Teil der am Bau beteiligten Parteien. Es lässt sich nicht eindeutig feststellen, ob der höhere Anteil an unternehmensseitig bereitgestellten Daten mit einem größeren Dokumentationsaufwand seitens der Unternehmen einhergeht oder lediglich der Struktur und Aufgabenverteilung während des Bauprozesses geschuldet ist.

5.2 Ähnlichkeitsanalyse

Ziel der Analyse der Dokumentationen ist es, redundante Informationen zu identifizieren, um im nächsten Schritt Möglichkeiten zur Optimierung der Dokumentation und der Weitergabe von Daten zu erarbeiten, sodass Doppelarbeiten vermieden werden. Hierfür wurden die Daten sowohl manuell durchgeschaut als auch automatisiert mittels der Skripte aus *Abschnitt 4* ausgewertet.

5.2.1 Manuelle Analyse

In beiden Bauvorhaben wird zunächst manuell durch das Öffnen und Prüfen der einzelnen Dokumente untersucht, ob Redundanzen in den Dokumentationen vorliegen. Solche Redundanzen werden besonders an den Schnittstellen zwischen den Planern und den ausführenden Unternehmen vermutet. Untersucht wird daher, ob in den Unterlagen der ausführenden Unternehmen ähnliche Informationen enthalten sind wie in denen der Planer.

Ein Beispiel dafür sind die Flächen und Kubaturen der „Technikerstraße 13“, die separat und leicht zugänglich abgelegt sind. Diese Daten tauchen auch immer wieder in den Unterlagen der Unternehmen sowie in den Genehmigungsunterlagen auf. Da diese Daten explizit zugänglich abgelegt wurden, ist anzunehmen, dass sie mehrfach für weitere Berechnungen und Arbeiten verwendet wurden, ohne sie jedes Mal neu ermitteln zu müssen. Aufgrund der großen Datenmengen konnten keine weiteren Redundanzen identifiziert werden.

5.2.2 Halb-automatisierte Analyse mittels Python

In diesem Schritt wird auf die Hilfe der im *Abschnitt 4* entwickelten Python-Skripte zurückgegriffen. Die Dateien, die durch diese Skripte vorsortiert und gefiltert sind, werden im nächsten Schritt manuell überprüft. Das in *Abschnitt 4.2* beschriebene Skript zur Ähnlichkeitserkennung liefert eine Liste von Dokumenten mit ähnlichen Inhalten. Die fehlende

Präzisierung in der automatisierten Auswertung – insbesondere durch die Skripte aus *Abschnitt 4.3* und das abschließende Skript aus dem *Abschnitt 4.4* führt dazu, dass die Datenvielfalt so umfangreich ist, dass nicht alle Dateien systematisch geprüft werden können. Es zeigt sich jedoch, dass eine erhebliche Anzahl von Dateien mehrfach abgelegt wurde (weitere Details hierzu finden sich in *Abschnitt 5.2.3*).

Eine große Anzahl der ähnlichen PDF-Dateien in der „Technikerstraße 13“ enthält Planunterlagen. Das Python-Skript identifiziert diese aufgrund ihres ähnlichen Aufbaus und der häufig übereinstimmenden Planköpfe als ähnliche Dokumente. Im „Ágnes Heller Haus“ hingegen sind Planunterlagen im PDF- oder DWG-Format kaum noch vorhanden, was auf die Durchführung des Projekts mittels Building Information Modeling zurückzuführen ist. Durch den Einsatz von BIM ist die Ablage von Planunterlagen in den traditionellen Formaten nicht mehr erforderlich.

In beiden Bauvorhaben finden sich viele ähnliche Dokumente, wie Produktdatenblätter und Bedienungsanleitungen, die von den jeweiligen Produktherstellern erstellt werden. Da diese Dokumente dasselbe Produkt betreffen, weisen sie inhaltliche Redundanzen auf.

Die Analyse zeigt jedoch keine Hinweise darauf, dass während der Dokumentation Daten mehrfach ermittelt werden. Vielmehr werden die mehrfach genutzten Daten separat abgelegt und sind, wie etwa die Flächen- und Kubaturenangaben der „Technikerstraße 13“, klar identifizierbar.

5.2.3 Identische PDF-Dokumente

Wie bereits in *Abschnitt 5.2.2* erwähnt, ist bei beiden Bauvorhaben eine große Anzahl von gleichen PDF-Dateien an mehreren Orten abgelegt. So werden beispielsweise Betriebsanleitungen sowohl von den Unternehmen als auch im Ordner für die Betriebsführung abgelegt. Bei der „Technikerstraße 13“ fällt auf, dass zahlreiche Pläne mehrfach abgelegt wurden: sowohl in der Ausführungsplanung als auch in den Dokumentationen der ausführenden Firmen in den Grundlagen. Dieses Problem besteht aufgrund der Durchführung des Projekts mittels BIM beim „Ágnes Heller Haus“ nicht mehr. Stattdessen wiederholen sich beim „Ágnes Heller Haus“ eine Vielzahl von Datenblättern und Betriebsanleitungen.

In der Tabelle 5.2 ist eine Übersicht der Anzahl der sich wiederholenden Dateien dargestellt. Die Balken zeigen den Anteil der Dateien spaltenweise im Vergleich zum Maximum (voller Balken). So sind bei der „Technikerstraße 13“ 479 PDF-Dateien inhaltlich identisch. Zieht man die Originaldateien ab, könnte durch eine bessere Ablagestruktur auf 272 Dateien verzichtet werden. Dies bedeutet, dass 9,8% aller PDFs bereits an anderer Stelle abgelegt wurden. Beim „Ágnes Heller Haus“ sind es sogar 607 Dateien, die sich wiederholen. Hier könnte also auf 15,3% aller PDFs verzichtet werden.

Skaliert man die Datenmengen der „Technikerstraße 13“ auf die Anzahl der PDF-Dateien des „Ágnes Heller Hauses“, ist zu erkennen, dass trotz der mehrfach abgelegten Planunterlagen sich die identischen PDFs nicht ganz so häufig wiederholen.

Tabelle 5.2: Analyse der Dokumentationen – Duplikate

Kategorie	Technikerstraße 13	Technikerstraße 13 x(3979/2781)	Agnes Heller Haus
Anzahl der untersuchten Dokumente	2781	3979	3979
Anzahl Gruppen mit identischen Dateien	207	296	362
Anzahl aller gleichen Dateien	479	685	969
Anzahl der sich wiederholten Dateien	272	389	607

















































Die sich wiederholenden Dokumente weisen auf eine ineffiziente Ablagestruktur hin. Dass solche Dopplungen auftreten, ist den Ablagerichtlinien geschuldet (siehe *Abschnitt 3.3.1*). Die wenigen Kategorien und die uneinheitliche Dokumentenbezeichnung erschweren einen schnellen und präzisen Zugriff auf die richtige Datei. Mit der neuen Dokumentationsrichtlinie von 2023 sollte diese Effizienzlücke jedoch behoben werden. Durch die Einführung von über 60 Dokumentenkategorien (während es in der „Technikerstraße 13“ nur 8 Kategorien gibt) und der eindeutigen Benennung der Dokumente mittels eines allgemeinen Kennzeichnungssystems wird eine strukturierte und effiziente Ablage erwartet.

Es ist jedoch anzunehmen, dass der Dokumentationsaufwand durch die neue Richtlinie ebenfalls steigt. Ob der erhöhte Dokumentationsaufwand die effizientere Ablagestruktur aufwiegt, bleibt abzuwarten.

5.2.4 Schwerpunktanalyse

Das in *Abschnitt 4.6* beschriebene Skript untersucht, wie sich die Schwerpunkte der Dokumentationen zwischen den beiden Bauvorhaben entwickelt haben. In der Tabelle 5.3 ist die Anzahl der PDF-Dokumente dargestellt, welche die vorab definierten Schlüsselwörter enthalten. Für die „Technikerstraße 13“ wurde, analog zur Tabelle 5.2, die Datenmenge auf die äquivalente Datenmenge des „Ágnes Heller Hauses“ skaliert, um die beiden Bauvorhaben besser vergleichen zu können.

Tabelle 5.3: Analyse der Dokumentationen – Schwerpunktentwicklung

Schlüsselwort	Technikerstraße 13	Technikerstraße 13 x(3979/2781)	Agnes Heller Haus
Anzahl PDFs	 2781	 3979	 3979
Fläche	 295	 422	 972
Volumen	 88	 126	 86
Sicherheit	 300	 429	 693
Gefahr	 64	 92	 265
Datenschutz	 15	 21	 12
Optimierung	 20	 29	 13
Redundanz	 25	 36	 10
Verbrauch	 114	 163	 159
ESG	 76	 109	 86
Emissionen	 2	 3	 31
CO2	 14	 20	 46
Recycling	 18	 26	 26
Nachhaltigkeit	 3	 4	 21
Ausstoß	 0	 0	 4
Energie	 124	 177	 318

Auffällig ist, dass Begriffe im Zusammenhang mit Sicherheit sowie solche, die auf Nachhaltigkeit und Emissionen hinweisen, in der Dokumentation des „Agnes Heller Hauses“ deutlich präsenter sind. So treten die Begriffe „Nachhaltigkeit“, „Emissionen“ und „CO2“ in der Dokumentation der „Technikerstraße 13“ von 2014 kaum auf, während sie im deutlich aktuelleren Bauprojekt von 2020 bereits viel häufiger erwähnt werden. Im Gegensatz dazu finden sich die Begriffe Datenschutz, Redundanz und Optimierung etwas häufiger in der Dokumentation der „Technikerstraße 13“.

Die Analyse zeigt, dass Themen wie Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft in den sieben Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen haben. Auch das Thema Sicherheit hat bei beiden Bauvorhaben einen sehr hohen Stellenwert. Beim „Agnes Heller Haus“ ist dieser Begriff sogar noch häufiger vertreten, da er in 17,4% aller PDF-Dateien auftaucht, während er in der „Technikerstraße 13“ in 10,6% der Dateien zu finden ist.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Masterarbeit war es nicht möglich, auf alle relevanten Daten und Schnittstellen eines laufenden Bauprojekts zuzugreifen. Insbesondere Informationen aus sicherheitsrelevanten Bereichen, der Kalkulationsabteilung, den Energie- und Nachhaltigkeitsberechnungen sowie der örtlichen Bauaufsicht wurden als zu sensibel eingestuft, um für Forschungszwecke weitergegeben zu werden. Die Vertraulichkeit dieser Daten und die datenschutzrechtlichen Herausforderungen verhinderten einen umfassenderen Einblick in die komplexen Zusammenhänge der Dokumentationsprozesse.

Der Zugang zu diesen Daten ist für eine präzisere und tiefgreifende Analyse essenziell und unverzichtbar. Erst durch die Einbeziehung aller relevanter Schnittstellen ließe sich ein vollständiges Bild der Dokumentationspraxis auf österreichischen Baustellen zeichnen, einschließlich der Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Akteuren und der Effizienz der Prozesse.

Trotz dieser Einschränkung trägt die Analyse dazu bei, die Dokumentationspraxis auf österreichischen Baustellen besser zu verstehen und liefert wertvolle Erkenntnisse zu den in dieser Arbeit untersuchten Forschungsfragen, die im Folgenden beantwortet werden.

1. Welche gesetzlichen und normativen Mindestanforderungen bestehen an die Dokumentation im Hoch- und Industriebau, und wer ist dafür verantwortlich?

Die Analyse der gesetzlichen und normativen Vorgaben zeigt, dass auf österreichischen Baustellen eine Vielzahl von Dokumentationspflichten besteht, die sämtliche beteiligte Akteure betreffen, unabhängig davon, ob es sich um den Bauherrn, den Planer oder die ausführende Firma handelt. Der Umfang der erforderlichen Dokumentation variiert dabei signifikant in Abhängigkeit von der Größe und Komplexität des jeweiligen Bauvorhabens. Der überwiegende Teil dieser Dokumentationspflichten entfällt auf die Ausführungsphase, in der 16 von 30 untersuchten Anforderungen relevant sind. Eine detaillierte Übersicht über die analysierten normativen und gesetzlichen Vorgaben ist in *Tabelle 2.2* dargestellt.

Die in *Tabelle 2.2* aufgeführten Dokumentationspflichten beruhen auf verschiedenen Gesetzen, Normen und Vorschriften, die sicherstellen, dass Bauprojekte sowohl rechtlich einwandfrei als auch bautechnisch ordnungsgemäß durchgeführt werden. Während bestimmte Dokumente, wie Leistungsbeschreibungen, Leistungsverzeichnisse und Abrechnungen, nur einmalig pro Projekt erstellt werden müssen, erfordern andere Dokumente, wie Bautagesberichte, Aufwandsdokumentationen und Sicherheitsnachweise, eine kontinuierliche Führung und Pflege über die gesamte Dauer des Projekts hinweg.

Die Anforderungen an die Dokumentation sind insbesondere bei Großbauprojekten umfassend, da hier eine Vielzahl von Nachweisen, wie etwa der Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGe-Plan), Bautagebücher und Sicherheitsprotokolle, regelmäßig aktualisiert und fortlaufend gepflegt werden müssen. Diese Dokumente dienen nicht nur der Erfüllung der gesetzlichen Bestimmungen, sondern gewährleisten auch die Nachvollziehbarkeit von Bauabläufen und der Transparenz der Kosten. Zudem tragen sie zur Vermeidung potenzieller Streitigkeiten bei. Zusätzlich zu den gesetzlichen bzw. normativen Vorgaben kommen vertragliche Vereinbarungen sowie interne Prozesse und Anforderungen der beteiligten Unternehmen hinzu, die den Dokumentationsaufwand weiter erhöhen können. Diese zusätzlichen Dokumentationspflichten entstehen häufig aus spezifischen vertraglichen Regelungen und internen Unternehmensrichtlinien.

2. Wie wird die Dokumentation in der Praxis umgesetzt? Welche Arten und Inhalte von Dokumenten werden erstellt, und wo liegen noch Optimierungspotenziale?

Die Untersuchung der Dokumentationspraxis anhand der Fallstudien „Technikerstraße 13“ und „Ágnes Heller Haus“ zeigt, dass trotz des zeitlichen Abstands von sieben Jahren zwischen den Baustarts die zugrunde liegenden Dokumentationsrichtlinien weitgehend übereinstimmen. Die Dokumentationsanforderungen beider Projekte werden durch vom Bauherrn vorgegebene Richtlinien bestimmt. Beide Richtlinien sind objektorientiert und konzentrieren sich auf die projektbezogene Erfassung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen. Sie verlangen unter anderem die Dokumentation von behördlichen Genehmigungen, Ausführungsplanung, Gutachten, Datenblättern und Handbüchern, um eine funktionale und rechtskonforme Grundlage für den Gebäudebetrieb nach Abschluss der Baumaßnahmen zu gewährleisten. Nachhaltigkeits- oder lebenszyklusorientierte Aspekte werden in diesen Richtlinien jedoch nicht umfassend berücksichtigt.

In der praktischen Umsetzung umfasst die Dokumentation sowohl von den Unternehmen erstellte Dokumente als auch behördliche Genehmigungen, Prüfberichte, Planungsunterlagen und andere relevante Dokumente. Bei der „Technikerstraße 13“ besteht die Dokumentation aus 6083 Dateien, wobei PDF-Dateien (45,7%) dominieren, gefolgt von DWG-Dateien (33,4%). Im Gegensatz dazu besteht die Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ aus 4355 Dateien, wobei 91,1% der Dokumente in Form von PDF-Dateien vorliegen, was auf die Nutzung von BIM zurückzuführen ist.

Der Großteil der Dokumentation wird von den ausführenden Unternehmen bereitgestellt, wobei bei der „Technikerstraße 13“ 81,4% und beim „Ágnes Heller Haus“ 89,5% der Dokumente von den ausführenden Firmen stammen. Eine eindeutige Schlussfolgerung über den Zusammenhang zwischen dem Anteil an unternehmensseitig bereitgestellten Daten und dem Dokumentationsaufwand lässt sich jedoch nicht ziehen.

Optimierungspotenziale bestehen insbesondere in der Ablagestruktur. Bis zu 15,3% der erfassten Dokumente weisen identische Dateien auf, was auf unklare Ablagestrukturen und fehlende Standards bei der Kennzeichnung zurückzuführen ist. Diese ineffizienten

Ablagepraktiken erhöhen den Verwaltungsaufwand und erschweren eine gezielte Nutzung der Dokumente.

Generell konnte in den analysierten Dokumentationen keine inhaltliche Überschneidung identifiziert werden. Häufig verwendete Daten, wie Flächen- und Kubaturangaben, sind separat abgelegt und klar zugänglich, sodass relevante Informationen für verschiedene Verwendungszwecke bereitstehen. Allerdings bleibt unklar, ob diese Daten tatsächlich an alle beteiligten Akteure weitergeleitet wurden.

Diese Analyse zeigt, dass eine gut organisierte und klar strukturierte Ablage redundante Informationen in den untersuchten Projekten weitgehend vermeiden konnte. Ob jedoch während der Projektumsetzung redundante Informationen zwischen den Beteiligten entstanden sind, kann aufgrund der fehlenden Daten in dieser Arbeit nicht abschließend beurteilt werden.

3. *Wie verändert sich die Dokumentationspraxis über die Jahre, insbesondere in Bezug auf die Menge und die inhaltlichen Schwerpunkte?*
4. *Inwieweit gewinnen Themen wie Nachhaltigkeit, Emissionen und Kreislaufwirtschaft an Bedeutung in der Dokumentation von Bauvorhaben?*

Die Dokumentationspraxis im Bauwesen entwickelt sich zunehmend in Richtung Standardisierung und Digitalisierung. Diese Entwicklung zeigt sich sowohl in den Dokumentationsrichtlinien der BIG als auch in den zur Verfügung gestellten, tatsächlich dokumentierten Daten der beiden untersuchten Baustellen.

Die Richtlinien von 2013 und 2020 weisen grundlegende Gemeinsamkeiten auf, da sie sich primär auf projektbezogene Anforderungen sowie die Dokumentation von Bau- und Sanierungsmaßnahmen konzentrieren. Beide sind stark auf behördliche Genehmigungen, Ausführungsplanung und Gutachten ausgerichtet. Die 2020er-Richtlinie führt eine detailliertere Unterteilung nach Gewerken und Planungsphasen ein und verstärkt den Einsatz digitaler Werkzeuge, erreicht jedoch keine vollständige Standardisierung oder systematische Integration moderner Technologien. Nachhaltigkeitsaspekte und Lebenszyklusbetrachtungen bleiben in beiden Richtlinien unberücksichtigt. Erst mit der 2023er-Richtlinie werden ESG-Kriterien und die EU-Taxonomie in die Dokumentationsrichtlinie integriert, wodurch Nachhaltigkeitsaspekte stärker berücksichtigt werden. Diese Richtlinie erweitert die Anforderungen früherer Versionen erheblich, indem sie moderne Technologien wie AKS, BIM und QR-Codes einbindet und durch zentrale Organisation sowie klare Zuständigkeiten die Effizienz steigert. Die Anzahl der Dokumentenkategorien steigt auf über 60 – im Vergleich zu acht Kategorien in der 2013er-Richtlinie und 15 in der 2020er-Version. Dadurch soll die Effizienz vom Informationsfluss gesteigert werden, auch wenn der administrative Aufwand beim Ablegen der Dateien möglicherweise zunimmt. Insgesamt deutet diese Entwicklung auf eine zunehmende Komplexität der Dokumentationspraxis hin, um den steigenden regulatorischen und technologischen Anforderungen gerecht zu werden.

Die Analyse der Dokumentationspakete der beiden untersuchten Baustellen zeigt über die Jahre hinweg eine Veränderung in den verwendeten Formaten und den inhaltlichen Schwerpunkten.

Während die Dokumentation der „Technikerstraße 13“ eine Vielzahl an Arbeitsdateien wie CAD-Zeichnungen, Tabellen und Textdokumente umfasst, konzentriert sich die Dokumentation des „Ágnes Heller Hauses“ nahezu ausschließlich auf das Endprodukt in Form von PDF-Dateien. Dies deutet auf eine zunehmende Standardisierung und Vereinheitlichung der Dokumentationspraktiken hin. Trotz des etwa dreimal höheren Bauvolumens des „Ágnes Heller Hauses“ bleibt die Anzahl der Dokumente auf einem ähnlichen Niveau wie bei der „Technikerstraße 13“ –wenn man die 1.756 DWG-Zeichnungen des Elektrikers bei letzterem Projekt außer Betracht lässt. Dies könnte auf eine effizientere Verwaltung sowie eine verstärkte Nutzung digitaler Technologien zurückzuführen sein.

Nachhaltigkeit, Emissionen und Kreislaufwirtschaft gewinnen in der Dokumentation zunehmend an Bedeutung. Insbesondere beim „Ágnes Heller Haus“ sind ESG-Kriterien und die EU-Taxonomie stärker integriert, was den wachsenden Stellenwert ökologischer und sozialer Aspekte in der Baubranche verdeutlicht. Seit 2024 sind zudem verstärkt Unternehmen verpflichtet, Nachhaltigkeitskennzahlen gemäß der CSRD-Richtlinie zu dokumentieren. Dies erhöht sowohl den administrativen Aufwand als auch die Notwendigkeit, nachhaltige Praktiken in der Planung und Ausführung zu berücksichtigen. Auch wenn sich diese Entwicklungen nicht unmittelbar in der Menge der Dokumente widerspiegeln, zeigt sich ihre inhaltliche Relevanz deutlich in der modernen Baudokumentation.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass durch den Einsatz digitaler Lösungen wie BIM und die Standardisierung signifikante Verbesserungen im Dokumentationsprozess erzielt werden können. Die Arbeit identifiziert jedoch auch Herausforderungen, wie den steigenden Dokumentationsaufwand durch neue Richtlinien und die Notwendigkeit einer klaren Abwägung zwischen Effizienz und Vollständigkeit.

7 Ausblick

Im Rahmen dieser Masterarbeit war es nicht möglich, auf alle relevanten Daten und Schnittstellen eines laufenden Bauprojekts zuzugreifen. Der Einblick in die laufende Dokumentation der einzelnen Parteien einer Baustelle ist für eine präzisere und tiefgreifende Analyse essenziell und unverzichtbar. Eine zukünftige Untersuchung könnte auf der Grundlage einer stärkeren Kooperation mit den beteiligten Akteuren basieren. Ein solches Forschungsprojekt müsste durch ein hohes Maß an Vertrauen und Transparenz gestützt werden. Notwendig wären verbindliche Vereinbarungen, welche die Vertraulichkeit der Daten gewährleisten und gleichzeitig den Forschenden Zugang zu den erforderlichen Informationen ermöglichen.

Zudem müssten datenschutzrechtliche Fragestellungen frühzeitig geklärt werden. Die Klärung dieser Aspekte würde nicht nur den wissenschaftlichen Mehrwert erhöhen, sondern auch die praktische Relevanz der gewonnenen Erkenntnisse für die Baubranche deutlich steigern.

Letztlich könnte eine solche Untersuchung die Grundlage für die Entwicklung umfassender, datengestützter Lösungen schaffen, die sowohl die Effizienz der Dokumentationsprozesse verbessern als auch die Einhaltung rechtlicher und organisatorischer Anforderungen sicherstellen. Ein solches Tool würde nicht nur den administrativen Aufwand auf Baustellen erheblich reduzieren, sondern auch die Transparenz und Qualität der Bauprozesse nachhaltig verbessern.

Ein weiterer vielversprechender Ansatz für zukünftige Untersuchungen ist die Analyse von Bauprojekten, die auf Grundlage alternativer Vertragsmodelle wie dem Allianzvertrag, umgesetzt werden. Diese Modelle zeichnen sich dadurch aus, dass Kosten und Vergütungen im Vorfeld transparent geregelt werden und alle Beteiligten frühzeitig in die Planung einbezogen sind. Dies schafft eine Grundlage für eine offene Zusammenarbeit und eine klare Kostenstruktur, die möglicherweise auch die Anforderungen an die Dokumentation beeinflusst. Ein Schwerpunkt zukünftiger Studien könnte darin bestehen, den tatsächlichen Dokumentationsaufwand solcher Projekte mit dem konventioneller Bauprojekte zu vergleichen. Es wäre interessant zu untersuchen, ob durch die Transparenz in der Kostenstruktur und die enge Zusammenarbeit zwischen den Akteuren redundante Dokumentationen oder umfangreiche Nachweispflichten, etwa zur Beweissicherung von Nachträgen, reduziert werden können. Ebenso könnte untersucht werden, ob eine verbesserte Koordination und Kommunikation zwischen den Beteiligten Schnittstellenprobleme reduziert und den Dokumentationsprozess insgesamt effizienter gestaltet.

Zudem könnten solche alternativen Vertragsmodelle den Zugang zu sensiblen Daten erleichtern. Da in solchen Modellen die Kosten offengelegt sind, könnten Forschende möglicherweise einfacher Einsicht in relevante Informationen erhalten, etwa in die Kalkulationsgrundlagen oder die Fortschrittsdokumentation. Dies könnte umfassendere und detailliertere Analysen ermöglichen, um die Auswirkungen solcher Vertragsmodelle auf den gesamten Dokumentationsprozess zu bewerten.

8 Literatur

- [1] Martin Glinz, *Software Engineering: Vorlesungsskript WS 2005/2006*. Zürich, 2005.
[Online]. Verfügbar unter:
<https://www.ifi.uzh.ch/en/verg/courses/archives/hs15/se/vorlesungsmaterial.html>
- [2] Moser W.G., *Grundsätze der Forsteconomie*. Frankfurt am Main: Brönnner, 1757.
- [3] D. Gottschlich und B. Friedrich, "The Legacy of Sylvicultura oeconomica.: A Critical Reflection on the Notion of Sustainability Das Erbe der Sylvicultura oeconomica . Eine kritische Reflexion des Nachhaltigkeitsbegriffs", *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, Jg. 23, Nr. 1, S. 23, 2014, doi: 10.14512/gaia.23.1.8.
- [4] *Bauarbeiterschutverordnung in Kurzform: Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt*. Wien, 2012.
- [5] Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, "Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development", Development and International operation: Environment A742/427, 1987.
- [6] e. a. M. Czerny, "Innovation und Nachhaltigkeit im Bau- und Wohnungswesen: Strukturanalyse und Lösungsvorschläge" Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 20, 2010.
- [7] IG Lebenszyklus Bau, Hg., "EU-Taxonomy: Praxisleitfaden für die Bau- und Immobilienwirtschaft", IG Lebenszyklus Bau, Wien, Okt. 2021.
- [8] Marlene Baldinger, Anna-Lena Frisch, Sebastian Holler, Stefan Sengelin, "Taxonomiekennzahlen Österreich 2022: Analyse der Taxonomie Kennzahlen berichtspflichtiger österreichischer Unternehmen 2023 aus dem Geschäftsjahr 2022", Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität. Innovation und Technologie, Wien, 5. März 2024.
- [9] WKO Oberösterreich Abteilung Wirtschaftspolitik und Außenwirtschaft, Hg., "Ratgeber Umsetzug der EU-Taxonomie neu", Linz, Feb. 2024.
- [10] Bereich für Energie und Nachhaltigkeit, Hg., "ESG-Nachhaltigkeitsberichtserstattung: Informationen für Führungskräfte auf einen Blick", WKO Oberösterreich Abteilung Wirtschaftspolitik und Außenwirtschaft, Linz 5, 2024.
- [11] WKO Oberösterreich Abteilung Wirtschaftspolitik und Außenwirtschaft, Hg., "Leitfaden Umsetzung der Nachhaltigkeits-Berichtserstattung", WKO Oberösterreich Abteilung Wirtschaftspolitik und Außenwirtschaft, Linz, 10. Jan. 2023.
- [12] A. Borrmann, M. König, C. Koch und J. Beetz, *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2021.

- [13] *Bauprojekt und Objektmanagement: Teil 1: Objekteinrichtung*, ÖNORM B 1801-1, Ausrian Standards International, Wien, Mrz. 2022.
- [14] *Allgemeine Vetragsbestimmungen für Bauleistungen: Werkvertragsnorm*, ÖNORM B 2110, Ausrian Standards International, Wien, Mai. 2023.
- [15] *Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA): Teil 1: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten*, ÖNORM A 2063-1, Austrian Standards international, Wien, Mrz. 2021.
- [16] Autodesk GmbH Aidenbachstraße 56, 81379 München, Deutschland, Hg., "Revit IFC Handbuch: Ausführliche Anleitung für den Umgang mit IFC-Dateien", Autodesk 01/2018, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://peterschinegg.at/autodesk_cad/pdf/IFC_Handbuch.pdf. Zugriff am: 5. Februar 2025.
- [17] *Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA): Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3*, ÖNORM A 2063-2, Austrian Standards international, Wien, Mrz. 2021.
- [18] BMASGK-ZAI, "Bauarbeitenkoordinatinsgesetz: BauKG" in *Arbeitsinspektion*, 2019.
- [19] BMA/ZAI, "Arbeitsschutz - Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz; Das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz: ASchG" in *Arbeitsinspektion*, 2021.
- [20] *Aufnahme und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen: Teil 1: Bestandesaufnahme*, ÖNORM A 6250-1, Ausrian Standards International, Wien, Mrz. 2016.
- [21] *Aufnahme und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen OENORM_A_6250-2_2015_03_15_de: Teil 2: Bestands- und Bauaufnahme von denkmalgeschützten Objekten*, ÖNORM A 6250-2, Ausrian Standards International, Wien, Mrz. 2015.
- [22] Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., *Geschäftsbericht 2022*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.are.at/fileadmin/user_upload/04_Presse/01_News/2023/20230418_P_Bilanz/PA_BIG_Konzern_Geschaeftsjahr_2022.pdf.
- [23] Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., *Konzernbilanz 2023: Bundesimmobiliengesellschaft erwirtschaftet neues Rekordergebnis: OTS-Presseaussendung vom 21.03.2024*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20240321_OTS0080/konzernbilanz-2023-bundesimmobiliengesellschaft-erwirtschaftet-neues-rekordergebnis (Zugriff am: 10. Dezember 2024).
- [24] Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., *Halbjahresfinanzbericht der Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H: OTS-Presseaussendung vom 29.09.2023*. [Online]. Verfügbar unter: https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20230929_OTS0113/halbjahresfinanzbericht-der-bundesimmobiliengesellschaft-mbh (Zugriff am: 10. Dezember 2024).

-
- [25] Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., *Gemeinsam die Besten: Das »Holistic Building Program« der BIG setzt auf hohe Qualitätsstandards bei Neubauten und Sanierungen*. [Online]. Verfügbar unter: <https://hbp.big.at/> (Zugriff am: 5. Februar 2025).
- [26] Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., "BIGMODERN Subprojekt 3: Demonstrationsgebäude Universität Innsbruck - Hauptgebäude der Fakultät für technische Wissenschaften Planungsprozess", Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 15/2013, 2013. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeude-deklarieren/big.html>. Zugriff am: 10. Dezember 2024.
- [27] Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H., *Campus Innrain - Neubau für Lehre, Forschung und Verwaltung: Projektdatenbank*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.big.at/projekte/agnes-heller-haus> (Zugriff am: 13. Dezember 2024).
- [28] van Rossum G., *Python Programming Language*. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.python.org/doc/> (Zugriff am: 16. Dezember 2024).
- [29] *Python Documentation: Python Software Foundation*. [Online]. Verfügbar unter: <https://docs.python.org/3/> (Zugriff am: 16. Dezember 2024).
- [30] *pdfplumber-Dokumentation*. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/jsvine/pdfplumber> (Zugriff am: 16. Dezember 2024).
- [31] *Scikit-learn-Dokumentation*. [Online]. Verfügbar unter: <https://scikit-learn.org/stable/> (Zugriff am: 16. Dezember 2024).
- [32] *Python-Hashlib-Dokumentation*. [Online]. Verfügbar unter: <https://docs.python.org/3/library/hashlib.html> (Zugriff am: 16. Dezember 2024).

9 Anhang

9.1 Python Skript – Ähnlichkeitserkennung

```
import pdfplumber
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
import os
import time

# Funktion zur Textextraktion aus PDF-Dateien mit Fehlerbehandlung
def extract_text_from_pdf(pdf_path):
    try:
        with pdfplumber.open(pdf_path) as pdf:
            return ' '.join([page.extract_text() for page in pdf.pages if page.extract_text()])
    except Exception as e:
        print(f'Fehler beim Öffnen der Datei {pdf_path}: {e}')
        return ""

# PDF-Dateien in einer Ordnerstruktur einlesen und Texte extrahieren
def read_pdfs_from_folder(folder_path):
    pdf_texts = []
    file_names = []

    for root, dirs, files in os.walk(folder_path):
        for file in files:
            if file.lower().endswith('.pdf'):
                full_path = os.path.join(root, file)
                print(f'Verarbeite Datei: {full_path}')
                text = extract_text_from_pdf(full_path)
                pdf_texts.append(text)
                file_names.append(full_path)

    return pdf_texts, file_names

# Ordnerpfad für die Analyse
```

```
folder_path = r'C:\Users\adamm\Desktop\H_Doku'
output_results_path = os.path.join(folder_path, "Ergebnisse_Technikerstrasse.txt")
output_analysis_path = os.path.join(folder_path, "Auswertungsanalyse_Technikerstrasse.txt")

# Startzeit erfassen
start_time = time.time()

# PDF-Dateien einlesen
print("Starte das Einlesen der PDF-Dateien...")
pdf_texts, file_names = read_pdfs_from_folder(folder_path)

# Ergebnisse und Analyse speichern
with open(output_results_path, "w", encoding="utf-8") as results_file,
open(output_analysis_path, "w", encoding="utf-8") as analysis_file:
    if not pdf_texts:
        message = "Keine PDF-Dateien gefunden oder alle PDF-Dateien waren leer.\n"
        print(message)
        results_file.write(message)
        analysis_file.write(message)
    else:
        message = f"{len(pdf_texts)} PDF-Dateien wurden erfolgreich eingelesen.\n"
        print(message)
        results_file.write(message)

    vectorizer = TfidfVectorizer().fit_transform(pdf_texts)
    similarity_matrix = cosine_similarity(vectorizer)

    print("Suche nach ähnlichen Dokumenten...")
    results_file.write("Suche nach ähnlichen Dokumenten...\n")
    schwellenwert = 80
    gruppen = []
    doc_to_highest_category = {} # Dictionary, um die höchste Ähnlichkeitskategorie für
    jedes Dokument zu speichern

    for i in range(len(file_names)):
        aktuelle_gruppe = [(file_names[i], 100.0)]
        for j in range(i + 1, len(file_names)):
            similarity_percentage = similarity_matrix[i][j] * 100
            if similarity_percentage > schwellenwert:
                aktuelle_gruppe.append((file_names[j], similarity_percentage))
```

```

        # Berechne die Kategorie in 5%-Schritten
        similarity_step = int(similarity_percentage // 5) * 5
        # Speichere die höchste Kategorie für jedes Dokument
        doc_to_highest_category[file_names[i]] =
max(doc_to_highest_category.get(file_names[i], 0), similarity_step)
        doc_to_highest_category[file_names[j]] =
max(doc_to_highest_category.get(file_names[j], 0), similarity_step)

    if len(aktuelle_gruppe) > 1:
        gruppen.append(aktuelle_gruppe)

if gruppen:
    for idx, gruppe in enumerate(gruppen, start=1):
        group_header = f"\nÄhnliche Dokumente in Gruppe {idx} (verglichen mit
{gruppe[0][0]}):\n"
        print(group_header)
        results_file.write(group_header)
        for doc, prozent in sorted(gruppe, key=lambda x: -x[1]):
            line = f" - {doc} ({prozent:.2f}%) \n"
            print(line)
            results_file.write(line)
else:
    message = "Keine ähnlichen Dokumente gefunden.\n"
    print(message)
    results_file.write(message)

# Analyse schreiben
analysis_file.write(f"Anzahl der untersuchten PDFs: {len(file_names)}\n")
analysis_file.write(f"Anzahl der ähnlichen PDFs: {len(doc_to_highest_category)}\n")
if len(doc_to_highest_category) > 0:
    similar_percentage = (len(doc_to_highest_category) / len(file_names)) * 100
    analysis_file.write(f"Anteil der ähnlichen PDFs: {similar_percentage:.2f}%\n")
    analysis_file.write("\nVerteilung der Ähnlichkeiten (in 5%-Schritten):\n")

# Verteilung nach der höchsten Kategorie für jedes Dokument
category_distribution = {}
for category in doc_to_highest_category.values():
    category_distribution[category] = category_distribution.get(category, 0) + 1

for step in sorted(category_distribution.keys()):

```

```

analysis_file.write(f" - {step}-{step+5}%: {category_distribution[step]}\n")

# Endzeit erfassen und Rechenzeit berechnen
end_time = time.time()
total_time = end_time - start_time
time_message = f"\nRechenzeit: {total_time:.2f} Sekunden\n"
print(time_message)
with open(output_analysis_path, "a", encoding="utf-8") as analysis_file:
    analysis_file.write(time_message)

# Dateien automatisch öffnen
os.startfile(output_results_path)
os.startfile(output_analysis_path)

```

9.2 Python Skript – Bereinigung und Zusammenführung der Gruppen

```

import os

# Datei-Pfade
input_path = r"C:\Users\adamm\Desktop\H_Doku\Ergebnisse_Technikerstrasse - Kopie.txt"
output_path = r"C:\Users\adamm\Desktop\H_Doku\Ergebnisse_Technikerstrasse_Cleaned_Grouped.txt"

# Hilfsfunktion: Entferne Text in Klammern
def remove_text_in_brackets(line):
    import re
    return re.sub(r"\(. *?\)", "", line).strip()

# Datei einlesen
with open(input_path, "r", encoding="utf-8") as file:
    lines = file.readlines()

# Gruppenweise Verarbeitung
groups = []
current_group = []

# Verarbeite die Zeilen
for line in lines:
    stripped_line = line.strip()

```

```

if not stripped_line: # Leerzeile markiert eine neue Gruppe
    if current_group:
        groups.append(set(current_group)) # Speichere Gruppe als Menge
        current_group = []
    else:
        cleaned_line = remove_text_in_brackets(stripped_line) # Text in Klammern entfernen
        current_group.append(cleaned_line)

# Letzte Gruppe hinzufügen, falls vorhanden
if current_group:
    groups.append(set(current_group))

# Gruppen zusammenführen, wenn sie gemeinsame Pfade haben
merged_groups = []
while groups:
    base_group = groups.pop(0)
    overlapping = True
    while overlapping:
        overlapping = False
        for idx, other_group in enumerate(groups):
            if base_group & other_group: # Überlappung gefunden
                base_group |= other_group # Gruppen zusammenführen
                del groups[idx] # Entfernte Gruppe aus der Liste
                overlapping = True
                break
        merged_groups.append(base_group)

# Bereinigte und zusammengeführte Gruppen in die Ausgabedatei schreiben
with open(output_path, "w", encoding="utf-8") as file:
    for group in merged_groups:
        file.write("\n".join(sorted(group)) + "\n\n") # Gruppen getrennt durch Leerzeilen

# Datei automatisch öffnen
os.startfile(output_path)

```

9.3 Python Skript – Schlüsselwortbasierte Ähnlichkeitserkennung

```

import os
import pdfplumber

```

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
from nltk.corpus import wordnet
import time

# Funktion, um Synonyme zu einem Schlüsselwort zu finden
def get_synonyms(word):
    synonyms = set()
    for syn in wordnet.synsets(word):
        for lemma in syn.lemmas():
            synonyms.add(lemma.name().lower())
    return synonyms

# Schlüsselwörter und ihre Synonyme
keywords = [
    "Fläche", "Volumen", "Energie", "CO2", "Nachhaltigkeit",
    "Nachtrag", "Kosten", "Abrechnung", "Unterschrift", "Verzögerung",
    "Zeit", "Klage", "Gericht", "Aufmaß", "Masse", "Menge",
    "Sicherheit", "Gefahr", "Optimierung", "Mängel", "Schaden",
    "Recycling", "Energiebedarf", "Taxonomie", "Emissionen", "ESG", "Verbrauch", "Ausstoß"
]

exclude_keywords = [
    "Produktdatenblatt", "Bedienungsanleitung", "Wartungsbuch",
    "technische Zeichnung", "Pläne", "Montageanleitung", "Plan", "Grundriss",
    "Schnitt", "Schnitte", "Ansicht", "Datenblatt"
]

# Synonyme zu Schlüsselwörtern hinzufügen
synonym_keywords = set()
for keyword in keywords:
    synonym_keywords.update(get_synonyms(keyword))
    synonym_keywords.add(keyword.lower())

# Hauptverzeichnis
base_dir = r'C:\Users\adamm\Desktop\H_Doku'

# Startzeit erfassen
start_time = time.time()
```



```
# Alle PDFs im Verzeichnis finden
pdf_files = []
for root, dirs, files in os.walk(base_dir):
    for file in files:
        if file.lower().endswith('.pdf') and not any(ex_kw.lower() in file.lower() for ex_kw in
exclude_keywords):
            pdf_files.append(os.path.join(root, file))

total_files = len(pdf_files)
print(f'{total_files} PDF-Dateien gefunden.')

# Texte aus PDFs extrahieren
pdf_texts = []
for idx, pdf_file in enumerate(pdf_files, start=1):
    print(f'Analysiere Datei {idx}/{total_files}: {pdf_file}')
    pdf_texts.append(extract_text_from_pdf(pdf_file))

# Ergebnisse initialisieren
keyword_groups = {kw: [] for kw in synonym_keywords}

# PDF-Dateien auf Schlüsselwörter prüfen
unique_texts = {}
for idx, text in enumerate(pdf_texts):
    text_hash = hash(text)
    if text_hash in unique_texts:
        continue # Überspringe doppelte Inhalte
    unique_texts[text_hash] = pdf_files[idx]
    text_lower = text.lower()
    exclude_match = any(ex_kw.lower() in text_lower for ex_kw in exclude_keywords)

    if exclude_match:
        continue # Datei überspringen, wenn ein Ausschlusswort enthalten ist

    for kw in synonym_keywords:
        if kw in text_lower:
            keyword_groups[kw].append(pdf_files[idx])
            break

# Ergebnisse speichern
output_file = os.path.join(base_dir, 'Ergebnisse_H_Doku_Gruppen.txt')
```

```

analysis_file = os.path.join(base_dir, 'Analyse_H_Doku.txt')
print(f'Output-Datei: {output_file}')

try:
    with open(output_file, 'w', encoding='utf-8') as f:
        total_documents = len(pdf_files)
        f.write(f'Anzahl der untersuchten Dokumente: {total_documents}\n')
        f.write(f'Rechenzeit: {int(time.time() - start_time) // 3600} Stunden "
                f"{(int(time.time() - start_time) % 3600) // 60} Minuten "
                f"{int(time.time() - start_time) % 60} Sekunden\n\n")

        for kw, docs in keyword_groups.items():
            if docs:
                f.write(f'Schlüsselwort: {kw}\n')
                f.write(f'Anzahl der Dokumente: {len(docs)}\n\n')
                for doc in docs:
                    f.write(f"  - {doc}\n")
                f.write("\n")

    print("Datei wurde erfolgreich geschrieben.")
except Exception as e:
    print(f'Fehler beim Schreiben der Datei: {e}')

```

9.4 Python Skript – Identifikation identischer PDF-Dokumente

```

import os
import pdfplumber
import hashlib
import time

# Funktion zur Textextraktion aus PDFs
def extract_text_from_pdf(pdf_path):
    try:
        with pdfplumber.open(pdf_path) as pdf:
            return ''.join([page.extract_text() for page in pdf.pages if page.extract_text()])
    except Exception as e:
        print(f'Fehler beim Lesen der Datei {pdf_path}: {e}')
        return ""

# Funktion zur Berechnung des Hash-Werts einer Datei

```

```
def calculate_hash(file_path):
    try:
        with open(file_path, 'rb') as f:
            file_hash = hashlib.md5()
            while chunk := f.read(8192):
                file_hash.update(chunk)
            return file_hash.hexdigest()
    except Exception as e:
        print(f'Fehler beim Berechnen des Hash-Werts für {file_path}: {e}')
        return None

# Hauptverzeichnis
base_dir = r'C:\Users\adamm\Desktop\H_Doku'

# Startzeit erfassen
start_time = time.time()

# Alle PDFs im Verzeichnis finden
pdf_files = []
for root, dirs, files in os.walk(base_dir):
    for file in files:
        if file.lower().endswith('.pdf'):
            pdf_files.append(os.path.join(root, file))

print(f'{len(pdf_files)} PDF-Dateien gefunden.')

# Hash-Werte der PDFs berechnen und identische Dateien gruppieren
hash_to_files = {}
for idx, pdf in enumerate(pdf_files, start=1):
    pdf_hash = calculate_hash(pdf)
    if pdf_hash:
        if pdf_hash in hash_to_files:
            hash_to_files[pdf_hash].append(pdf)
        else:
            hash_to_files[pdf_hash] = [pdf]
    print(f'Fortschritt: {idx}/{len(pdf_files)} Dateien verarbeitet.')

# Filtere Gruppen mit mindestens 2 gleichen PDFs
filtered_hash_to_files = {hash_value: files for hash_value, files in hash_to_files.items() if
len(files) > 1}
```

```
# Ergebnisse speichern
output_file = os.path.join(base_dir, 'Identische_PDFs.txt')
with open(output_file, 'w', encoding='utf-8') as f:
    total_groups = len(filtered_hash_to_files)
    total_files = sum(len(files) for files in filtered_hash_to_files.values())
    total_identical_files = sum(len(files) for files in filtered_hash_to_files.values())

    f.write(f'Anzahl der untersuchten Dokumente: {len(pdf_files)}\n')
    f.write(f'Anzahl der identischen Gruppen (mindestens 2 Dateien): {total_groups}\n')
    f.write(f'Anzahl der Dateien in Gruppen: {total_files}\n')
    f.write(f'Anzahl aller gleichen Dateien: {total_identical_files}\n\n')

    for idx, (pdf_hash, files) in enumerate(filtered_hash_to_files.items(), start=1):
        f.write(f'Gruppe {idx} (Hash: {pdf_hash}) - {len(files)} Dateien:\n')
        for file in files:
            f.write(f' - {file}\n')
        f.write("\n")

end_time = time.time()
total_duration = end_time - start_time
print(f'Ergebnisse gespeichert in: {output_file}')
print(f'Gesamtrechendauer: {total_duration:.2f} Sekunden")

# Ergebnisse automatisch öffnen
os.startfile(output_file)
```

9.5 Python Skript – Schwerpunktanalyse durch Schlüsselwortzählung

```
import os
import pdfplumber
from collections import defaultdict

# Schlüsselwörter
keywords = [
    # Themenbereich: Maße und Volumen
    "Fläche", "Volumen",

    # Themenbereich: Energie und Nachhaltigkeit
```

```
"Energie", "CO2", "Nachhaltigkeit", "Recycling", "Energiebedarf", "Taxonomie",  
"Emissionen", "ESG", "Verbrauch", "Ausstoß",
```

```
# Themenbereich: Sicherheit und Optimierung
```

```
"Sicherheit", "Gefahr", "Optimierung",
```

```
# Themenbereich: Datenschutz und Dokumentationsqualität
```

```
"Datenschutz", "Redundanz"
```

```
]
```

```
# Funktion zur Textextraktion aus PDFs
```

```
def extract_text_from_pdf(pdf_path):
```

```
    try:
```

```
        with pdfplumber.open(pdf_path) as pdf:
```

```
            return ''.join([page.extract_text() for page in pdf.pages if page.extract_text()])
```

```
    except Exception as e:
```

```
        print(f'Fehler beim Lesen der Datei {pdf_path}: {e}')  
    return ""
```

```
# Hauptverzeichnis
```

```
base_dir = r'C:\\Users\\adamm\\Desktop\\H_Doku'
```

```
# Alle PDFs im Verzeichnis finden
```

```
pdf_files = []
```

```
for root, dirs, files in os.walk(base_dir):
```

```
    for file in files:
```

```
        if file.lower().endswith('.pdf'):
```

```
            pdf_files.append(os.path.join(root, file))
```

```
total_files = len(pdf_files)
```

```
print(f'{total_files} PDF-Dateien gefunden.')
```

```
# Ergebnisse initialisieren
```

```
keyword_counts = defaultdict(int)
```

```
# PDF-Dateien auf Schlüsselwörter prüfen
```

```
for idx, pdf_file in enumerate(pdf_files, start=1):
```

```
    print(f'Analysiere Datei {idx}/{total_files}: {pdf_file}')
```

```
    text = extract_text_from_pdf(pdf_file).lower()
```

```
for kw in keywords:
    if kw.lower() in text:
        keyword_counts[kw] += 1

# Ergebnisse ausgeben
output_file = os.path.join(base_dir, 'Keyword_Anzahl_Ergebnisse.txt')
print(f'Output-Datei: {output_file}')

try:
    with open(output_file, 'w', encoding='utf-8') as f:
        f.write(f'Anzahl der untersuchten Dokumente: {total_files}\n\n')
        for kw, count in keyword_counts.items():
            f.write(f'Schlüsselwort: {kw}, Anzahl der Dokumente: {count}\n')

    print("Datei wurde erfolgreich geschrieben.")
except Exception as e:
    print(f'Fehler beim Schreiben der Datei: {e}')
```


Verpflichtungs- und Einverständniserklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich den angegebenen Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Magister-/Master-/Diplomarbeit/Dissertation eingereicht.

Innsbruck am ... 09.03.2025 ...

..... 

Attila Dammingger, Dipl. -Ing.