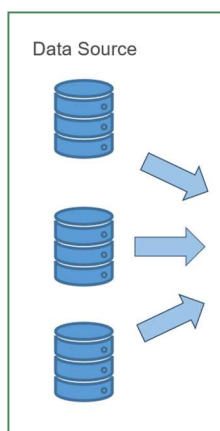
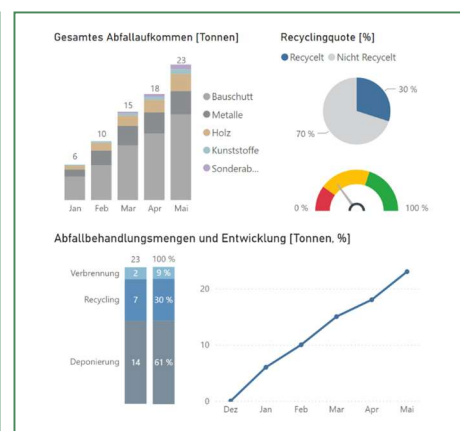
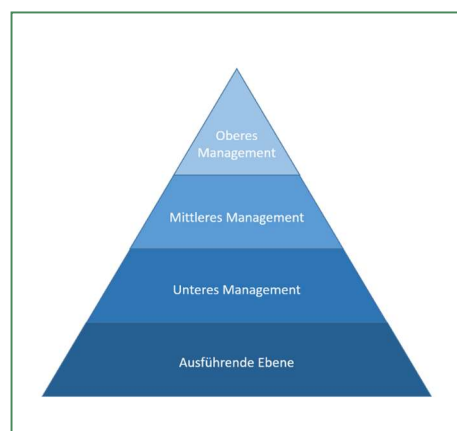


# MASTERARBEIT



## KONZEPTION EINES DASHBOARDS FÜR DAS CONTROLLING VON BETONARBEITEN

Kreer Lukas, BSc

Vorgelegt am  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Betreuer  
Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer, BSc

Mitbetreuender Assistent  
Dipl.-Ing. Michael Dollmann, BSc

Graz am 29. Oktober 2024





Lukas Kreer, BSc

## **Konzeption eines Dashboards für das Controlling von Betonarbeiten**

### **MASTERARBEIT**

Zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Wirtschaftsingenieurwesen — Bauwesen

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer, BSc

Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Dipl.-Ing. Michael Dollmann, BSc

Graz, Oktober 2024





## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....  
.....  
(Unterschrift)

## STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, .....  
date .....  
(signature)



## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ein besonderer Dank gebührt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, Heidi Kreer und Sebastian Kreer, die mich während meiner gesamten Ausbildungszeit hindurch immens unterstützt und ermutigt haben, die anspruchsvollen Studienphasen zu meistern. Auch meiner Freundin Michelle, danke ich von Herzen für ihren Beistand während herausfordernder Prüfungszeiten und ihr großes Verständnis für meine zeitlichen Einschränkungen.

Ein großer Dank gebührt außerdem der Firma Starmann Group GmbH und der Firma roosi GmbH für ihre Unterstützung und die Möglichkeiten, die wesentlich zum Ergebnis dieser Arbeit beigetragen haben.

Für die wertvolle Betreuung auf universitärer Seite danke ich Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Kummer, BSc., der stets bemüht war, nicht nur Wissen zu vermitteln, sondern auch die Entwicklung der Studierenden zu fördern. Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ralph Jakob Stöckl, BSc. und Herrn Dipl.-Ing. Michael Dollmann, BSc. bedanken, die mich während der Erstellung meiner Masterarbeit mit ihren wertvollen Ratschlägen unterstützt haben.

Graz, Oktober 2024

---

(Unterschrift des Studierenden)

## Kurzfassung

Diese Masterarbeit konzentriert sich auf die Identifikation und Visualisierung relevanter Kennzahlen für die operative Steuerung von Betonarbeiten auf Baustellen. Dashboards dienen als Instrument, um mithilfe von Daten schnellere und fundierte Entscheidungen treffen zu können.

Innovative Technologien sind entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit. Der Einsatz von Sensoren und IoT-Geräten erzeugt z.B. eine Vielzahl von Daten, die im gesamten Projektlebenszyklus eine wichtige Rolle spielen. Daten-Technologien werden die Bestandssicherung von Bauunternehmen maßgeblich beeinflussen.

Diese Masterarbeit soll hierbei einen Beitrag leisten, indem ein Fokus auf die Betonarbeiten einer Baustelle gelegt wird. Es werden Kennzahlen aus der Literatur identifiziert, welche den (Miss-)Erfolg der Betonierprozesse sichtbar machen können. Ebenso erfolgt eine Visualisierung in Form von Dashboards.

Aus diesem Grund widmet sich die Arbeit zu Beginn den theoretischen Grundlagen von Business Intelligence (BI) und einer Übersicht über die Projektphasen sowie Stakeholder im Bau-Projektmanagement. Dabei werden maßgebende Stakeholder in der Ausführungsphase identifiziert und ihre Anforderungen an eine BI-Lösung definiert. Im weiteren Verlauf werden operative Controlling-Kennzahlen für die effektive Steuerung von Hochbauprojekten, insbesondere Betonarbeiten, identifiziert. Kennzahlen bieten dabei die Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge einfach und verständlich in quantitativer Weise auszudrücken. Somit bilden sie die Grundlage für unternehmerisches Denken, Entscheiden und Handeln.

Im letzten Kapitel wird auf Basis dieser Ergebnisse ein Dashboard-Konzept für das Monitoring von Betonarbeiten entwickelt und als Mockup mit *Microsoft Power BI* umgesetzt.

## Abstract

This master's thesis focuses on identifying and visualizing key performance indicators (KPIs) for the operational management of concrete work on construction sites. Dashboards are utilized as tools to enable faster and more informed decision-making through data.

Innovative technologies are crucial for maintaining competitiveness. The use of sensors and IoT devices generates substantial data that is vital throughout the entire project lifecycle. Data technologies significantly influence the sustainability of construction companies.

This thesis aims to contribute by emphasizing concrete work on construction sites. KPIs from the literature are identified to make the (in)succes of concrete processes visible. These KPIs are then visualized through dashboards.

The thesis begins by exploring the theoretical foundations of Business Intelligence (BI) and providing an overview of project phases and stakeholders in construction project management. Key stakeholders in the execution phase are identified, and their requirements for a BI solution are defined. Subsequently, operational controlling KPIs for the effective management of building construction projects, especially concrete works, are identified. These KPIs offer the capability to express complex relationships in a simple and comprehensible quantitative manner, forming the basis for strategic thinking, decision-making, and action.

In the final chapter, a dashboard concept for monitoring concrete works is developed and implemented as a mockup using *Microsoft Power BI*.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
1.1	Situationsanalyse.....	2
1.2	Zielsetzung .....	3
1.3	Vorgehensweise .....	4
1.4	Gliederung.....	5
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1	Datengesteuerte Entscheidungen .....	6
2.2	Logik versus Intuition .....	9
2.3	Business Intelligence .....	10
2.4	Ausgewählte Software: Microsoft Power BI.....	13
<b>3</b>	<b>Projektphasen und Stakeholder</b>	<b>16</b>
3.1	Projektphasen.....	16
3.2	Der Stakeholder-Ansatz.....	19
3.3	Stakeholder-Management.....	20
3.3.1	Stakeholder-Identifizierung.....	21
3.3.2	Stakeholder-Analyse .....	32
3.3.3	Stakeholder-Anforderungen.....	33
<b>4</b>	<b>Kennzahlen</b>	<b>40</b>
4.1	Grundlagen zu Kennzahlen.....	40
4.1.1	Kennzahlenarten .....	41
4.1.2	Beziehungen zwischen Kennzahlen .....	42
4.1.3	Verwendung von Kennzahlen.....	43
4.1.4	Kennzahlensysteme .....	44
4.1.5	Bestandteile von Kennzahlen .....	46
4.2	Instrumente des operativen Projektcontrollings.....	47
4.2.1	SOLL-IST-Vergleiche .....	48
4.2.2	Earned Value Analyse.....	52
4.3	Steuerung von Hochbauprojekten.....	54
4.3.1	Kennzahlengruppen für Hochbauprojekte.....	54
4.3.2	Kennzahlen für Hochbauprojekte.....	64
4.4	Steuerung von Betonarbeiten .....	72
4.4.1	Festlegung von Kennzahlengruppen für Betonarbeiten .....	73
4.4.2	Kennzahlen für Betonarbeiten .....	76
4.5	Inputparameter: Digitaler Lieferschein.....	83
<b>5</b>	<b>Dashboard</b>	<b>89</b>
5.1	Funktion und Mehrwert von Dashboards.....	89
5.2	Scope of Work .....	91
5.3	Dashboard-Konzept.....	95
5.3.1	Konzept 1: Beschaffung .....	95
5.3.2	Konzept 2: Produktion .....	99
5.3.3	Konzept 3: Abtransport und Entsorgung .....	103
5.4	Fazit .....	109
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>110</b>
6.1	Zusammenfassung .....	110
6.2	Ausblick .....	112

<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>115</b>
7.1	Bücher .....	115
7.2	Fachartikel .....	118
7.3	Internetquellen .....	119
7.4	Dissertationen .....	121
7.5	Masterarbeiten .....	121
7.6	Verordnung .....	121
7.7	Skriptum .....	121
7.8	Kurse .....	122
<b>A.1</b>	<b>Anhang 1 Scope of work</b>	<b>123</b>
<b>A.2</b>	<b>Anhang 2 Kennzahlen</b>	<b>125</b>
A.2.1	Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	125
A.2.2	Kennzahlen für Betonarbeiten .....	132
<b>A.3</b>	<b>Anhang 3 Dashboard-Konzepte</b>	<b>138</b>
A.3.1	Dashboard-Konzept für Beschaffung .....	138
A.3.2	Dashboard-Konzept für Produktion .....	139
A.3.3	Dashboard-Konzept für Abtransport und Entsorgung .....	140
<b>A.4</b>	<b>Anhang 4 Dashboard-Mockups</b>	<b>141</b>
A.4.1	Dashboard-Mockup für Beschaffung .....	141
A.4.2	Dashboard-Mockup für Produktion .....	142
A.4.3	Dashboard-Mockup für Abtransport und Entsorgung .....	143

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Zielsetzung der Arbeit .....	3
Abbildung 1-2 Kapitelstruktur der Masterarbeit .....	5
Abbildung 2-1 Theorie der begrenzten Rationalität .....	7
Abbildung 2-2 Daten, Informationen, Wissen und Weisheit .....	9
Abbildung 2-3 Enge und weite BI-Definition .....	12
Abbildung 2-4 Einsatzfelder von BI-Anwendungssystemen .....	13
Abbildung 2-5 Prozess zur Verarbeitung und Weitergabe von Informationen .....	15
Abbildung 3-1 Projektphasen .....	16
Abbildung 3-2 Darstellung Stakeholder und Stakeholdergruppen .....	19
Abbildung 3-3 Stakeholder-Management Prozess .....	21
Abbildung 3-4 Exemplarische Aufteilung der Hierarchieebenen eines Baukonzerns .....	27
Abbildung 3-5 Exemplarische Auflistung der Stakeholder eines Baukonzerns .....	28
Abbildung 3-6 Darstellung der Verantwortlichkeiten der Hierarchieebenen .....	32
Abbildung 3-7 Zielsystem von Bauprojekten .....	39
Abbildung 4-1 Gliederung von Kennzahlen .....	41
Abbildung 4-2 Beziehungen zwischen Kennzahlen .....	42
Abbildung 4-3 Verwendung von Kennzahlen .....	43
Abbildung 4-4 Anforderungen an Kennzahlensysteme .....	45
Abbildung 4-5 Prozessablauf SOLL-IST-Vergleiche .....	49
Abbildung 4-6 Die acht Schritte des Projektcontrollings .....	51
Abbildung 4-7 Earned Value Analyse (Kosten-Zeit-Diagramm) .....	53
Abbildung 4-8 Dreidimensionales Produktionssystem .....	55
Abbildung 4-9 Kennzahlengruppen zur Steuerung von Hochbauprojekten .....	56
Abbildung 4-10 Kosten SOLL-IST-Vergleich .....	58
Abbildung 4-11 Stundencontrolling durch BAS .....	59
Abbildung 4-12 Termin SOLL-IST-Vergleich .....	61
Abbildung 4-13 Differenzierungen der Aufwandswertenzierungen .....	63
Abbildung 4-14 Festgelegte Kennzahlengruppen zur Steuerung von Betonarbeiten .....	73
Abbildung 4-15 Exemplarischer Lieferschein für Transportbeton .....	84
Abbildung 4-16 KI-Pipeline (OCR) zum Digitalisieren von Lieferscheinen .....	85
Abbildung 4-17 OCR Output eines Lieferscheins im JSON Format .....	86
Abbildung 4-18 Webanwendung für digitale Lieferscheine (SDaC) .....	87
Abbildung 5-1 Exemplarisches Scope of Work – Seite 1 .....	93
Abbildung 5-2 Exemplarisches Scope of Work – Seite 2 .....	94
Abbildung 5-3 Dashboard-Konzept Beschaffung .....	95
Abbildung 5-4 Dashboard-Konzept Produktion .....	100
Abbildung 5-5 Dashboard-Konzept Abtransport und Entsorgung .....	104
Abbildung 6-1 Dashboard-Mockup Beschaffung .....	113



Abbildung 6-2 Dashboard-Mockup Produktion.....	113
Abbildung 6-3 Dashboard-Mockup Abtransport und Entsorgung.....	114

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 Exemplarische Stakeholder eines Hochbauprojekts in der Ausführung .	22
Tabelle 4-1 Exemplarische Kosten-Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	66
Tabelle 4-2 Exemplarische Stunden-Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	67
Tabelle 4-3 Exemplarische Termin-Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	68
Tabelle 4-4 Exemplarische Mengen-Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	69
Tabelle 4-5 Exemplarische Aufwands-Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	70
Tabelle 4-6 Exemplarische Qualitäts-Kennzahlen für Hochbauprojekte .....	71
Tabelle 4-7 Beschaffungs-Kennzahlen für Betonarbeiten .....	77
Tabelle 4-8 Produktions-Kennzahlen für Betonarbeiten .....	79
Tabelle 4-9 Abtransport- und Entsorgungs-Kennzahlen für Betonarbeiten .....	81

## Abkürzungsverzeichnis

<b>BAS</b>	Bauarbeiterschlüssel
<b>BI</b>	Business Intelligence
<b>BIM</b>	Building Information Modeling
<b>BSC</b>	Balanced Scorecard
<b>CEO</b>	Chief Executive Officer
<b>ERP</b>	Enterprise-Resource-Planning
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EVA</b>	Earned Value Analyse
<b>GB</b>	Gigabyte
<b>IBCS</b>	International Business Communication Standards
<b>IT</b>	Informationstechnik
<b>IoT</b>	Internet of Things
<b>JPEG</b>	Joint Photographic Experts Group - Norm
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>KI</b>	Künstliche Intelligenz
<b>LV</b>	Leistungsverzeichnis
<b>MIS</b>	Management-Information-System
<b>MS</b>	Microsoft
<b>OCR</b>	Optical Character Recognition
<b>OLAP</b>	Online analytical processing
<b>PDF</b>	Portable Document Format
<b>PNG</b>	Portable Network Graphics
<b>PPH</b>	Projektphasen
<b>PPTX</b>	PowerPoint Präsentation im XML-Format (extensible Markup Language)
<b>QG</b>	Quality Gates
<b>SaaS</b>	Software-as-a-Service
<b>SDaC</b>	Smart Design and Construction
<b>SE</b>	System Engineering
<b>SOW</b>	Scope of work
<b>SQL</b>	Structured Query Language

### Sonderzeichen

€	Euro
%	Prozent

## 1 Einleitung

Dieses Kapitel verschafft einen Überblick über die vorliegende Masterarbeit. Dabei beginnt es mit einer Situationsanalyse und der anschließenden Zielsetzung, welche die Grundlage dieser Arbeit bildet. Des Weiteren wird die Vorgehensweise beschrieben und abschließend eine grafische Übersicht über die gewählte Kapitelstruktur gegeben.

### 1.1 Situationsanalyse

In der heutigen technologiegetriebenen Welt ist es für Unternehmen unerlässlich, innovative Technologien einzusetzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, insbesondere in der Bauindustrie. Durch den verstärkten Einsatz von beispielsweise Sensoren und IoT-Geräten generiert die Bauindustrie zunehmend mehr Daten. Data Analytics spielt daher eine immer wichtigere Rolle im gesamten Projektlebenszyklus. Entscheidungsorientierte Datenanalysen ermöglichen es, Engpässe oder Probleme frühzeitig zu identifizieren, den Materialbedarf genauer zu prognostizieren und die Ressourcenallokation zu verbessern. Dadurch wird die Überwachung und Steuerung des Projektfortschritts optimiert.

Das enorme Potenzial hierbei und die Vielfalt datengesteuerter Entscheidungen im Bauwesen sind offensichtlich. Um jedoch aussagekräftige Erkenntnisse für Bauunternehmen oder Bauprojekte zu gewinnen, sind qualitative und hochwertige Daten entscheidend, ebenso wie die zugrundeliegende Controlling-Struktur. Durch die gezielte Auswahl relevanter Kennzahlen wird der Fokus auf die wichtigen Daten gelenkt, was den Prozess der Suche nach qualitativ hochwertigen Daten effizienter macht. In den letzten zehn Jahren hat die Baubranche einen starken Anstieg in papierlosen Arbeitsabläufen und der Abschaffung veralteter Methoden im Dokumentenmanagement erlebt. Diese Entwicklung ist nicht nur wichtig für die Optimierung der Dokumentation und Informationssicherheit, sondern bildet auch die Grundlage für entscheidende Unternehmens- und Projektstrategien.

Die Nutzung von Daten-Technologien und die Datenverarbeitung werden einen maßgeblichen Einfluss auf die langfristige Bestandssicherung und Wettbewerbsfähigkeit von Bauunternehmen haben. Daher ist es von großer Bedeutung, sich frühzeitig mit diesen Themen auseinanderzusetzen, um in einem zunehmend digitalisierten Markt erfolgreich zu sein.

## 1.2 Zielsetzung

In dieser Masterarbeit wird die Aufgabenstellung in MUSS-, SOLL-, KANN- und NICHT-Ziele unterteilt, um eine präzise Definition der gestellten Anforderungen sowie klare Abgrenzungen der Arbeit zu erreichen.

Das MUSS-Ziel dieser Arbeit besteht darin, die Relevanz von Business Intelligence (BI) für die Bauwirtschaft während der Ausführungsphase zu erläutern. Dabei werden die maßgebenden Stakeholder identifiziert und ihre Anforderungen an eine BI-Lösung definiert.

Das SOLL-Ziel umfasst die Identifizierung von operativen Controlling-Kennzahlen zur effektiven Steuerung eines Hochbauprojekts, mit einem speziellen Fokus auf den Bereich der Betonarbeiten. Basierend auf diesen Kennzahlen wird ein Dashboard-Konzept für das Monitoring der Betonarbeiten erstellt.

Als KANN-Ziel wird die Umsetzung aller erforderlichen Schritte angestrebt, um das Konzept in ein benutzerfreundliches Dashboard-Mockup zu verwandeln. Dabei wird die Technologie *Microsoft Power BI* für die Entwicklung eingesetzt.

Zu den NICHT-Zielen gehören das Programmieren von Schnittstellen zu anderen Softwareprogrammen sowie die Entwicklung einer vollständigen BI-Lösung für ein gesamtes Hochbauprojekt in allen Projektphasen. Diese Bereiche werden nicht behandelt und können z.B. in zukünftigen Forschungsarbeiten weiter behandelt werden.

Die nachfolgende Abbildung 1-1 stellt die zuvor beschriebenen Ziele in einer übersichtlichen Grafik dar.



Abbildung 1-1 Zielsetzung der Arbeit

### 1.3 Vorgehensweise

Zu Beginn dieser Arbeit findet ein Brainstorming zu den Themen Business Intelligence, Stakeholder-Management und Controlling-Dashboards statt. Basierend auf den Ergebnissen wurde eine Mindmap erstellt, um eine bessere Übersicht zu gewährleisten. Während der weiteren thematischen Ausrichtung werden die visualisierten Äste schrittweise um neue Informationen aus der Fachliteratur erweitert. Nach Festlegung des groben Themenschwerpunkts erfolgt die Konkretisierung der Ziele der Masterarbeit und der sich daraus ergebenden Gliederung. Parallel zur Ausarbeitung der genannten Kapitel wird mit dem Verfassen dieser Arbeit begonnen.

Um einen reibungslosen Ablauf bei der Erstellung der Masterarbeit sicherzustellen, werden insbesondere die Elemente des System Engineering (SE) angewendet. Das Systemdenken sowie das Vorgehensmodell sind dabei die zentralen Themen der sogenannten SE-Philosophie und bilden den geistigen Überbau der Methodik.<sup>1</sup>

Der Systemansatz bildet die Grundlage des Systemdenkens. Dieser Ansatz besagt, dass komplexe Zusammenhänge mithilfe von Systemmodellen als vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit dargestellt werden können. Ein Betonmischer kann beispielsweise als zusammenhängendes System mit den Elementen Trommel, Mischblätter, Motor, Getriebe usw. gesehen werden. Das System Engineering wird insbesondere genutzt, um die Systemgestaltung bei der Analyse, Strukturierung und Abgrenzung des Problemfeldes zu erleichtern und bei der Lösungssuche zu unterstützen.<sup>2</sup>

Das Vorgehensmodell, das zum zweiten Teil der SE-Philosophie gehört, umfasst weiterführend die folgenden vier Grundgedanken:<sup>3</sup>

- **Vorgehensprinzip „Vom Groben zum Detail“:** Durch schrittweises Eingrenzen des Betrachtungsfeldes werden potenzielle Probleme berücksichtigt, die sonst leicht übersehen werden könnten.
- **Prinzip der Variantenbildung:** Dieses Prinzip berücksichtigt mehrere Lösungsansätze und Varianten, anstatt die erste Option zu wählen.
- **Prinzip der Phasengliederung als Makro-Logik:** Mithilfe einer Gliederung in Teiletappen (Projektphasen) erhält man einen Überblick über den fortschreitenden Prozessstand.
- **Problemlösungszyklus als Mikro-Logik:** In jeder Phase des Projektverlaufs wird der Problemlösungszyklus als Mikro-Logik angewendet, um die Problemlösung zu verbessern.

<sup>1</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. In: Bautechnik, 11/2012. S. 2.

<sup>2</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. In: Bautechnik, 11/2012. S. 2.

<sup>3</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. In: Bautechnik, 11/2012. S. 2f.

## 1.4 Gliederung

Die Masterarbeit gliedert sich in sechs Kapitel, wie in Abbildung 1-2 übersichtsweise dargestellt. Das erste Kapitel führt in die Arbeit ein und leitet direkt zum zweiten Kapitel über. Dort stehen die theoretischen Grundlagen von Business Intelligence (BI) im Fokus, wobei die Bedeutung von BI sowie datengesteuerten Entscheidungen in der Bauwirtschaft anhand von Literatur- und Internetrecherchen verdeutlicht wird. Zudem stellt das Kapitel die wichtigsten Aspekte der Daten-Technologie *Microsoft Power BI* vor.

Das dritte Kapitel bietet einen groben Überblick über die einzelnen Projektphasen im Bau-Projektmanagement und erklärt den Begriff „Stakeholder“. Es werden relevante Stakeholder in der Ausführungsphase von Hochbauprojekten identifiziert und deren Anforderungen an eine BI-Lösung analysiert.

Im vierten Kapitel liegt der Schwerpunkt auf den Grundlagen von Kennzahlen sowie den wichtigsten Instrumenten des operativen Projektcontrollings. Außerdem werden Kennzahlengruppen für die Steuerung von Hochbauprojekten und Betonarbeiten erarbeitet und relevante Controlling-Kennzahlen identifiziert sowie praxisgerecht aufbereitet.

Das fünfte Kapitel behandelt die Funktion und den Mehrwert von Dashboards und erläutert das Dokument „Scope of Work“ (SOW). Anschließend werden das SOW für die BI-Lösung dieser Arbeit erstellt und das Dashboard-Konzept für das Controlling von Betonarbeiten entwickelt.

Auf Basis dieser Konzeption entstehen Dashboard-Mockups mit *Microsoft Power BI*, die im letzten Kapitel zusammen mit der Zusammenfassung und dem Ausblick präsentiert werden.

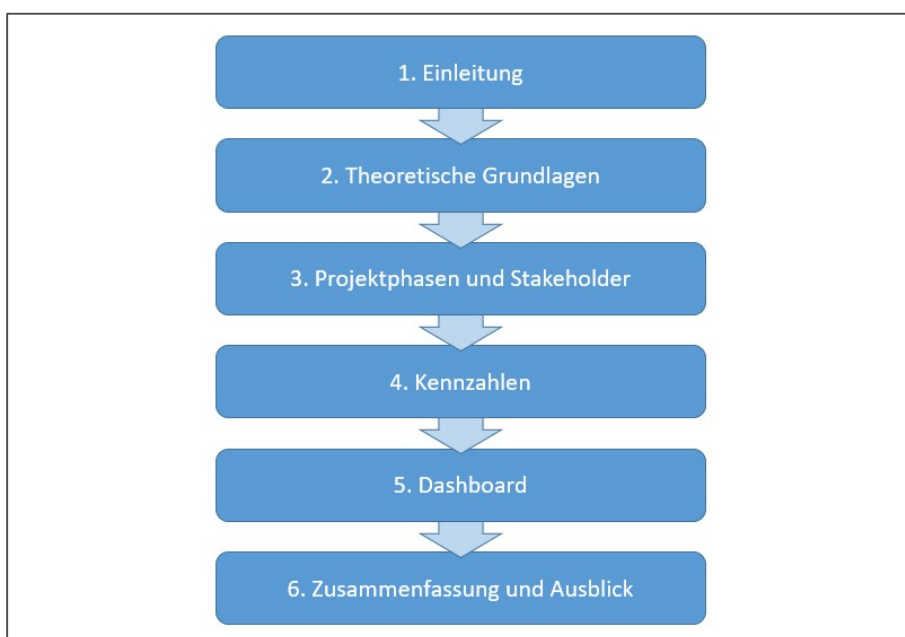


Abbildung 1-2 Kapitelstruktur der Masterarbeit

## 2 Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Konzepte datengesteuerter Entscheidungen, Business Intelligence und das Programm *Microsoft Power BI* behandelt. Ziel ist es, eine solide Wissensbasis zu schaffen und dabei das vorhandene, teils enorme, Potenzial dieser Ansätze für die Bauindustrie zu verdeutlichen.

### 2.1 Datengesteuerte Entscheidungen

Von der Ausschreibungsphase bis zum Abschluss eines Bauprojekts stehen täglich zahlreiche Entscheidungen im Bauprozess an. Diese umfassen u.a. die Projektausführung, die Wahl technischer Lösungen, die Risikobewertung hinsichtlich Kosten und Zeitplänen, die Vergabe von Unteraufträgen sowie die Auswahl von Lieferant\*innen und Mitarbeitenden.

In einer Branche wie dem Baugewerbe, die Änderungen oft skeptisch gegenübersteht und wo die Kosten für spätere Anpassungen im Projektverlauf beträchtlich sind, ist es entscheidend, möglichst viele richtige Entscheidungen zu treffen.<sup>4</sup> Dies gilt nicht nur für die frühen Phasen eines Projekts, sondern auch für jede bedeutende Aktivität während des gesamten Prozesses. Damit wird sichergestellt, dass das Projekt effizient und erfolgreich abgeschlossen werden kann.

Um eine fundierte Entscheidung zu treffen, sollten Entscheidungsträger alle relevanten Informationen erhalten, einschließlich Fakten, Konsequenzen und Prognosen.<sup>5</sup> Obwohl dies keine Gewähr für das erwartete Ergebnis darstellt, steigert eine informierte Entscheidung die Aussicht auf positive Ergebnisse. Diese informierten Entscheidungen werden als datengestützte Entscheidungen bezeichnet.<sup>6</sup>

Unternehmen verlassen sich üblicherweise auf die Intuition und Erfahrung ihrer Führungskräfte, wenn es um Entscheidungen geht. Insbesondere wenn Daten schwer zugänglich oder teuer in digitaler Form zu beschaffen sind. Jedoch hat sich dieser auf Intuition basierende Ansatz als wenig effizient erwiesen. Die Gefahr besteht darin, dass Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt verlieren könnten, sofern sie nicht eine neue Strategie einführen, die es ermöglicht, ungenutzte Daten systematisch zu verarbeiten und daraus nützliche Informationen zu generieren.<sup>7</sup>

*Lu et al.* betonen beispielsweise, dass das Management darauf abzielen sollte, informierte und rationale Entscheidungen zu treffen, anstatt zwang-

<sup>4</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 134.

<sup>5</sup> Vgl.: AMENDOLA, A.: Recent paradigms for risk informed decision making. S. 17ff.

<sup>6</sup> Vgl.: PROVOST, F.; FAWCETT, T.: Data science and its relationship to Big Data and data-driven decision making. S. 51ff.

<sup>7</sup> Vgl.: MARQUEZ, F.; LEV, B.: Big Data Management. S. 58ff.



haft nach vollkommen korrekten Entscheidungen zu streben. Dies bedeutet, dass Entscheidungsträger sich der Fakten, Auswirkungen und Konsequenzen ihrer Entscheidungen bewusst sein sollten, auch wenn die tatsächlichen Ergebnisse später von den Prognosen abweichen.<sup>8</sup>

Des Weiteren argumentieren *Lu et al.*, dass Entscheidungen gemäß der Theorie der begrenzten Rationalität unter drei Einschränkungen getroffen werden, wie in Abbildung 2-1 Theorie der begrenzten Rationalität dargestellt. Erstens existiert eine Begrenzung in Bezug auf die verfügbaren Informationen über mögliche Alternativen und deren Konsequenzen. Zweitens gibt es eine Einschränkung in der Fähigkeit, die bereitgestellten Informationen zu analysieren. Drittens steht eine zeitliche Begrenzung für den Entscheidungsprozess im Raum.<sup>9</sup>

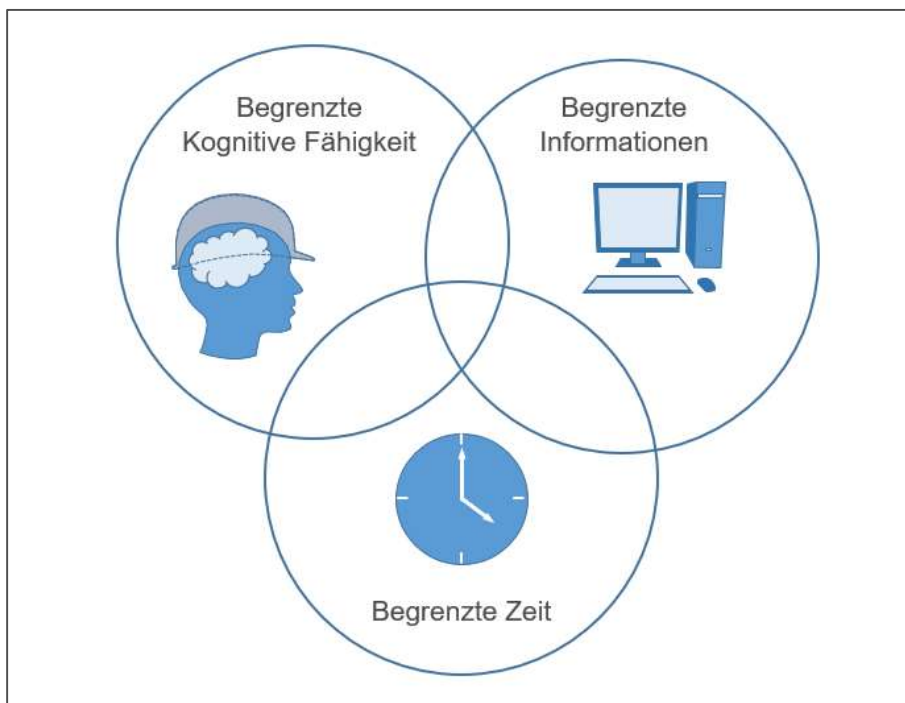


Abbildung 2-1 Theorie der begrenzten Rationalität<sup>10</sup>

Die Theorie der begrenzten Rationalität erklärt, wie Menschen in der realen Welt Entscheidungen unter Berücksichtigung von drei Limitationen treffen. Externe Limitationen beziehen sich auf unvollkommenes Wissen über die äußere Welt, während interne Limitationen die Verarbeitung großer Datenmengen begrenzen. Diese Limitationen beeinflussen den Entscheidungsprozess. Das führt in der komplexen Welt der Bauprojekte somit zwangsläufig zu Fehleinschätzungen und Kosten, sowohl finanziell als

<sup>8</sup> Vgl.: LU, W.; LAI, C.; TSE, T.: BIM and Big Data for Construction Cost Management. S. 98f.

<sup>9</sup> Vgl.: LU, W.; LAI, C.; TSE, T.: BIM and Big Data for Construction Cost Management. S. 98f.

<sup>10</sup> In Anlehnung an: LU, W.; LAI, C.; TSE, T.: BIM and Big Data for Construction Cost Management. S. 99.

auch nicht-finanziell. Unter den Bedingungen unvollkommener Informationen, begrenzter Ressourcen und eingeschränkter Informationsverarbeitung sehen sich Organisationen gezwungen, suboptimale Entscheidungen zu treffen.<sup>11</sup>

*Marwala* definiert rationale Entscheidungsfindung als einen optimierten Prozess, der auf relevanten Informationen basiert. Genauigkeit und zeitnahe Informationsbereitstellung sind entscheidend für fundierte und realistische Entscheidungen.<sup>12</sup> Immer mehr Unternehmen verlagern ihre strategische Intelligenz von einem intuitiven Ansatz hin zu einem detaillierten und systematischen Vorgehen. Dieser Wandel ist notwendig, um die Qualität sowie Geschwindigkeit von Entscheidungen zu steigern und die mittel- und langfristige Gesamtleistung zu fördern.<sup>13</sup>

Durch die Einführung spezifischer und automatisierter Prozesse haben Organisationen die Möglichkeit, die Ergebnisse der Datenverarbeitung in praxisrelevante Informationen, Wissen und letztendlich in Weisheit zu transformieren. Dies wird in Abbildung 2-2 verdeutlicht, wo Rohdaten in Form von Zahlenformeln oder Fakten vorliegen können. Die systematische Analyse dieser Rohdaten führt zur Erzeugung von Informationen, während Wissen als fundierte und begründete Form der Information entsteht.<sup>14</sup>

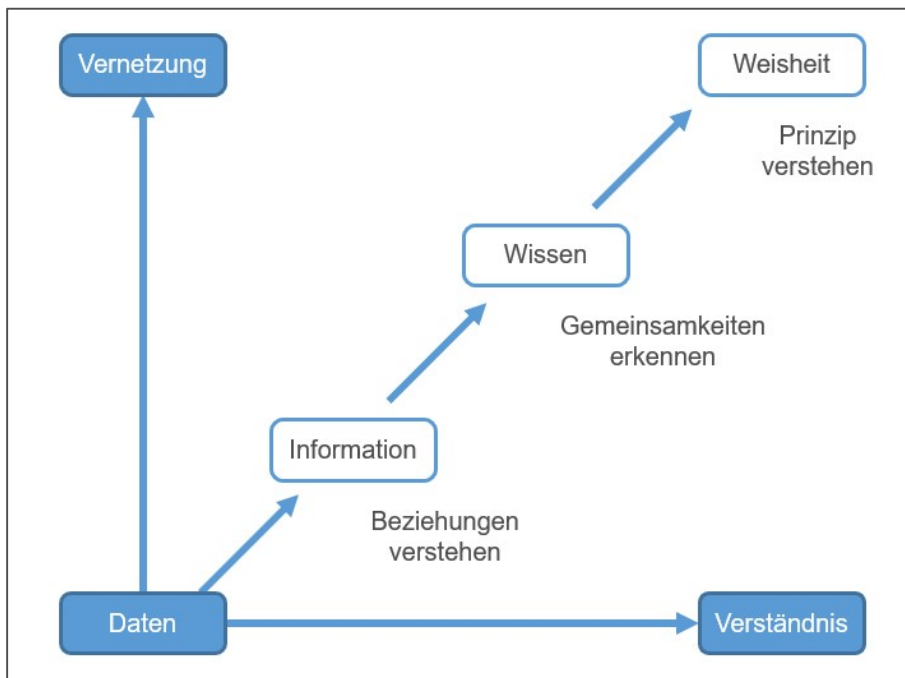
---

<sup>11</sup> Vgl.: LORKOWSKI, J.; KREINOVICH, V.: Bounded rationality in decision making under uncertainty: towards optimal granularity. S. 1ff.

<sup>12</sup> Vgl.: MARWALA, T.: Artificial intelligence techniques for rational decision making. S. 2f.

<sup>13</sup> Vgl.: MARQUEZ, F.; LEV, B.: Big Data Management. S. 50f.

<sup>14</sup> Vgl.: LU, W.; LAI, C.; TSE, T.: BIM and Big Data for Construction Cost Management. S. 97f.

Abbildung 2-2 Daten, Informationen, Wissen und Weisheit<sup>15</sup>

Durch leicht zugängliche und verständliche Daten können die Verantwortlichen Muster, Beziehungen und Fakten identifizieren. Diese Fähigkeit ermöglicht es ihnen, ein tiefgehendes Verständnis über den aktuellen Geschäfts- sowie Projektstatus zu entwickeln und entsprechend zu handeln<sup>16</sup>. Die Bereitstellung von datenbasierten Berichten, die sowohl den abgeschlossenen als auch den Echtzeit-Status der Arbeit widerspiegeln, versetzt sie in eine verbesserte Position, um rationale Entscheidungen treffen zu können.<sup>17</sup>

## 2.2 Logik versus Intuition

*De Wit* weist darauf hin, dass Manager\*innen im Entscheidungsprozess mit den gegensätzlichen Prinzipien von Logik und Intuition konfrontiert werden. Intuition basiert auf implizitem Wissen und langjähriger Erfahrung, während logisches Denken auf nachweisbaren Fakten und der Nutzung von Informationen von anderen Beteiligten beruht.<sup>18</sup> Er argumentiert, dass strategische Führungskräfte, die ausschließlich auf ihre Intuition vertrauen, das Risiko voreingenommener und unzuverlässiger Entscheidungen eingehen könnten. Stattdessen sollten sie beide Denkansätze kombinieren, obwohl sie gegensätzlich sind. Das kann beispielsweise durch eine

<sup>15</sup> In Anlehnung an: LU, W.; LAI, C.; TSE, T.: BIM and Big Data for Construction Cost Management. S. 98.

<sup>16</sup> Vgl.: DAVEPORT, T.: Big Data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities. S. 1ff.

<sup>17</sup> Vgl.: MARQUEZ, F.; LEV, B.: Big Data Management. S. 50f.

<sup>18</sup> Vgl.: DE WIT, B.: Strategy-An International Perspective. S. 59ff.

Verbindung von intuitivem Denken mit faktenbasierten, rationalen Analysen erreicht werden. Dies ist besonders wichtig bei strategischen Entscheidungen, die eine sorgfältige Durchführung erfordern, um intuitive Verzerrungen und negative Auswirkungen, wie eine Verschlechterung der Wettbewerbsposition durch eine ungeeignete Strategie, zu minimieren.<sup>19</sup>

Strateg\*innen und Manager\*innen stehen vor der Herausforderung, paradoxe Denkweisen zu vereinen. Die Frage, ob logisches Denken oder intuitive Prozesse dominieren sollten, ist nicht einfach zu beantworten. *De Wit* schlägt hierbei verschiedene Möglichkeiten vor, mit diesem Paradox umzugehen. Eine davon ist die Anwendung der Parallelverarbeitung. Dabei unterteilt das Management die Prozesse und Aktivitäten der Organisation in separate Kategorien, je nachdem, welches Maß an Logik und Intuition erforderlich ist.<sup>20</sup> Produktions- und Betriebsprozesse profitieren beispielsweise hauptsächlich von analytischem und faktenbasiertem Denken, während Entscheidungen zur Geschäftsentwicklung eher intuitiv getroffen werden.<sup>21</sup>

### 2.3 Business Intelligence

Business Intelligence (BI) ist ein weit verbreiteter Begriff, der sowohl in der Wissenschaft als auch bei Softwareherstellern und Unternehmen verwendet wird.<sup>22</sup> Im Zuge einer Recherche lassen sich zahlreiche Artikel zu diesem Thema finden, was ein Indikator für die Relevanz des Themas sein kann. Bisher gibt es jedoch keine allgemein akzeptierte Definition für den Begriff „Business Intelligence“. <sup>23</sup> Klar ist, dass dieser Begriff dem Bereich der Wirtschaftsinformatik zugeordnet wird.<sup>24</sup>

Für eine Definition kann dabei *Mertens* herangezogen werden, welcher eine Vielzahl potenzieller Definitionen herausgearbeitet hat, dabei ergeben sich folgende Optionen:<sup>25</sup>

1. BI als Fortsetzung der Daten und Informationsverarbeitung: Informationsverarbeitung für die Unternehmensleitung;
2. BI als Filter in der Informationsflut: Informationslogistik;
3. BI = MIS (Management-Information-System), aber besonders schnelle/ flexible Auswertung;

<sup>19</sup> Vgl.: DE WIT, B.: Strategy-An International Perspective. S. 59ff.

<sup>20</sup> Vgl.: DE WIT, B.: Strategy-An International Perspective. S. 59ff.

<sup>21</sup> Vgl.: DE WIT, B.: Strategy-An International Perspective. S. 59ff.

<sup>22</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 405.

<sup>23</sup> Vgl.: SCHRÖDL, H.: Business Intelligence mit Microsoft SQL Server 2008. S.9.

<sup>24</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 406.

<sup>25</sup> MERTENS, P.: Business Intelligence - ein Überblick, Arbeitspapier. S.4.

4. BI als Frühwarnsystem;
5. BI = Data Warehouse;
6. BI als Informations- und Wissensspeicherung und
7. BI als Prozess: Symptomerhebung Diagnose » Therapie » Prognose » Therapiekontrolle.

Die meisten dieser Varianten zeigen jedoch, dass die Definitionen häufig durch die verwendeten Systeme abgegrenzt werden. Die betriebswirtschaftlichen Managementmethoden und Steuerungsaufgaben kommen hierbei oft nicht zur Sprache.<sup>26</sup> Nach Schön wird der Begriff daher alternativ wie folgt definiert:<sup>27</sup>

*„Business Intelligence ist die Integration von fachlichen Managementmethoden, IT-Verfahren und analytischen Prozessen, die sowohl die Aufbereitung und Bereitstellung von Daten als auch die Aufdeckung relevanter Zusammenhänge sowie die Kommunikation der gewonnenen Erkenntnisse zur Entscheidungsunterstützung für das Management umfassen und hierzu für die Planung, die Analysen und die Prognosen leistungsfähige IT wie Data-Warehouse- und Big-Data-Technologie einsetzen.“*

Ein wesentliches Abgrenzungsmerkmal ist hierbei die Betonung der IT-Unterstützung bei Controllingrelevanten Aufgaben. Aus diesem Grund verdeutlicht der Begriff „BI-gestütztes Controlling“ die Integration von betriebswirtschaftlichen Methoden und technischer Umsetzung.<sup>28</sup> Dies wird durch die folgende Definition beschrieben:<sup>29</sup>

*„BI-gestütztes Controlling ist die zielbezogene Entscheidungsunterstützung der Führungskräfte im Unternehmen und hilft dem Management bei den Aufgaben der Planung, Analyse, Steuerung sowie deren Koordination und setzt hierfür leistungsfähige Informationstechnologien im Rahmen von Business Intelligence wie z. B. Data-Warehouse- und Big-Data-Technologie ein.“*

In diesem Zusammenhang bietet das BI-gestützte Controlling eine Klarstellung, wie Business Intelligence das Controlling unterstützt. Dabei verbindet es den Einsatz moderner Informationstechnologien, insbesondere Data-Warehouse- und Big-Data-Technologien, mit den fachlichen Anwendungsmethoden des Controllings für das Management. Diese Herangehensweise entspricht der weiten Definition von Business Intelligence.<sup>30</sup>

---

<sup>26</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 406.

<sup>27</sup> SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 409.

<sup>28</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 410.

<sup>29</sup> SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 410.

<sup>30</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 410.

Abbildung 2-3 verdeutlicht zusammenfassend den Zusammenhang zwischen einer engen und einer weiten Auslegung der Business-Intelligence-Definition.

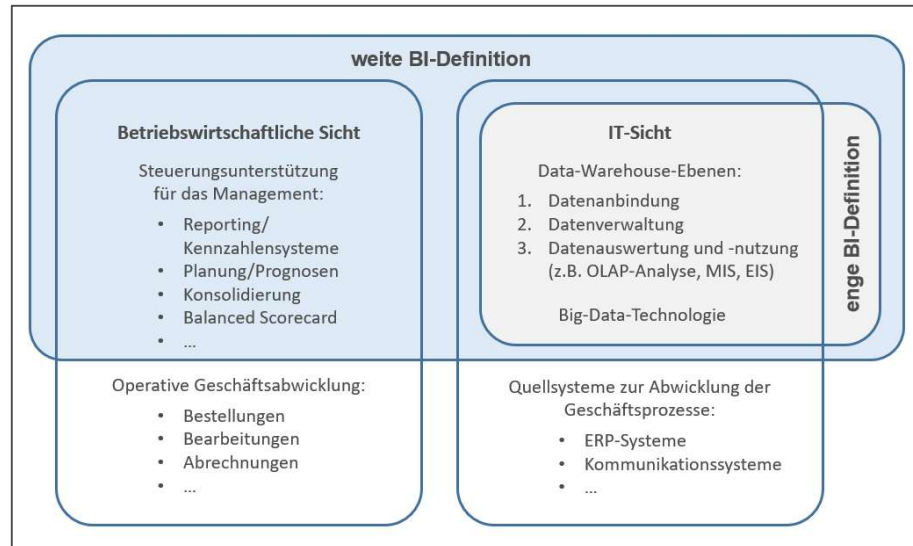
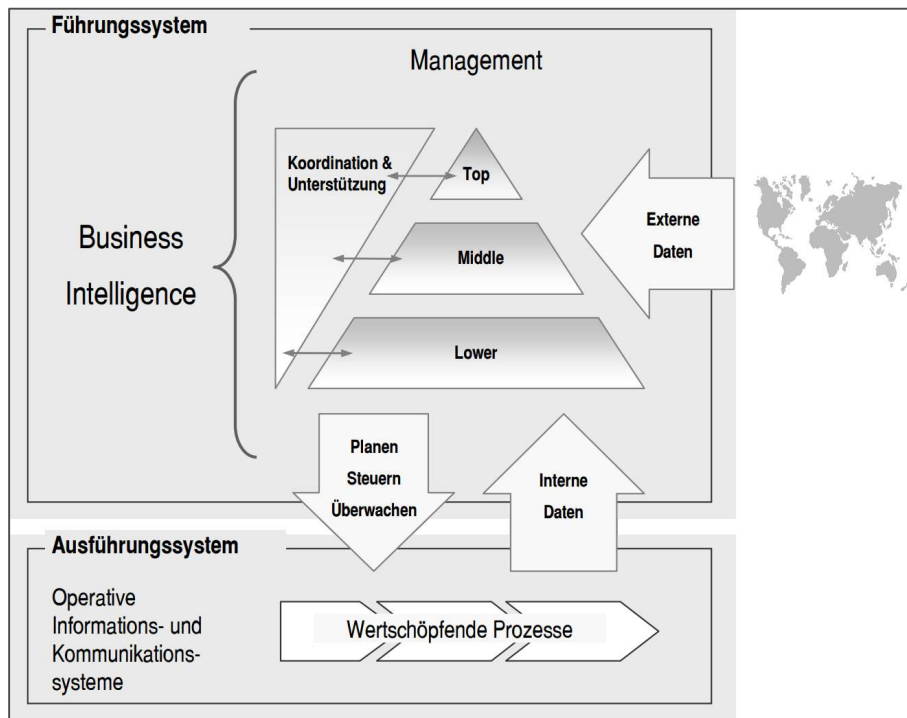


Abbildung 2-3 Enge und weite BI-Definition<sup>31,32</sup>

In Abbildung 2-4 veranschaulicht *Kempner* in einer weiterführenden Betrachtungsweise den Einsatz von BI-Anwendungssystemen für steuernde Tätigkeiten in allen Managementebenen.

<sup>31</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 411.

<sup>32</sup> OLAP: Online Analytical Processing; MIS: Management Information System; EIS: Executive Information System; ERP: Enterprise Resource Planning.

Abbildung 2-4 Einsatzfelder von BI-Anwendungssystemen<sup>33</sup>

In der Abbildung wird Business Intelligence (BI) als ein Führungssystem dargestellt, das die betriebswirtschaftlichen Funktionen wie Planen, Steuern und Überwachen unterstützt. Die wertschöpfenden Prozesse wiederum liefern dabei die Daten- und Informationsgrundlage, mit welcher die BI-Lösung operieren kann, hierbei ist die Quantität sowie Qualität der Daten und Informationen wesentlich. Dabei wird die Verbindung zwischen der IT-Perspektive und den betriebswirtschaftlichen Aspekten deutlich, wodurch der Begriff Business Intelligence zunehmend der weiten Definition entspricht.<sup>34</sup>

In dieser Masterarbeit wird Business Intelligence als ein unterstützendes Instrument betrachtet, das schnelle und fundierte Entscheidungen ermöglicht. Diese Entscheidungen gründen sich auf sorgfältig aufbereiteten Daten, die in benutzerfreundlichen Formaten wie Dashboards, Berichten oder Diagrammen visualisiert werden.

## 2.4 Ausgewählte Software: Microsoft Power BI

Für die Datenverarbeitung und -visualisierung wird in der vorliegenden Arbeit das Programm *Microsoft Power BI* verwendet. Dies ist sowohl eine Software als auch ein „Ökosystem“ von Produkten. Wenn von „Power BI“ die Rede ist, bezieht sich dies normalerweise auf die Desktop-Software.

<sup>33</sup> KEMPER, H.; BAARS, H.; MEHANN, W.: Business Intelligence - Grundlagen und praktischen Anwendungen. S. 9.

<sup>34</sup> Vgl.: SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. S. 412.

Die Ergebnisse werden jedoch oft über den Power BI-Service, eine Software-as-a-Service (SaaS) Lösung, visualisiert und geteilt.<sup>35</sup>

Power BI bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Im Finanzwesen kann es beispielsweise zur automatisierten Erstellung von Gewinn- und Verlustrechnungen (GuV) oder zur Analyse von Kostenverläufen im Zeitverlauf genutzt werden. Im Baugewerbe ermöglicht Power BI die Identifizierung von Abweichungen in den Projektlaufzeiten, basierend auf der Teamzusammensetzung oder geografischen Faktoren. Im Einzelhandel kann es dabei helfen, besonders erfolgreiche Produkte zu identifizieren.<sup>36</sup>

Nach Angaben von Microsoft auf dem *Business Applications Summit 2021* nutzen 97 % der Fortune 500-Unternehmen Power BI in irgendeiner Form. Diese weite Verbreitung verdeutlicht, dass Power BI als Technologie einen beträchtlichen Mehrwert bietet und somit eine lohnende Investition darstellt.<sup>37</sup> Daher erfolgt, basierend auf den genannten Faktoren eine Auswahl zugunsten von *Microsoft Power BI*.

*Microsoft Power BI* bietet eine Vielzahl von Funktionen, die es zu einem leistungsstarken Werkzeug für die Datenanalyse machen.<sup>38</sup>

- **Vielfältiger Datenzugriff:** Power BI ermöglicht den Zugriff auf diverse Datenquellen, einschließlich Excel-Dateien, Datenbanken (wie MS Access und SQL) und Webseiten.
- **Verarbeitung großer Datenmengen:** Im Vergleich zu MS Excel kann Power BI umfangreiche Datensätze handhaben, wobei es derzeit Daten mit einer Größe von bis zu 1 GB pro Datensatz importieren kann.
- **Filterung und Zusammenarbeit:** Die Plattform erlaubt es den Endbenutzer\*innen, individuelle Filter zu erstellen, Daten aus unterschiedlichen Quellen zu aggregieren und interaktiv Diagramme sowie Dashboards zu kommentieren.
- **Gemeinsame Nutzung:** Power BI ist speziell für den gemeinsamen Zugriff konzipiert. Benutzer\*innen benötigen keine lokale Softwareinstallation und können über die Webversion oder mobile Geräte auf Dashboards und Berichte zugreifen.

Abbildung 2-5 illustriert beispielhaft einen möglichen Prozessablauf zur Verarbeitung und Weitergabe wichtiger Informationen in Form von gemeinsamen Berichten.

<sup>35</sup> Vgl.: ARNOLD, J.: Learning Microsoft Power BI: Transforming Data into Insights. S.2.

<sup>36</sup> Vgl.: ARNOLD, J.: Learning Microsoft Power BI: Transforming Data into Insights. S.2.

<sup>37</sup> Vgl.: ARNOLD, J.: Learning Microsoft Power BI: Transforming Data into Insights. S.2.

<sup>38</sup> Vgl.: <https://www.microsoft.com/de-de/power-platform/products/power-bi/?market=de> Datum des Zugriffs: 31.03.2024.



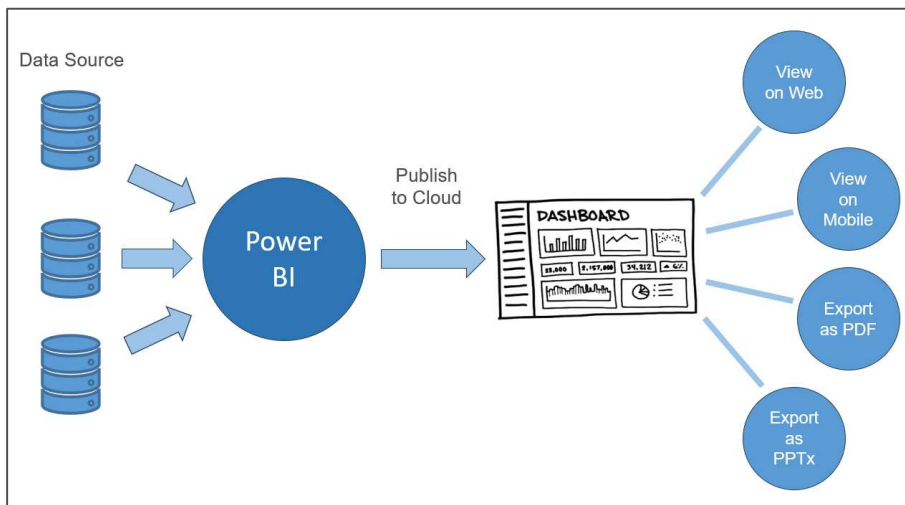


Abbildung 2-5 Prozess zur Verarbeitung und Weitergabe von Informationen<sup>39</sup>

Wie in Abbildung 2-5 ersichtlich, stellt *Microsoft Power BI* eine direkte Verbindung zur gewählten Datenquelle her und unterstützt sowohl den manuellen als auch automatisierten Datenimport. Innerhalb der Software können Daten somit verarbeitet und aufbereitet werden, um sie anschließend in Kennzahlen zu transformieren, die weiterführend beispielsweise in Dashboards integriert werden. Diese werden in die Microsoft Cloud hochgeladen und sind dort zur gemeinsamen Nutzung über verschiedene Ausgabequellen verfügbar. Dies ermöglicht Endanwendern einen schnellen und flexiblen Zugriff auf kritische Informationen. Damit kann eine gemeinsame Nutzung der Daten, von programmierkundigen sowie -unkundigen Personen stattfinden. Hier wird im Zuge der wissenschaftlichen Herangehensweise noch einmal angemerkt, dass es mehrere BI-Lösungen verschiedener Unternehmen gibt und *Microsoft Power BI* hier exemplarisch für den Bereich steht.

<sup>39</sup> In Anlehnung an: ALALI, I.; ALMERI, S.: The application of Big Data technology to improve the information sharing and enhance the decision-making process in construction projects. Masterarbeit. S.16.

### 3 Projektphasen und Stakeholder

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Projektphasen im Bau-Projektmanagement gegeben, gefolgt von einer kurzen Beschreibung der Projektphasen-Eingrenzung für diese Arbeit. Zusätzlich wird eine allgemeine Definition eines Stakeholders präsentiert sowie eine detaillierte Ausarbeitung des Stakeholder-Managements für das BI Dashboard-Konzept vorgestellt. Dabei dient Kapitel 2 als inhaltliche Grundlage.

#### 3.1 Projektphasen

Als Projektphasen werden verschiedene Schritte bezeichnet, die nacheinander durchgeführt werden müssen, um ein Projekt erfolgreich abzuschließen. Im Bau-Projektmanagement gliedert sich dieser Ablauf in fünf Abschnitte (Phasen) und erstreckt sich von der Anforderungsfreigabe bis zur Projektbewertung.<sup>40</sup> Die folgende schematische Darstellung veranschaulicht die Projektphasen anhand eines vollständigen Bauvorhabens.

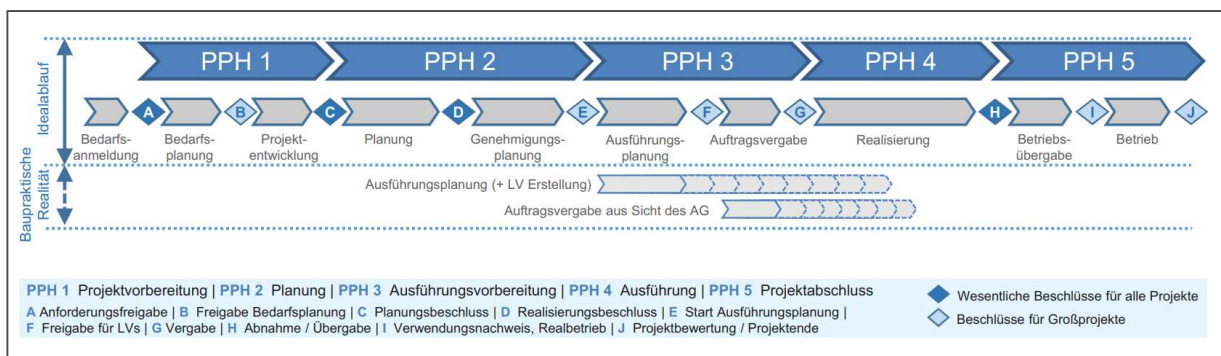


Abbildung 3-1 Projektphasen<sup>41</sup>

Die fünf Projektphasen in Abbildung 3-1 umfassen folgende Bereiche:<sup>42</sup>

- PPH 1 – Projektvorbereitung;
- PPH 2 – Planung;
- PPH 3 – Ausführungsvorbereitung;
- PPH 4 – Ausführung und
- PPH 5 – Projektabschluss.

<sup>40</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 130.

<sup>41</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 130.

<sup>42</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 130.

An den Schnittstellen zwischen diesen Teilbereichen befinden sich sogenannte „Quality Gates“ (QG)<sup>43</sup>. Sie sorgen dafür, dass erst mit der nächsten Projektphase begonnen wird, wenn die wesentlichen Aufgaben der vorherigen Phase erledigt sowie Beschlüsse für die aktuelle Phase gefasst wurden.<sup>44</sup> Diese Qualitätskontrollen bestehen aus den folgenden Maßnahmen:<sup>45</sup>

- QG A – Anforderungsfreigabe;
- QG B – Freigabe Bedarfsplanung;
- QG C – Planungsbeschluss;
- QG D – Realisierungsbeschluss;
- QG E – Start Ausführungsplanung;
- QG F – Freigabe für LVs;
- QG G – Vergabe;
- QG H – Abnahme/Übergabe;
- QG I – Verwendungsnachweis/Realbetrieb und
- QG J – Projektbewertung/Projektende.

Bevor die Projektvorbereitung (PPH 1) beginnt, müssen zuerst eine Projektidee zusammen mit einer Bedarfsanmeldung und einer Anforderungsfreigabe (QG A) erfolgen. Wenn diese ersten Schritte erfolgreich abgeschlossen sind, beginnt die Bedarfsplanung (QG B) sowie die anschließende Projektentwicklung. Die Fertigstellung von PPH1 erfolgt mit dem Planungsbeschluss (QG C).<sup>46</sup>

Im Anschluss wird die Planung (Vorentwurf und Entwurf) eingeleitet, welche nach dem Realisierungsbeschluss (QG D) in die Genehmigungsplanung übergeht. Sobald die Einreichplanung vollendet wurde, wird das Einreichverfahren initiiert und die Planungsphase (PPH 2) beendet.<sup>47</sup>

Nach Erteilung der Baubewilligung wird mit dem Start der Ausführungsplanung (QG E) auch die Ausführungsvorbereitung (PPH 3) begonnen. Ist die Freigabe der Ausführungsplanung positiv, werden die vorhergesehenen Leistungsverzeichnisse erstellt und ausgeschrieben (QG F). Innerhalb der Auftragsvergabe werden die einzelnen Leistungen vergeben (QG G). Entscheidet sich die ausführende Partei (Auftragnehmer) dazu, in das ausgeschriebene Projekt einzusteigen, bereitet sie eine Angebotsunterlage vor, die den Anforderungen und Leistungen der ausschreibenden

---

<sup>43</sup> „Quality Gates“ sind in diesem Zusammenhang Qualitätskontrollen, die erreicht und erfüllt werden müssen, bevor die nächste Projektphase eingeleitet werden kann.

<sup>44</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 130.

<sup>45</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 130.

<sup>46</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 131.

<sup>47</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 131.

Person (Auftraggeber) entspricht. Die Leistungen sollten zu diesem Projektstand bereits eindeutig und vollständig formuliert sein, damit eine Kalkulation sowie Arbeitsvorbereitung durchgeführt werden kann.<sup>48</sup>

Sobald der Auftrag vergeben wurde, beginnt die Realisierung in der Ausführungsphase (PPH 4). Während zu Beginn die Auftraggeberseite einen Informationsvorsprung hinsichtlich des Projekts hat, erlangt im Verlauf der Bauausführung die Auftragnehmerseite zunehmend mehr Kenntnisse und Informationen über den Bauprozess. Zudem verfolgt der oder die Auftragnehmer\*in das Minimalprinzip, indem er\*sie durch ständige Verbesserung des Produktionssystems versucht, die Kosten bei gleichbleibender Qualität zu senken. Nach Fertigstellung der Leistungen erfolgt die Übergabe (QG H) und symbolisiert den Abschluss der Ausführungsphase.<sup>49</sup>

Das Erreichen dieses Quality Gates wird auch als technischer Projektabschluss bezeichnet und leitet die Betriebsübergabe innerhalb der Projektabschlussphase (PPH 5) ein. An dieser Stelle werden noch ausstehende Abrechnungen sowie Mängelbehebungen durchgeführt, die nach erfolgreicher Bearbeitung zum kaufmännischen Projektabschluss führen. Nach Erreichen dieses Meilensteins wird abhängig vom Bauwerkstyp mit der Erstellung des Verwendungsnachweises (QG H) sowie der Durchführung des Probe- oder Realbetriebs (QG I) begonnen. Sofern die Auftragnehmerseite nicht gleichzeitig die betreibende Instanz des Bauprojekts ist, gilt das Projekt in diesem Projektstadium als abgeschlossen und setzt den Startpunkt der einzuhaltenden Gewährleistungsfrist. Innerhalb dieser Frist ist der Auftragnehmer verpflichtet, aufgetretene Mängel zu beseitigen und den nutzbaren Zustand wiederherzustellen. Am Ende des vollständigen Projektabschlusses (PPH 5) ist es notwendig, eine Bewertung des Projekts durchzuführen. Hierbei werden die wichtigsten Daten und Kennzahlen erhoben und als Erfahrungswerte zukünftiger Projekte verwendet. Dieser finalisierende Schritt nennt sich Projektbewertung (QG J).<sup>50</sup>

In dieser Abschlussarbeit liegt der Fokus auf der Ausführungsphase eines Hochbauprojekts, insbesondere auf den Betonarbeiten. Diese Eingrenzung wurde vorgenommen, um den inhaltlichen Rahmen der Arbeit angemessen zu gestalten und eine detaillierte Erarbeitung dieser spezifischen Aspekte zu ermöglichen.

Die PPH 4 umfasst zusammenfassend die Realisierung der ausgeschriebenen und vergebenen Leistungen und endet durch deren Abnahme bzw. Übergabe. Sie erfordert im Allgemeinen die meisten Ressourcen und stellt für die Auftragnehmerseite meist die wichtigste und intensivste Phase des Projekts dar.<sup>51</sup>

<sup>48</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 132.

<sup>49</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 132.

<sup>50</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 132.

<sup>51</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 178.

### 3.2 Der Stakeholder-Ansatz

Ein Bauunternehmen agiert meist in einem komplexen Feld vieler Akteur\*innen, welche individuelle Interessen und Ziele verfolgen. Dabei reicht eine reine Betrachtung wirtschaftlicher Faktoren (sogenannter Shareholder-Ansatz) nicht aus, um die bestmögliche Zufriedenheit der Projektbeteiligten zu gewährleisten.

Als Stakeholder werden dabei alle Personen oder Personengruppen bezeichnet, die ein Projekt beeinflussen können oder davon beeinflusst werden. Sie können direkt am Projekt beteiligt sein, ein Interesse daran haben oder von dessen Ergebnissen betroffen sein. In diesem Fall beschreibt der Begriff „Stake“ einen Anspruch oder eine Erwartung, die eine betroffene Person hat bzw. die von ihm ausgeht.<sup>52</sup>

Sie können intern oder extern am Projekt beteiligt sein und dabei erhebliche Macht ausüben, die ausschlaggebend für den Erfolg oder Misserfolg des Projekts sein kann. Dabei variiert der Relevanz für den Projekterfolg mitunter stark. Sind diese Personen zufriedengestellt, sind sie in der Lage ein Projekt zu stützen, voranzutreiben und sogar notwendige Entscheidungen zu forcieren. Im Gegensatz dazu können negativ eingestellte und vernachlässigte Stakeholder im schlimmsten Fall ein Projekt zum Scheitern bringen.<sup>53</sup>

Die nachfolgende Abbildung 3-2 veranschaulicht verschiedene Stakeholder und Stakeholdergruppen, die mit einem Projekt in Beziehung stehen.

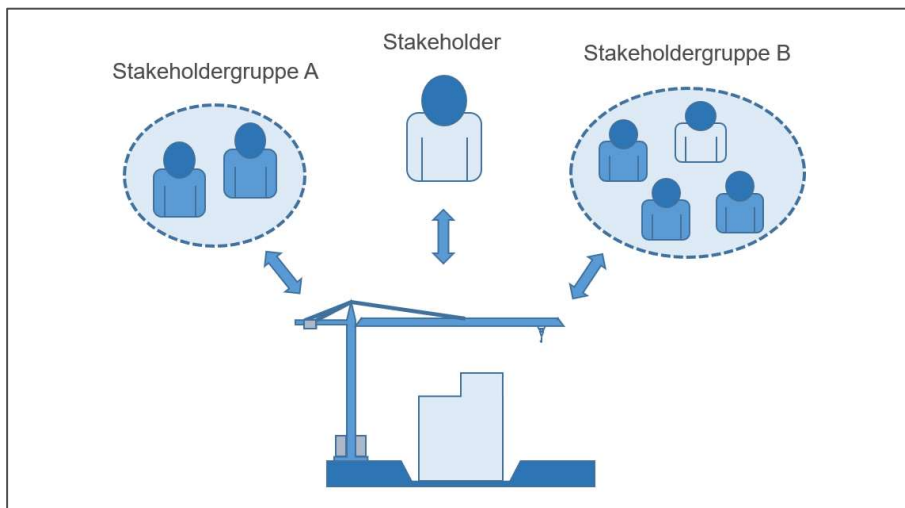


Abbildung 3-2 Darstellung Stakeholder und Stakeholdergruppen

<sup>52</sup> Vgl.: <https://projekte-leicht-gemacht.de/blog/methoden/stakeholder/was-ist-ein-stakeholder>. Datum des Zugriffs: 05.03.2023.

<sup>53</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 50.

### 3.3 Stakeholder-Management

Das Stakeholder-Management beschreibt alle Aktivitäten, die darauf abzielen, Stakeholder zu identifizieren, zu analysieren, zu bewerten und letztlich zufriedenzustellen. Außerdem umfasst dieser Prozess auch die Ableitung und Umsetzung von geeigneten Maßnahmen. Die Handlungen finden während der gesamten Projektlaufzeit statt und müssen daher ständig beobachtet und angepasst werden. Ebenso verändern sie sich von Projekt zu Projekt und erfordern eine maßgeschneiderte Anpassung an die jeweiligen Gegebenheiten.<sup>54</sup>

Das Ziel des Stakeholder-Managements besteht darin, die positiven Einflüsse zu stärken und gleichzeitig Störungen (z.B. durch divergierende Interessen zweier Stakeholder) zu verringern, um eine erfolgreiche Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten zu gewährleisten.<sup>55</sup>

In Abbildung 3-3 wird eine, für diese Arbeit gewählte, exemplarische Abfolge von sechs Aktionsschritten vorgestellt. Darin finden sich folgende Aspekte:<sup>56</sup>

1. **Stakeholder-Identifizierung:** Im ersten Schritt werden alle relevanten Personen und Personengruppen identifiziert.
2. **Stakeholder-Analyse:** Diese Analyse verlangt ein umfängliches Verständnis der einzelnen Betroffenen, um die wichtigsten Schlüssel-Personen zu ermitteln. Abhängig davon wird eine passende Stakeholder-Management-Strategie entwickelt. Der maßgebende Faktor ist hierbei die Relevanz, welcher der bzw. die Stakeholder auf den Projekterfolg haben.
3. **Stakeholder-Anforderungen:** In diesem Schritt kommt es zur Ermittlung der Stakeholder Anforderungen. Dabei werden die Interessen und Ziele systematisch (z.B. Fragebogen, Interviews) erfasst und aufbereitet.
4. **Stakeholder-Informationsfluss:** Nachdem alle wichtigen Erfordernisse geklärt wurden, erfolgt die Identifizierung des Informationsflusses und die Erstellung der gewünschten Berichte. Diese dienen dem Abbau von Daten- und Informationsasymmetrien.
5. **Einhalten von Vereinbarungen:** Schritt fünf beschreibt das stricte Einhalten aller in der Planungsphase des Projekts getroffenen Vereinbarungen. Damit wird wohl die Zufriedenheit der Stakeholder gewährleistet als auch das gemeinsame Vertrauensverhältnis gestärkt.

<sup>54</sup> Vgl.: <https://projekte-leicht-gemacht.de/stakeholder>. Datum des Zugriffs: 05.03.2023.

<sup>55</sup> Vgl.: <https://projekte-leicht-gemacht.de/stakeholder>. Datum des Zugriffs: 05.03.2023.

<sup>56</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 49f.

- 6. Nachbesprechung:** Nach Abschluss des Vertrags oder der Lebenszyklusphase findet eine Nachbesprechung statt. In diesem Austausch wird die gewonnene Erfahrung aus dem Projekt evaluiert und für die Verbesserung weiterer Vorhaben genutzt. Dieser Schritt fällt somit unter den klassischen kontinuierlichen Verbesserungsprozess des Managements.

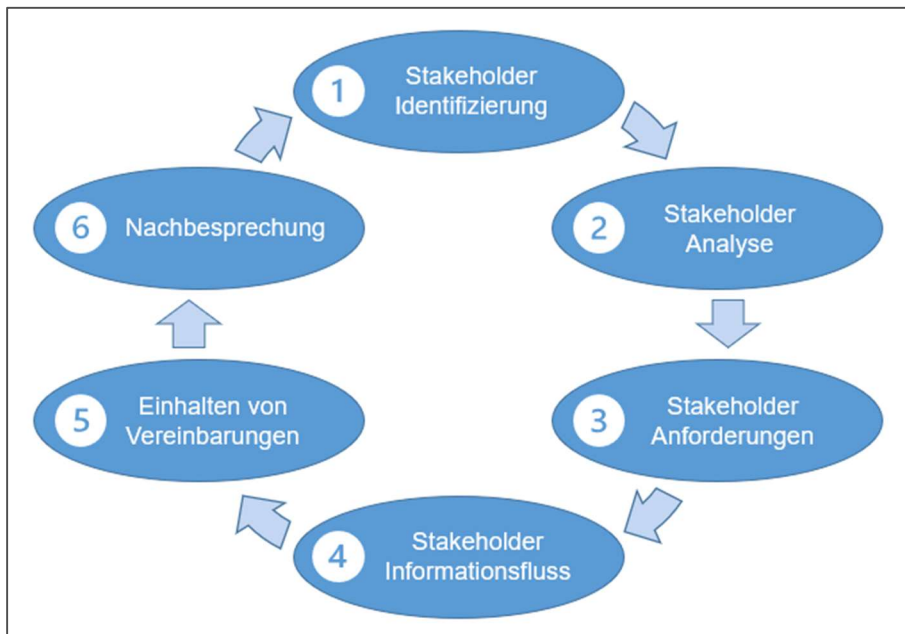


Abbildung 3-3 Stakeholder-Management Prozess<sup>57</sup>

In dieser Arbeit wird das Stakeholder-Management theoretisch behandelt und beschränkt sich auf die Identifizierung und Anforderungsanalyse der Stakeholder. Die Maßnahmen zur Ermittlung des Informationsflusses, das Einhalten von Vereinbarungen und die Nachbesprechung werden in diesem Kapitel abgeschlossen und nicht weiter vertieft. Hauptziel ist hierbei der Aufbau einer Wissensbasis, um weiterführend das Controlling der Betonarbeiten verständlicher gestalten zu können.

Weiterführend werden die jeweiligen Schritte des Stakeholder-Managements am Beispiel der Betonarbeiten vertieft erläutert.

### 3.3.1 Stakeholder-Identifizierung

Im ersten Schritt des Stakeholder-Managements werden alle am Bauvorhaben Beteiligten ermittelt, zunächst allgemein und im nächsten Schritt projektspezifisch. Der Aufwand dieser Maßnahme kann sehr stark variieren und hängt unter anderem von der Größe und Komplexität des Projekts

<sup>57</sup> In Anlehnung an: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 49.

ab. Die tatsächlichen Betroffenen können sich in jeder einzelnen Projektphase ständig ändern, insbesondere bei Langzeitprojekten.<sup>58</sup>

Zunächst werden die allgemeinen Stakeholder identifiziert, die in der Ausführungsphase eines Hochbauprojekts betroffen sind. Durch diese Ermittlung werden alle potenziellen Interessenvertretungen grob erfasst und eine umfassende Betrachtung der verschiedenen Perspektiven ermöglicht. Anschließend wird der Fokus der Arbeit auf die Auftragnehmerseite gelegt, um ihre Rolle im Projekt im Detail zu untersuchen.

### 3.3.1.1 Allgemeine Stakeholder

In den frühen Projektphasen ist die Anzahl der Projektbeteiligten sehr überschaubar. Innerhalb kürzester Zeit kann sich jedoch die Anzahl der an der Realisierung beteiligten Personen vervielfachen.<sup>59</sup>

Als Grundlage für die Identifizierung der Stakeholder wurde ein typisches Hochbauprojekt in der Ausführungsphase gewählt. In Tabelle 3-1. sind exemplarisch Stakeholder aufgeführt, die entweder intern oder extern an der direkten Bauausführung beteiligt sind.

Nr.	Stakeholder	Intern	Extern
1	Auftraggeber*in	✓	
2	Auftragnehmer*in	✓	
3	Subunternehmer*in	✓	
4	Architekt*in		✓
5	Fachplaner*in		✓
6	Lieferant*in		✓
7	Anwohner*in		✓
8	Behörde		✓
9	Finanzinstitut		✓

Tabelle 3-1 Exemplarische Stakeholder eines Hochbauprojekts in der Ausführung<sup>60</sup>

In den folgenden Abschnitten werden alle Stakeholder, die in Tabelle 3-1 angeführt sind, vorgestellt. Dabei wird speziell auf ihre Aufgabenbereiche in der Ausführungsphase (PPH 4) eingegangen.

<sup>58</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 50f.

<sup>59</sup> Vgl.: FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 44.

<sup>60</sup> Vgl.: [https://projekte-leicht-gemacht.de/shop/produkt/step-by-step-guide-stakeholder/?pk\\_campaign=plg-post-baner&pk\\_kwd=sbs-stakeholder](https://projekte-leicht-gemacht.de/shop/produkt/step-by-step-guide-stakeholder/?pk_campaign=plg-post-baner&pk_kwd=sbs-stakeholder). Datum des Zugriffs: 05.03.2023.



## Auftraggeber\*in

Der oder die Auftraggeber\*in tritt in der Rolle als Bauherr\*in oder Investor\*in auf, sowohl im öffentlichen als auch im privaten Sektor. Sie initiiert das Projekt und ist die beauftragende Vertragspartei des Auftragnehmenden.<sup>61</sup> Je nach Vorstellungen und Art des Projekts kann sie unterschiedlich stark in die Bauaufgaben miteingebunden sein und greift bei Bedarf während der Bauausführung steuernd in die Realisierung ein.<sup>62</sup>

## Auftragnehmer\*in

Nach Abschluss der Planung werden Bauunternehmen beauftragt das Projekt umzusetzen. Die ausführenden Firmen werden durch ein Vergabeverfahren ausgewählt, bei dem in der Regel das technisch und wirtschaftlich günstigste Angebot, das die wichtigsten Kriterien erfüllt (Billigst- oder Bestbieterprinzip), den Zuschlag erhält.<sup>63</sup> Als rechtmäßige Vertragspartei trägt das bevorzugte Unternehmen somit die gesamte Verantwortung für die koordinierte Durchführung und Einhaltung der Bauzeitpläne. Dabei führt es entweder die Bauleistungen selbst aus oder vergibt sie an spezialisierte Subunternehmen.<sup>64</sup>

## Subunternehmer\*in

Das Subunternehmen wird auch als Nachunternehmen bezeichnet. Es übernimmt die Bauleistungen, die von der Auftragnehmerseite des Projekts weitervergeben wurde. Somit besteht kein direktes Vertragsverhältnis zwischen dem bzw. der Auftraggeber\*in und dem Subunternehmen. Als Teil des Projektteams ist es in der Ausführung für die fachgerechte Umsetzung seiner Gewerke oder Teilbereiche verantwortlich.<sup>65</sup>

## Architekt\*in

Der oder die Architekt\*in ist eine Person, die für die Planung, Errichtung oder Änderung von Gebäuden zuständig ist.<sup>66</sup> Sie wird in der Regel von der Auftraggeberseite beauftragt und ist für die Umsetzung der Bauwerkswünsche verantwortlich. Neben der gestalterischen Planung überwacht sie, ob die Realisierung des Bauprojekts den in der Planungsphase er-

---

<sup>61</sup> Vgl.: SCHIRMER, S.: Bau-Projektmanagement für Einsteiger. S. 17.

<sup>62</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. S. 178.

<sup>63</sup> FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 46.

<sup>64</sup> Vgl.: FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 46.

<sup>65</sup> Vgl.: FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 46.

<sup>66</sup> Vgl.: <https://www.juraforum.de/lexikon/architekten>. Datum des Zugriffs: 19.04.2023.

stellten Plänen entspricht. In Projekten, die beispielsweise von einem Totalunternehmer durchgeführt werden, übernimmt dieser auch die Aufgaben des oder der Architekt\*in.<sup>67</sup>

### **Fachplaner\*in**

Als Spezialisten sind Fachplanende für die korrekte Planung innerhalb ihres Fachgebiets verantwortlich. Sie nutzen die vom Architekten oder von der Architektin erstellten Pläne als Grundlage ihrer Arbeit und überwachen die Bauausführung hinsichtlich der Einhaltung ihrer Planung und Berechnungen.<sup>68</sup>

Es gibt einige Fachplanende, die je nach Komplexität des Projekts zum Einsatz kommen. Zu den allgemeinen Feldern zählen unter anderem:<sup>69</sup>

- Technische Gebäudeausrüstung;
- Statische Berechnungen/Prüfstatik;
- Bauphysikalische Planungen (z.B. Wärme- und Schallschutz, Akustik);
- Brandschutz;
- Bodengutachten;
- Vermessung;
- Verkehrsplanung;
- Landschaftsplanung und
- SiGeKo (Sicherheits- und Gesundheitskoordination).

### **Lieferant\*in**

Während der Projektumsetzung sind die ausführenden Bauunternehmen auf eine Vielzahl von Produkten angewiesen, die angeliefert und weiterverarbeitet werden müssen. Die Lieferunternehmen bringen die erforderlichen Baumaterialien, Fertigteile und weiteres Zubehör auf die Baustelle. Hierbei könnte es sich zum Beispiel um ein Fertigbetonunternehmen oder einen Schalungshersteller handeln. Gleiches gilt für den Abtransport und die Entsorgung.<sup>70</sup>

---

<sup>67</sup> Vgl.: FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 45.

<sup>68</sup> Vgl.: SCHIRMER, S.: Bau-Projektmanagement für Einsteiger. S. 20f.

<sup>69</sup> SCHIRMER, S.: Bau-Projektmanagement für Einsteiger. S. 21.

<sup>70</sup> Vgl.: FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 46.

## Anwohner\*in

Anwohnende Personen sind externe Stakeholder, die in unmittelbarer Nähe des Bauvorhabens wohnen. Sie werden täglich mit den Auswirkungen und Einschränkungen durch den Baubetrieb konfrontiert. Je nach Größe und Art der Baustelle können diese Einflüsse unterschiedlich sein. Während der Bauausführung sind beispielsweise Lärm, Staub, Verkehrsbehinderungen oder Platzmangel eine mögliche Beeinträchtigung.

## Behörde

Es gibt verschiedene Behörden, die während der Planung und Abwicklung eine wesentliche Rolle spielen. Sie sind unter anderem für die Erteilung der Baugenehmigung verantwortlich und kontrollieren zudem, ob die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden.<sup>71</sup>

Am Genehmigungsverfahren können je nach Projektphase folgende Ämter, Behörden und Träger von öffentlichem Belangen sein:<sup>72</sup>

- Amt für Bau- und Wohnungswesen;
- Amt für Stadtentwicklung;
- Umweltamt;
- Liegenschaftsamt;
- Tiefbauamt;
- Amt für Denkmalschutz;
- Wasser- und Schifffahrtsamt;
- Gewerbeaufsichtsamt;
- Gesundheitsamt;
- Stadtwerke (Wasser- und Energieversorgung);
- Stadtreinigung;
- Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienste und
- Verkehrsunternehmen etc.

## Finanzinstitute

Finanz- und Kreditinstitute sind Organisationen, die Bankgeschäfte gewerbsmäßig oder in einem Umfang betreiben, der einen in kaufmännischer Weise eingerichteten Geschäftsbetrieb erfordert.<sup>73</sup> Sie stellen das

---

<sup>71</sup> Vgl.: FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. S. 45f.

<sup>72</sup> KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J.; VIERING, M.: Bau-Projekt-Management. S. 156f.

<sup>73</sup> <https://dejure.org/gesetze/KWG/1.html>. Datum des Zugriffs: 19.04.2023.

Projektfinanzierungspaket für das Bauvorhaben bereit und können im Ernstfall die Finanzierung stoppen, was den Fortschritt des Projekts beeinflussen würde.

In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt fortlaufend auf der Auftragnehmerseite, insbesondere dem ausführenden Bauunternehmen. Dabei werden die verschiedenen Hierarchieebenen beleuchtet und weiter vertieft.

### 3.3.1.2 Ausführendes Bauunternehmen

Bevor die entscheidenden Stakeholder innerhalb eines Bauunternehmens ermittelt werden können, ist ein grundlegendes Verständnis der Organisation im Unternehmen und auf der Baustelle notwendig.

Die Organisation ermöglicht die Umsetzung der von der Unternehmensleitung gesteckten Ziele auf den Baustellen und besteht aus der Aufbau- und der Ablauforganisation.<sup>74</sup>

Die Aufbauorganisation gibt im Wesentlichen an, welche Stellen es in der Organisation gibt, welche Aufgaben diese Stellen zu erfüllen haben und wie diese Stellen mit anderen Positionen innerhalb der Organisation zusammenarbeiten.<sup>75</sup> Dagegen gibt die Ablauforganisation an, nach welchem Schema Prozesse innerhalb der beschriebenen Organisation abzu- laufen haben, d.h. wann und wie bestimmte Aufgaben zu verrichten sind.<sup>76</sup>

In einem kleinen<sup>77</sup> oder mittleren<sup>78</sup> Unternehmen übernehmen qualifizierte Schlüsselpersonen oft übergreifende Aufgaben, wodurch sich die Leitungsebenen sehr unterschiedlich gestalten können.<sup>79</sup> In dieser Arbeit wird die Struktur eines großen<sup>80</sup> Bauunternehmens angenommen. Dabei stellt Abbildung 3-4 eine mögliche Gliederung der internen Hierarchieebenen dar.

---

<sup>74</sup> Vgl.: ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. S. 853.

<sup>75</sup> ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. S. 853.

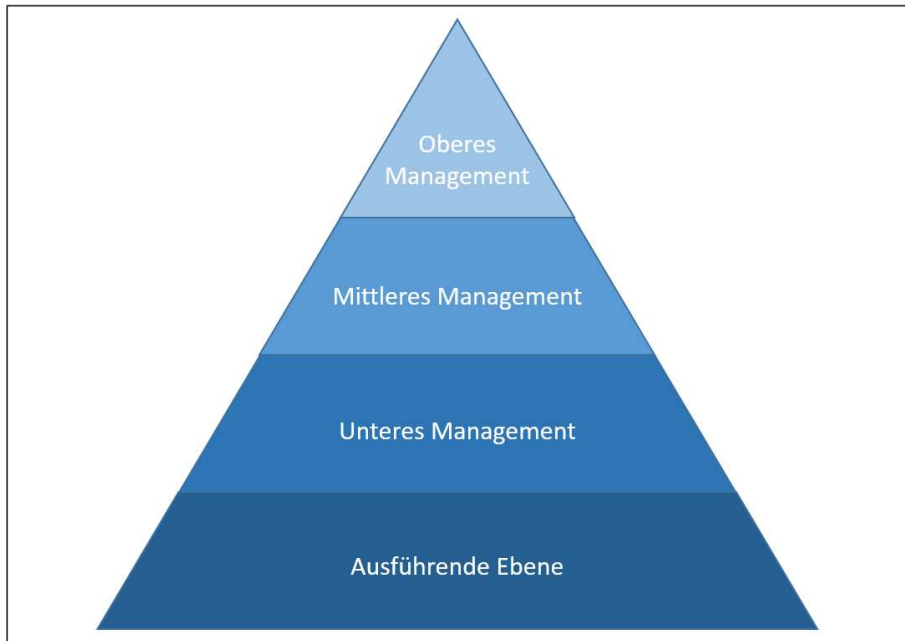
<sup>76</sup> ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. S. 853.

<sup>77</sup> Gemäß der EU-Empfehlung 2003/361 beschäftigt ein kleines Unternehmen zwischen 10 und 49 Mitarbeitende und erzielt entweder einen Jahresumsatz oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 10 Millionen Euro.

<sup>78</sup> Gemäß der EU-Empfehlung 2003/361 beschäftigt ein mittleres Unternehmen zwischen 50 und 249 Mitarbeitende und erzielt entweder einen Jahresumsatz bis 50 Millionen Euro oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Millionen Euro.

<sup>79</sup> Vgl.: LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 25

<sup>80</sup> Gemäß der EU-Empfehlung 2003/361 beschäftigt ein großes Unternehmen 250 oder mehr Mitarbeitende und erzielt entweder einen Jahresumsatz von mehr als 50 Millionen Euro oder eine Jahresbilanzsumme von mehr als 43 Millionen Euro.



**Abbildung 3-4 Exemplarische Aufteilung der Hierarchieebenen eines Baukonzerns<sup>81</sup>**

In der vorgestellten Abbildung 3-4 wird eine Pyramide in vier Hierarchieebenen unterteilt, wobei die Anzahl der Stufen von der Unternehmensgröße sowie von der Unternehmenspolitik abhängt. Die Anzahl an Mitarbeitenden spielt in diesem Fall eine sehr wichtige Rolle. Sie bildet für die meisten Bauunternehmen die Grundlage für die Organisationsstruktur sowie für die Einrichtung von spezialisierten Abteilungen oder Stabstellen. Das obere Management stellt in diesem Unternehmenskontext die höchste Hierarchieebene dar und besteht üblicherweise aus einer oder wenigen Personen, wie beispielsweise der Geschäftsführung oder dem Vorstand. Im Gegensatz dazu besteht der größte Anteil der Belegschaft aus dem gewerblichen Personal in der ausführenden Ebene.<sup>82</sup>

In weiterer Folge werden die Stakeholder innerhalb des Bauunternehmens identifiziert und den angenommenen Hierarchieebenen zugeordnet. Abbildung 3-5 gibt einen Überblick über das Ergebnis dieser exemplarischen Ermittlung.<sup>83,84,85</sup>

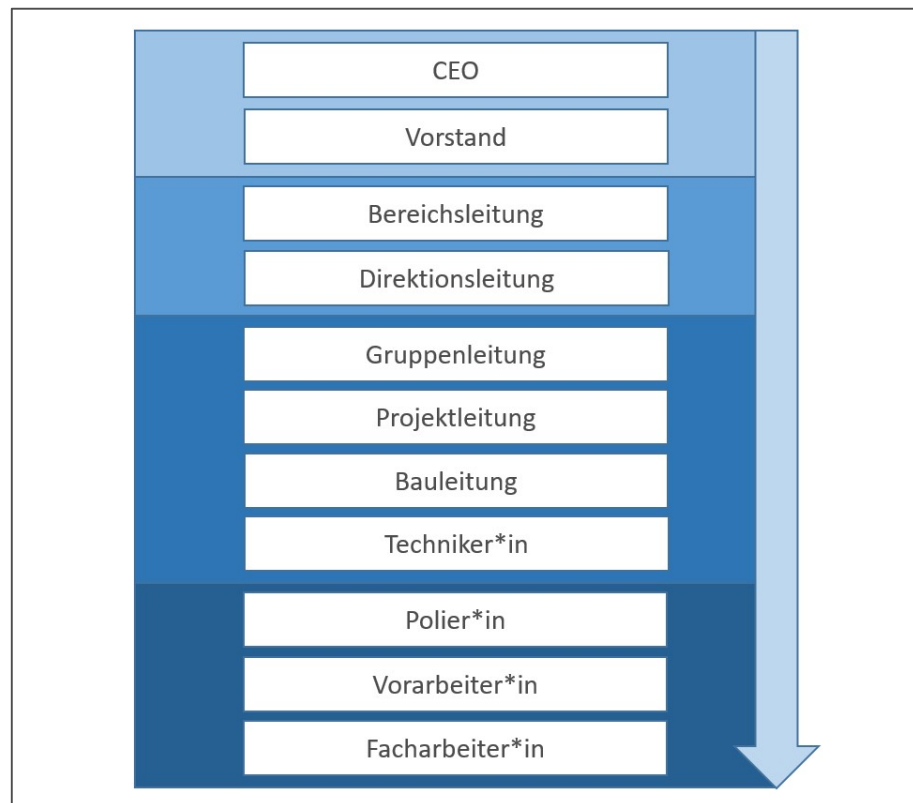
<sup>81</sup> Vgl.: LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 24.

<sup>82</sup> Vgl.: LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 23f.

<sup>83</sup> Vgl.: LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 24ff.

<sup>84</sup> Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 1. S. 383ff.

<sup>85</sup> Vgl.: <https://www.strabag.com/databases/internet/public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-organisationsstruktur.html>. Datum des Zugriffs: 03.04.2023.



**Abbildung 3-5 Exemplarische Auflistung der Stakeholder eines Baukonzerns**

Neben der organisatorischen Struktur und den Abläufen des Unternehmens gibt es für einzelne Bauprojekte unabhängige Projektorganisationsformen. Bei Großbaustellen mit untergliederten Teilabschnitten ist oft eine zusätzliche koordinierte Ebene erforderlich, die in der Regel aus einer Projektleitung oder Gruppenleitung besteht. Dadurch kann sich die Organisationsform von einer reinen Projektorganisation zu einer Mischform ändern.<sup>86</sup>

Aufgrund der Annahmen, dass es sich in dieser Arbeit um ein großes Bauunternehmen handelt, wird diese erweiterte Leitungsebene berücksichtigt. In den nachfolgenden Abschnitten werden die in Abbildung 3-5 aufgeführten Stakeholder beschrieben und ihre allgemeinen Aufgabenfelder aus operativer Sicht erläutert.

<sup>86</sup> Vgl.: LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 28ff.

## CEO

Ein CEO (Chief Executive Officer) ist die höchste Führungskraft des Unternehmens und wird vom Vorstand und den Aktionär\*innen ernannt. Als oberste Geschäftsführung ist sie oder er dafür verantwortlich, wichtige unternehmerische Entscheidungen zu treffen, alle operativen Geschäftsprozesse sowie Ressourcen zu verwalten und als zentrale Schnittstellenfunktion zwischen dem Vorstand und dem Unternehmen zu fungieren.<sup>87</sup>

## Vorstand

Der Vorstand ist das oberste Führungsgremium eines Unternehmens, das von den Aktionären oder Gesellschafter\*innen gewählt wird. Als Teil des Aufsichtsrats trägt er die Gesamtverantwortung für die Leitung des Unternehmens. Dies beinhaltet die Überwachung der Geschäftsführung, die Festlegung der Geschäftsstrategie sowie das Treffen wichtiger Entscheidungen in Bezug auf operative Geschäftsprozesse und das Ressourcenmanagement.<sup>88</sup>

## Bereichsleitung

Die Bereichsleitung in einem Bauunternehmen ist für die Gesamtleitung und Organisation aller Bauprojekte in ihrem Zuständigkeitsbereich verantwortlich. Je nach Spezialisierung des Unternehmens kann dieser Bereich beispielsweise den Hochbau oder Tiefbau umfassen. Zu den Kernaufgaben gehören die Koordination und Steuerung der Projekte, die selbständige Führung im Rahmen der Unternehmenspolitik sowie die Erreichung der strategischen und operativen Ziele.<sup>89</sup>

## Direktionsleitung

Die Direktionsleitung ist für das operative Geschäft eines Unternehmens verantwortlich und gliedert dieses in verschiedene Einzelbereiche. Ihre Aufgabe ist es, den größtmöglichen Erfolg in den zugewiesenen Regionalmärkten und Geschäftsfeldern zu erzielen. Dabei trägt sie die Verantwortung für die Umsetzung der Unternehmensstrategie und die Erreichung der definierten Ziele.<sup>90</sup>

---

<sup>87</sup> Vgl.: <https://www.investopedia.com/terms/c/ceo.asp>. Datum des Zugriffs: 23.04.2023.

<sup>88</sup> Vgl.: <https://www.investopedia.com/terms/b/boardofdirectors.asp>. Datum des Zugriffs: 24.04.2023.

<sup>89</sup> Vgl.: [https://www.strabag.com/databases/internet/\\_public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-organisationsstruktur.html](https://www.strabag.com/databases/internet/_public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-organisationsstruktur.html). Datum des Zugriffs: 03.04.2023.

<sup>90</sup> Vgl.: [https://www.strabag.com/databases/internet/\\_public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-organisationsstruktur.html](https://www.strabag.com/databases/internet/_public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-organisationsstruktur.html). Datum des Zugriffs: 03.04.2023.

## Gruppenleitung

Als Gruppenleitung wird eine Position beschrieben, die für die Koordination und Organisation ihrer Teams verantwortlich ist. Sie steuert die Kapazitäten und den Einsatz der einzelnen Gruppenmitglieder sowie klärt gruppeninterne Angelegenheiten.<sup>91</sup> Die Gruppenleitung ordnet sich in der Hierarchie über der Bauleitung ein und ist dem mittleren Management direkt unterstellt. Sie spielt eine entscheidende Rolle bei der effizienten Umsetzung von Projekten und der Teamführung.

## Projektleitung

Die oberste Leitungsfunktion bei einem großen und komplexen Bauprojekt obliegt der Projektleitung.<sup>92</sup> In der heutigen Zeit wird der Begriff „Projektleitung“ oft als Synonym für die Bauleitung verwendet. Jedoch können beide Positionen je nach Organisation und Projektumfang getrennt voneinander vorkommen. Im Vergleich zur Bauleitung ist die Projektleitung bereits in den frühen Projektphasen involviert und koordiniert die am Bauvorhaben beteiligten Stakeholder während der gesamten Projektlaufzeit.<sup>93</sup> In der Zusammenarbeit mit der örtlichen Bauleitung ist sie als eine der Schlüsselfiguren für den technischen und wirtschaftlichen Erfolg des Projekts verantwortlich.<sup>94</sup>

## Bauleitung

Die Bauleitung ist für den reibungslosen Ablauf auf der Baustelle zuständig. Dabei setzt sie die Vorgaben, die sie aus dem Leistungsverzeichnis und der Ausführungsplanung erhält, mit den erforderlichen Kapazitäten (Arbeit, Betriebsmittel und Stoffe) um.<sup>95</sup> Als leitendes Führungsorgan ist sie normalerweise<sup>96</sup> nur für eine Baustelle oder bei sehr großen Bauvorhaben nur für Teilbereiche von Baustellen verantwortlich. Hierarchisch ist die Bauleitung je nach Organisationsstruktur der Projektleitung oder Gruppenleitung unterstellt und kann den wirtschaftlichen Erfolg eines Projekts wesentlich beeinflussen.<sup>97</sup>

---

<sup>91</sup> Vgl.: <https://www.begriffe.vpma.de/hierarchie/hierarchie-Gruppenleiter.html>. Datum des Zugriffs: 07.04.2023.

<sup>92</sup> RÖSEL, W.: Baumanagement Grundlagen · Technik · Praxis. S. 100.

<sup>93</sup> Vgl.: <https://www.resus-consult.de/was-macht-ein-projektleiter-im-bau-und-wo-ist-der-unterschied-zum-bauleiter>. Datum des Zugriffs: 11.04.2023.

<sup>94</sup> Vgl.: ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. S. 853.

<sup>95</sup> Vgl.: BIERMANN, M.: Der Bauleiter im Bauunternehmen. S. 12.

<sup>96</sup> ausgenommen Klein- und Kleinstbaustellen hier kann es sein, dass eine Bauleitung für mehrere Baustellen verantwortlich ist.

<sup>97</sup> Vgl.: ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. S. 854.



## Techniker\*in

Bautechniker\*innen sind Angestellte, die für Abrechnung, Bauführung, Entwurf, Kalkulation, Konstruktion (Statik) und Vermessung gemeinsam oder für einzelne bzw. mehrere dieser Aufgaben Verwendung finden.<sup>98</sup> Sie sind vorwiegend als unterstützende Kraft der Bauleitung tätig und übernehmen Verantwortungsbereiche, welche die Bauleitung aufgrund Zeitmangels meist nicht selbst durchführen kann.<sup>99</sup>

## Polier\*in

Die Polierin bzw. der Polier ist als operative Führungskraft das leitende Organ kleiner Baustellen oder Bautrupps.<sup>100</sup> Sie verkörpert die zentralen handwerklichen Qualifikationen auf der Baustelle und verfügt über die höchste fachliche Kompetenz im Bereich der eigentlichen Ausführung der Aufgaben. Als „Bauführung“ kann diese Position hierarchisch zwischen der Bauleitung und den gewerblichen Fachkräften eingeordnet werden.<sup>101</sup>

## Vorarbeiter\*in

Bei Vorarbeiterinnen bzw. Vorarbeitern handelt es sich um eine Teamleitung, die eine Gruppe von ihr zugeteilten Arbeitskräfte koordiniert. Sie planen die notwendigen Arbeitsabläufe für die Bauausführung und teilen diese den Mitgliedern ihrer Arbeitskolonne zu. In der Bauausführung fungieren sie als Bindeglied zwischen den operativen Fachkräften und den höheren Hierarchien.<sup>102</sup>

## Facharbeiter\*in

Facharbeiter\*innen sind gewerbliche Mitarbeiter\*innen, die unter Zusammenschluss mehrerer Personen eine operative Arbeitskolonne bilden. Als Gruppe führen sie die eigentlichen Bauarbeiten aus und sind in der Regel auf verschiedene Tätigkeiten spezialisiert, wie z.B. Schal-, Bewehrungs- oder Betonarbeiten. Sie verfügen meist über eine Kolonnenführung (Vorarbeiter\*in) und sind hierarchisch dem oder der Polier\*in unterstellt.<sup>103</sup>

---

<sup>98</sup> [https://www.wko.at/service/kollektivvertrag/kv-baugewerbe-bauindustrie-angestellte-2022.html#heading\\_4](https://www.wko.at/service/kollektivvertrag/kv-baugewerbe-bauindustrie-angestellte-2022.html#heading_4). Datum des Zugriffs: 09.02.2023.

<sup>99</sup> LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 33.

<sup>100</sup> LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 34.

<sup>101</sup> WASKOW, J.: Untersuchung von Bauunternehmen in der EU in Bezug auf die Baustellenorganisation und das Aufsichtspersonal. S. 177.

<sup>102</sup> Vgl.: <https://www.uhrig-bau.eu/lexikon/vorarbeiter>. Datum des Zugriffs: 07.04.2023.

<sup>103</sup> Vgl.: ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. S. 854.

### 3.3.2 Stakeholder-Analyse

Die verschiedenen Rollen und Verantwortlichkeiten im Unternehmen verdeutlichen, dass das obere Management hauptsächlich strategische und unternehmenspolitische Tätigkeiten ausführt, während das mittlere Management diese Vorgaben präzisiert und in die operative Umsetzung von Projekten überführt. Im Gegensatz dazu ist das untere Management direkt an der Umsetzung und Ausführung von Projekten beteiligt und daher stärker in operative Tätigkeiten involviert. Schlussendlich liegt die Verantwortung für die erfolgreiche Realisierung der Aufgaben jedoch bei der ausführenden Ebene des Unternehmens.<sup>104</sup>

In Abbildung 3-6 sind die Verantwortlichkeiten der angenommenen Hierarchieebenen in der Gliederung aus Abbildung 3-4 schematisch dargestellt.

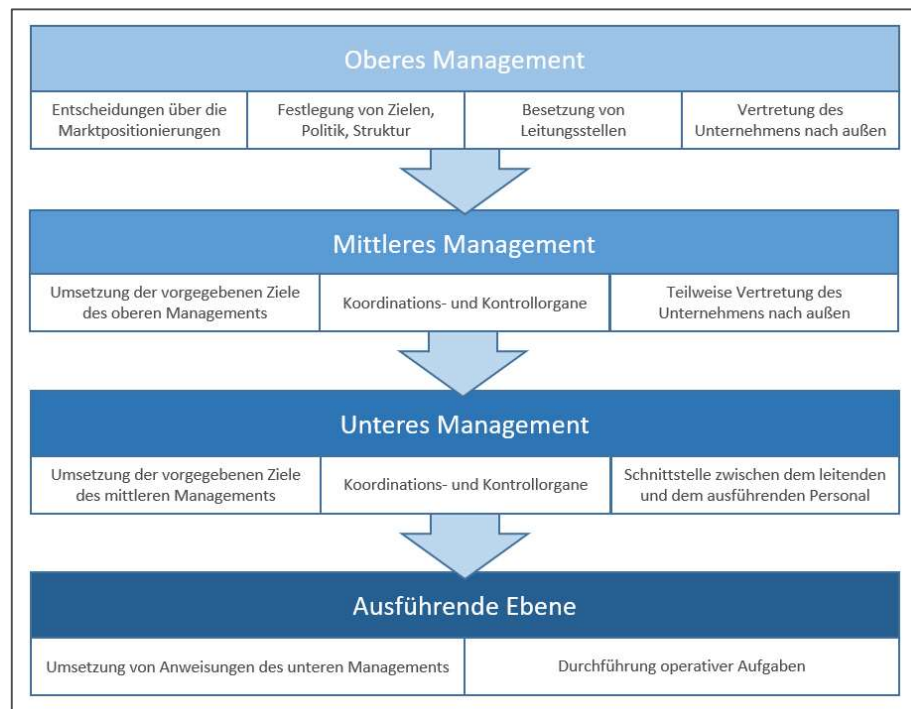


Abbildung 3-6 Darstellung der Verantwortlichkeiten der Hierarchieebenen<sup>105</sup>

Das strategische Projektcontrolling unterscheidet sich vom operativem Controlling durch seine langfristige Ausrichtung und die Überprüfung der gesetzten Ziele, einschließlich der Frage, ob die richtigen Projekte durchgeführt werden. Im Gegensatz dazu bewertet das operative Projektcontrolling die erbrachte Leistung sowie die Termin- und Kostenlage des laufenden Projekts.<sup>106</sup>

<sup>104</sup> Vgl.: LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. S. 23.

<sup>105</sup> weiterentwickelt aus MIETH, P.: Weiterbildung des Personals als Erfolgsfaktor der strategischen Unternehmensplanung in Bauunternehmen. S. 56ff.

<sup>106</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.66f.

Diese Arbeit konzentriert sich speziell auf den operativen Bereich des Controllings und richtet sich an das untere Management, basierend auf den analysierten Verantwortlichkeiten. Die ausführende Ebene des Unternehmens wird ausgeschlossen, da sie für die tatsächliche Umsetzung des Bauvorhabens verantwortlich ist und keine kontrollierenden Tätigkeiten ausübt. Ebenso wird das obere und mittlere Management aufgrund ihrer strategischen Aufgaben nicht weiter in den Fokus gestellt.

*Hohnholz* führte 2022 eine qualitative Untersuchung<sup>107</sup> mit 15 Expert\*innen aus der Bauwirtschaft durch und stellte fest, dass das operative Projektcontrolling maßgeblich vom unteren Management durchgeführt wird. Basierend auf diesen Erkenntnissen und den projektspezifischen Aufgaben bei den Betonarbeiten wird die Business Intelligence-Lösung in dieser Arbeit speziell für die Bauleitung konzipiert. Da es diesbezüglich wenige bis keine weiteren Forschungsergebnisse gibt, wird *Hohnholz* hier als maßgebend angesehen. Die Fokussierung auf diese Schlüsselfigur erhöht den Detaillierungsgrad dieser Arbeit. Infolgedessen werden alle anderen Stakeholder eines Baukonzerns für die weitere Bearbeitung vernachlässigt.

### 3.3.3 Stakeholder-Anforderungen

Die Anforderungsanalyse bildet den ersten interaktiven Schritt im Stakeholder-Management-Prozess. Hier findet ein umfassender Austausch mit den relevanten Projektbeteiligten statt, um deren Bedürfnisse und Erwartungen hinsichtlich der BI-Lösung zu erfassen.<sup>108</sup>

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit wurde die Bedarfsermittlung anhand von Recherchen durchgeführt. Dabei wurden die Projektziele der Stakeholder definiert und die erforderliche Art und Weise der Business Intelligence Lösung spezifiziert.

#### 3.3.3.1 Bedarfsermittlung

Bevor mit der Umsetzung der BI-Strategie begonnen werden kann, muss zunächst der Bedarf für diese Maßnahme sichergestellt werden. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, den konkreten Anwendungsfall sowie mögliche Lösungsansätze klar zu definieren. Letztendlich wird dieses Kontrollinstrument erstellt, um den Erwartungen der Endnutzer\*innen zu entsprechen und als datengestützte Entscheidungsgrundlage zu dienen.<sup>109</sup>

---

<sup>107</sup> Vgl.: HOHNHOLZ, K.: Controlling im Bauprojekt - Eine qualitative Analyse zur Identifizierung von Erfolgsfaktoren. S. 59f.

<sup>108</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 53.

<sup>109</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 271.

Für die Bedarfsermittlung wurden spezifische Fragen formuliert und versucht, diese mit Hilfe von Studien und Untersuchungen zu beantworten. Das soll einen Überblick zum potenziellen Bedarf der nachfolgend recherchierten Kennzahlen sowie den kreierte Dashboard-Mockups geben. Dabei werden folgende Fragen gestellt:

- **Frage 1:** *Welche Herausforderungen sollten durch die Nutzung einer BI-Lösung im Bauprojektmanagement bewältigt werden?*
- **Frage 2:** *Was wird unter Projektcontrolling verstanden?*
- **Frage 3:** *Warum soll das Projektcontrolling geändert bzw. verbessert werden?*
- **Frage 4:** *Wie würde die Verbesserung des Projektcontrollings dem Projekt helfen?*
- **Frage 5:** *Welche Anforderungen haben die Nutzer\*innen an eine BI-Lösung?*

**Frage 1:**

*Welche Herausforderungen sollten durch die Nutzung einer BI-Lösung im Bauprojektmanagement bewältigt werden?*

**Antwort:**

Eine empirische Studie von *Rump/Schnabel* beschäftigte sich mithilfe von 217 Teilnehmenden mit den einflussreichsten Ursachen für das Scheitern von Projekten. Dabei wurden unzureichende Zieldefinitionen, zu geringe Zeitvorgaben in der Projektvorbereitung und ein mangelndes oder zu langwieriges Entscheidungsverhalten als projektspezifische Herausforderungen identifiziert. Die Befragten sehen die Hauptverantwortung für diese Problembereiche bei den Projektverantwortlichen, da sie oft wichtige Entscheidungen versäumen oder die Umsetzung der festgelegten Ziele nicht ausreichend kontrollieren.<sup>110</sup>

Basierend auf diesen Ergebnissen betont diese Arbeit die Bedeutung eines effektiven Projektcontrollings, das der Bauleitung bei der schnellen Entscheidungsfindung und frühzeitigen Steuerung wichtiger Kennzahlen unterstützen sollte. Damit soll eine Erleichterung des Entscheidungsprozesses erreicht werden, um derartige Versäumnisse zu minimieren.

---

<sup>110</sup> Vgl.: RUMP, J.; SCHABEL, F.: Wie Projektarbeit Unternehmen verändert. in: Harvard Business Manager Edition 3, 2011. S. 7ff.

## Frage 2:

*Was wird unter Projektcontrolling verstanden?*

### Antwort:

*Hohnholz* ließ in ihrer Untersuchung durch eine weitere Befragung den Begriff „Projektcontrolling“ definieren. Die Antworten der Befragten wiesen geringfügige Unterschiede auf, konnten jedoch zu einer gemeinsamen Erkenntnis zusammengefasst werden. Unter Projektcontrolling verstanden sie die Notwendigkeit, Kosten, Zeit, Qualität und Ressourcen zu jedem Zeitpunkt im Auge zu behalten und mögliche Abweichungen durch SOLL-IST-Vergleiche zu identifizieren.<sup>111</sup>

In der Literatur gibt es ebenfalls eine Vielzahl von Definitionen. Für Unternehmen in der Bauwirtschaft wird jedoch die Definition nach *Preisler* als sinnvoll betrachtet:<sup>112</sup>

*„Controlling ist ein funktionsübergreifendes Steuerungsinstrument, das den unternehmerischen Entscheidungs- und Steuerungsprozess durch zielgerichtete Informationser- und -verarbeitung unterstützt. Der Controller bzw. die Controllerin sorgt dafür, dass ein wirtschaftliches Instrumentarium zur Verfügung steht, das vor allem durch systematische Planung und der damit notwendigen Kontrolle hilft, die aufgestellten Unternehmensziele zu erreichen.“*<sup>113</sup>

## Frage 3:

*Warum soll das Projektcontrolling geändert bzw. verbessert werden?*

### Antwort:

Aufbauend zur vorherigen Antwort ist bekannt, dass es während der Projektausführung zu Abweichungen von Zeit-, Kosten-, Qualitäts- und Quantitätszielen kommen kann. Insbesondere bei komplexen Projekten mit verschiedenen beteiligten Organisationen. Selbst wenn die Ziele erreicht werden, kann jedoch die Effizienz und Effektivität beeinträchtigt sein.<sup>114</sup>

Die Verbesserung des operativen Bauprojektcontrollings führt zu einer frühzeitigen Erkennung und Korrektur von Zielabweichungen und ermöglicht somit eine wirtschaftlich optimale Bauausführung.<sup>115</sup>

---

<sup>111</sup> Vgl.: HOHNHOLZ, K.: Controlling im Bauprojekt - Eine qualitative Analyse zur Identifizierung von Erfolgsfaktoren. S. 56f.

<sup>112</sup> Vgl.: LEIMBÖCK, E.; IDING, A.; MEINEN, H.: Bauwirtschaft. S. 419.

<sup>113</sup> PREIßLER, P.R.: Controlling-Lehrbuch und Intensivkurs. S. 12.

<sup>114</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 28f.

<sup>115</sup> Vgl.: JACOB, D.; STUHR, C.; WINTER, C.: Kalkulieren im Ingenieurbau. S. 451.

Zudem zeigt die Befragungsanalyse von *Hohnholz*, dass das Projektcontrolling in den folgenden Bereichen einen höheren Bedarf zur Verbesserung aufweist:<sup>116</sup>

- Zielerreichung;
- Frühwarnsystem;
- Entscheidungsunterstützung und
- Transparenz.

#### Frage 4:

*Wie würde die Verbesserung des Projektcontrollings dem Projekt helfen?*

#### Antwort:

Wie aus den vorherigen Fragen ersichtlich wurde, ist ein verbessertes Projektcontrolling für den Projekterfolg unumgänglich und umfasst einige wichtige Aspekte. Der österreichische Rechnungshof untersuchte anhand von öffentlichen Projekten zentrale Misserfolgsfaktoren verschiedener Projektphasen.<sup>117</sup> Diese wurden von *Hofstadler* zu den wesentlichsten Faktoren zusammengefasst<sup>118, 119</sup> und in eigener Weiterentwicklung zu Projektvorteilen abgeleitet. Die nachfolgenden Ergebnisse repräsentieren beispielhafte Bereiche, in denen ein verbessertes Projektcontrolling zu einem Mehrwert für das Projekt in der Bauausführung führen kann:

- Schnellere/rechtzeitige Entscheidungsfindung;
- Zeitgerechtes Aufzeigen und Steuern von möglichen Abweichungen (z.B. Kosten- oder Bauzeitüberschreitungen);
- Vollständige und effiziente Kostenverfolgung zur Steuerung der Auftrags- bzw. Abrechnungsentwicklung;
- Zeitnahe Identifizierung von Störungen und Analyse der Auswirkungen;
- Unterstützung im Chancen- und Risikomanagement;
- Verbesserte Ressourcenplanung und -nutzung;
- Leistungsvorhersagen anhand von Trendanalysen und Prognosen;
- Zeitnahe Behandlung von Mehrkostenforderungen und

<sup>116</sup> Vgl.: HOHNHOLZ, K.: Controlling im Bauprojekt - Eine qualitative Analyse zur Identifizierung von Erfolgsfaktoren. S. 55.

<sup>117</sup> Hofstadler leitete die Aspekte des Projektmisserfolgs aus folgender Quelle ab: Rechnungshof Österreich (2018). Management von öffentlichen Bauprojekten – Verbesserungsvorschläge des Rechnungshofs. Wien

<sup>118</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 32f.

<sup>119</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 54.

- Verbesserte Steuerung des Projektfortschritts.

#### Frage 5:

*Welche Anforderungen haben die Nutzer\*innen an eine BI-Lösung?*

#### Antwort:

In der Anforderungsanalyse von *Hohnholz* wurden folgende Bedürfnisse bei der Verwendung einer BI-Lösung festgestellt:<sup>120</sup>

- Anwenderfreundliche Benutzeroberfläche;
- Schneller Zugriff über mobile Endgeräte;
- Transparenz mit Echtzeitdaten und
- Frühzeitige Problemerkennung.

Zusammenfassend lässt sich dabei feststellen, dass ein umfangreiches und effektives Projektcontrolling eine große Herausforderung im Bau-Projektmanagement darstellt. Die Verbesserung des operativen Controllings unterstützt die Hauptverantwortlichen dabei, den Projekterfolg in zahlreichen Bereichen zu erreichen. Eine wirtschaftlich optimale Bauausführung kann durch das frühzeitige Erkennen und Korrigieren von Abweichungen gewährleistet werden. Insbesondere zeigt sich der Wunsch der Bau- und Projektleitung nach einer benutzerfreundlichen BI-Lösung mit schnellem Zugriff über mobile Endgeräte, einem Frühwarnsystem sowie hoher Transparenz und nahezu Echtzeitdaten.

#### 3.3.3.2 Projektziele als Grundstein des Controllings

Das Festlegen von Projektzielen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die gesamte BI-Strategie. Diese Ziele werden in Zusammenarbeit mit den Stakeholdern auf Basis der Unternehmenspolitik und den strategischen Themenfeldern bestimmt und dienen als Orientierungspfeiler für die Konzeptionierung der Lösung. Folglich sollten die Informationen auf dem Dashboard darauf zugeschnitten sein.

Um Unklarheiten zu vermeiden, den Fortschritt einfacher zu verfolgen und unrealistische Ziele zu verhindern, kann sich hierbei einer von zahlreichen Zielmethoden bedient werden. In dieser Masterarbeit wird dabei exemplarisch die SMART-Methode<sup>121</sup> vorgestellt. Der Begriff SMART ist dabei ein Akronym und setzt sich aus den folgenden 5 Kriterien zusammen:<sup>122</sup>

---

<sup>120</sup> Vgl.: HOHNHOLZ, K.: Controlling im Bauprojekt - Eine qualitative Analyse zur Identifizierung von Erfolgsfaktoren. S. 55f.

<sup>121</sup> Andere Möglichkeiten wäre beispielsweise "Objectives and Key Results" oder eine Unterteilung in „MUSS-, SOLL-, KANN- und NICHT-Ziele“.

<sup>122</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 272.

- **Spezifisch (Specific):** Ziele so konkret und spezifisch wie möglich formulieren.
- **Messbar (Measurable):** Qualitative und quantitative Messgrößen bestimmen.
- **Attraktiv (Achievable):** Die Ziele vernünftig und erreichbar gestalten.
- **Realistisch (Realistic):** Machbarkeit der Aufgabe innerhalb der Zeit und mit den verfügbaren Mitteln sicherstellen.
- **Terminiert (Time-based):** Ziele mit klaren Fristen planen.

Die SMART-Methode ist ein theoretischer Ansatz zur Zielsetzung, der besagt, dass klar definierte Ziele Menschen dazu motivieren, diese auch tatsächlich zu erreichen. Die Anwendung dieser Methode ermöglicht eine systematische Überprüfung der Zielerreichung und fördert damit eine präzise Planung und Durchführung von Projekten.<sup>123</sup>

Für eine baubezogene Betrachtung kann weiterführend das Zielsystem nach *Hofstadler* genutzt werden.<sup>124</sup> Dahingehend werden die fundamentalsten Projektziele allgemein formuliert und als weitere Grundlage für die Kennzahlenermittlung verwendet.

Wie die Abbildung 3-7 zeigt, ist das bekannte „magische Dreieck“, das zwischen Kosten, Qualität und Zeit gebildet wird, nicht ausreichend, um die Projektziele und in weiterer Folge die Betriebsziele erfolgswirksam zu erreichen. Um einen umfassenden Projekterfolg zu erzielen, müssen weitere relevante Faktoren in das Dreieck für Prognosen und Planungen integriert werden, sodass es zu einem Sechseck erweitert wird. Im Rahmen dieser ganzheitlichen Betrachtung werden zusätzlich zur Kosten-, Zeit- und Qualitätsdimension auch die Quantität, die Störungsunanfälligkeit und die Prozessqualität als Kriterien in das Zielsystem eingebunden.<sup>125</sup>

---

<sup>123</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 129f.

<sup>124</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 96.

<sup>125</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 95.



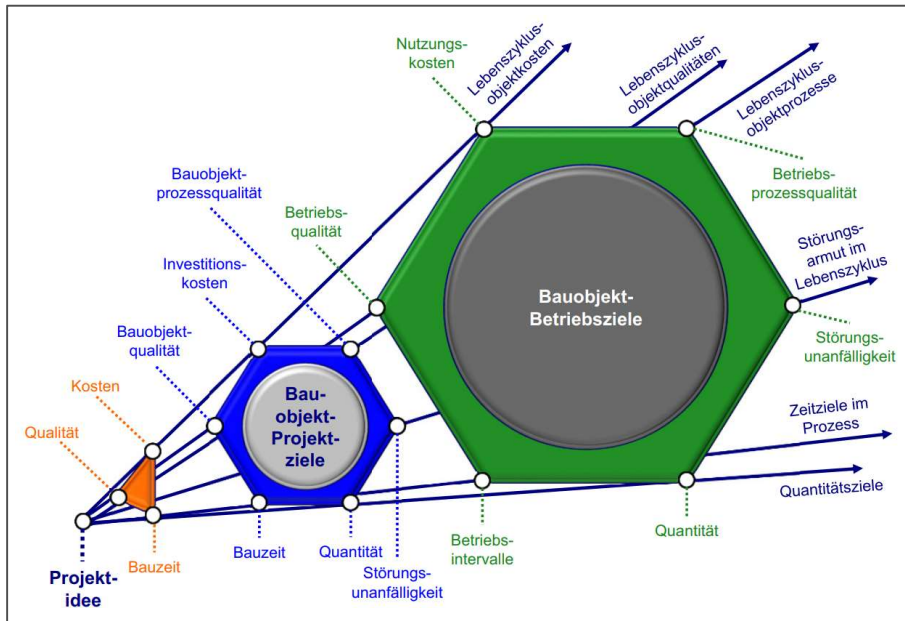


Abbildung 3-7 Zielsystem von Bauprojekten<sup>126</sup>

Diese Erweiterung ist aufgrund der zunehmenden Forderung nach einer gesamtheitlichen Betrachtung in der Baubranche notwendig und führt zu einer neuen Zielausrichtung – dem Betriebsziel. Lebenszykluskosten, nachhaltige Qualitätsstandards und langfristige Zeitziele wie die Gewährleistung werden immer mehr an Bedeutung gewinnen. Daher ist es nicht mehr ausreichend, sich allein auf das „magische“ Dreieck zu verlassen. Stattdessen sollte der Weg über das „systemische Sechseck“ mit einem lebenszyklusorientierten Ansatz und einer Beschaffungsstrategie mit Langzeitzielen verfolgt werden.<sup>127</sup>

Im Zuge dieser Arbeit begrenzen sich die Projektziele auf das bauobjektorientierte Zielsystem und verfolgen daher keine langfristigen Betriebsziele. Dieser Ansatz muss in einer anderen Arbeit thematisiert und zu einer fortlaufenden Controlling-Lösung ausgearbeitet werden.

<sup>126</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 96.

<sup>127</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 95ff.

## 4 Kennzahlen

Dieses Kapitel behandelt zunächst die allgemeinen Grundlagen zu Kennzahlen sowie die wichtigsten Instrumente des operativen Projektcontrollings. Nach dieser fundierten Wissensbasis werden Kennzahlengruppen für die Steuerung von Hochbauprojekten und Betonarbeiten erarbeitet. Auf Basis dieser Gruppen werden relevante Controlling-Kennzahlen identifiziert und praxisgerecht für das spätere Dashboard aufbereitet. Der Fokus liegt, wie bereits erwähnt, insbesondere auf den Betonarbeiten und wird in den folgenden Kapiteln weiter vertieft.

### 4.1 Grundlagen zu Kennzahlen

Um qualitativ und quantitativ angemessene Kennzahlen für die Betonarbeiten herausarbeiten zu können, ist ein grundlegendes Wissen darüber, was eine Kennzahl ist und sein kann, essenziell.

*„Als Kennzahl bezeichnet man verdichtete numerische Messgrößen, die sich auf wichtige Sachverhalte im Unternehmen oder in Projekten beziehen und diese in konzentrierter Form darstellen. Sie informieren problemorientiert über betriebswirtschaftliche Sachverhalte und unterstützen damit in allen Phasen des unternehmerischen Entscheidungsprozesses.“<sup>128</sup>*

Kennzahlen werden verwendet, um nicht nur baubetriebliche und bauwirtschaftliche Ergebnisse wie Bauzeiten und Baukosten zu ermitteln, sondern auch zur Kontrolle und Steuerung der Bauausführung. Des Weiteren ermöglichen sie die Ermittlung der Ursachen für den Erfolg oder Misserfolg eines Projekts. Dabei bedient sich die Baubranche an der Betriebswirtschaftslehre und spezialisiert die Erkenntnisse für die Bauprozesse. Kennzahlen sind dabei erst dann von Nutzen, wenn sie auf kontextbezogenen Daten und Informationen basieren, die sich auf einen spezifischen Sachverhalt beziehen.<sup>129</sup>

Ihre Herkunft kann entweder intern oder extern sein. Interne Quellen umfassen z.B. direkte Projektbeteiligte und die eigene Organisation, während externe Quellen beispielsweise aus der Literatur oder von unternehmensfremden Organisationen stammen. Zudem können Kennzahlen als „hart“ oder „weich“ differenziert werden. Harte Kennzahlen lassen sich leichter quantifizieren (z.B. SOLL-Kosten, Temperatur), während weiche Kennzahlen qualitativ ausgeprägt sind. Ein Beispiel für letztere wäre hierfür die Einschätzung der Bauwerkskomplexität auf einer Skala von 1 bis 10.<sup>130</sup>

<sup>128</sup> BARTH, T.; GIANNAKU, A.: Unternehmensanalyse mit Bilanzkennzahlen. S. 63.

<sup>129</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 215ff.

<sup>130</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 216f.

#### 4.1.1 Kennzahlenarten

Grundsätzlich lassen sich Kennzahlen in absolute und relative Zahlen unterscheiden. Zu den absoluten Kennzahlen, auch Grundzahlen genannt, gehören Einzelzahlen, Summen, Differenzen und Mittelwerte. Relative Kennzahlen werden als Verhältniszahlen bezeichnet und gliedern sich in Gliederungszahlen, Beziehungszahlen und Messzahlen ein.

Die nachfolgende Abbildung 4-1 veranschaulicht die genannten Kennzahlenarten in einer schematischen Darstellung.

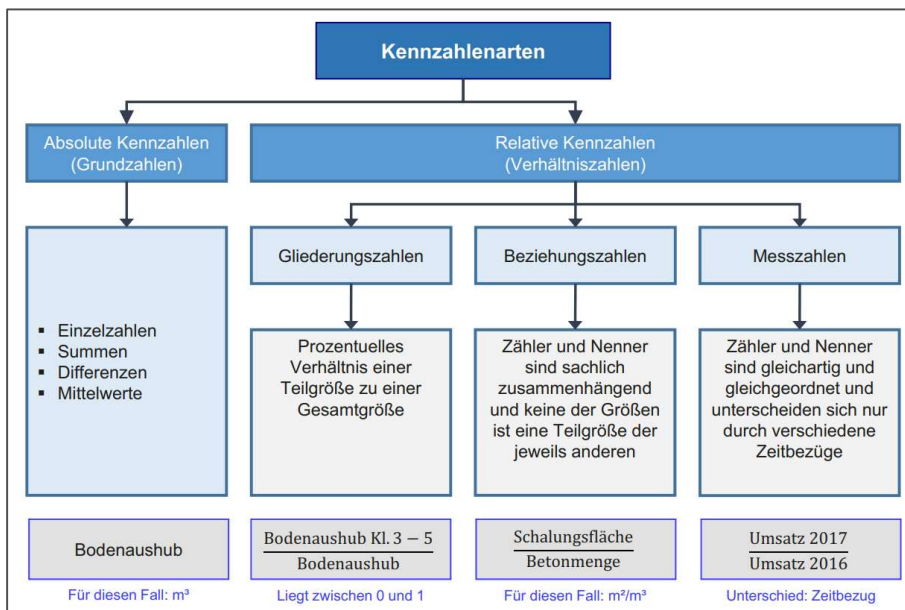


Abbildung 4-1 Gliederung von Kennzahlen<sup>131,132</sup>

Nach *Hofstadler* ist der Vergleich von absoluten Kennzahlen zwischen unterschiedlichen Projekten nicht zielführend und besitzt wenig bis keine Aussagekraft. Sie dienen primär zur Mengenangabe bestimmter Größen wie Bruttorauminhalt [BRI], Betonmenge [m³], Bewehrungsmenge [t] usw. oder zur Angabe von Kosten wie Einzelkosten oder Gemeinkosten [€].<sup>133</sup>

Für baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtungen sind die relativen Kennzahlen, insbesondere die Beziehungszahlen, von besonderem Interesse. Ein Beispiel hierfür ist der Aufwandswert, der sich aus dem Verhältnis zwischen Lohnstunden [Std] und Produktionsmenge [MEH] ergibt.<sup>134</sup> Relative Kennzahlen werden aus dem Quotienten zweier absoluter Größen gebildet. Dabei wird der Zähler als Beobachtungszahl bezeichnet, da er eine spezifische Aussage repräsentiert, während die Be-

<sup>131</sup> In Anlehnung an: GLADEN, W.: Performance Measurement – Controlling mit Kennzahlen. S. 14ff.

<sup>132</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 217.

<sup>133</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 217.

<sup>134</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 218.

zugszahl im Nenner den Wert darstellt, an dem die Beobachtungszahl gemessen wird. Durch das Aufzeigen eines regelmäßigen Zusammenhangs zwischen den beiden Größen können mithilfe von Kennzahlen letztendlich Erkenntnisse über den zu messenden Sachverhalt gewonnen werden.<sup>135</sup>

Relative Kennzahlen bieten somit eine wichtige Grundlage für die Analyse und Bewertung baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Aspekte, wodurch fundierte Entscheidungen innerhalb eines oder mehrerer Bauprojekte getroffen werden können. Sie setzen absolute Werte in Relation zu den Produktions- und Umweltbedingungen, wodurch eine gezielte Analyse und Bewertung ermöglicht wird.

#### 4.1.2 Beziehungen zwischen Kennzahlen

In der Literatur werden verschiedene Ansätze zur Beurteilung von baubetrieblichen, (bau-)wirtschaftlichen oder allgemein wirtschaftlichen Sachverhalten diskutiert. Dabei werden oft diverse Kennzahlen verwendet, die in einem Kennzahlensystem unterschiedliche Beziehungen zueinander aufweisen können. Bei diesen Beziehungen kann grundsätzlich zwischen logischen, empirischen oder hierarchischen Ausprägungen unterschieden werden, wie in Abbildung 4-2 dargestellt.

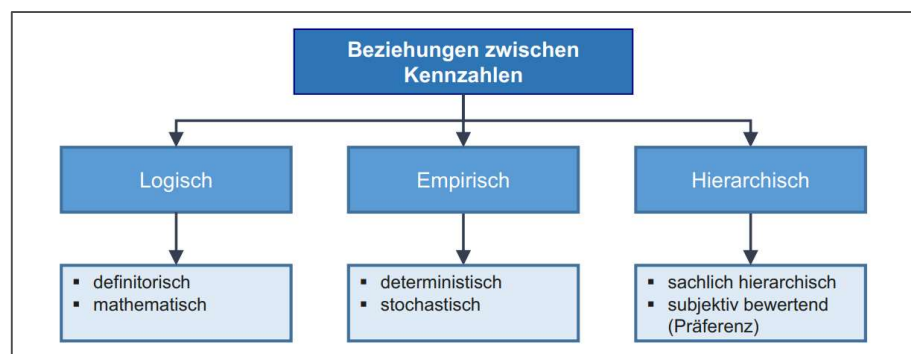


Abbildung 4-2 Beziehungen zwischen Kennzahlen<sup>136,137</sup>

Eine logische Beziehung kann entweder auf zusammenhängenden Begrifflichkeiten basieren, wie beispielsweise die Gliederung nach Bereichen (Bauwerk, Bauteilgruppe, Bauteil, Fertigungsabschnitt), oder auf mathematischen Regeln und Umformungen, wie die Berechnung von Flächen oder Volumen.<sup>138</sup>

Empirische Beziehungen basieren auf realen Gegebenheiten. In wirtschaftlichen Zusammenhängen treten regelmäßig komplexe Sachverhalte auf, die aufgrund ihrer Natur, einschließlich sozialer Aspekte, nicht immer

<sup>135</sup> Vgl.: BARTH, T.; GIANNAKU, A.: Unternehmensanalyse mit Bilanzkennzahlen. S. 63.

<sup>136</sup> Vgl.: DELLMANN, K.; PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. S. 108.

<sup>137</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 219.

<sup>138</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 219.

linear betrachtet werden können. Kennzahlen spielen eine wesentliche Rolle bei der Berücksichtigung solcher Zusammenhänge und nutzen dabei Methoden der Stochastik. Dabei stellen die deterministischen Ansätze eine Vereinfachung der komplexen Realität dar.<sup>139</sup>

Hierarchische Beziehungen sind von sachlicher oder subjektiver Natur geprägt und lassen sich auf eine bestimmte Rangordnung zurückführen. Diese Ordnung kann beispielsweise auf Faktoren wie der zeitlichen Reichweite oder den Auswirkungen auf die Unternehmensziele beruhen.<sup>140</sup>

Gemäß *Hofstadler* stehen die Kennzahlen im Baubetrieb und in der Bauwirtschaft meist in empirischer Beziehung zueinander und sind aufgrund der auftretenden Zufallskomponenten eher stochastisch ausgeprägt.<sup>141</sup>

#### 4.1.3 Verwendung von Kennzahlen

Die Verwendung von Kennzahlen erfolgt immer mit einem bestimmten Zweck. Sie werden entweder zur Steuerung eines Systems oder zur Bereitstellung von Informationen verwendet.<sup>142</sup>

Abbildung 4-3 stellt die unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten schematisch dar.

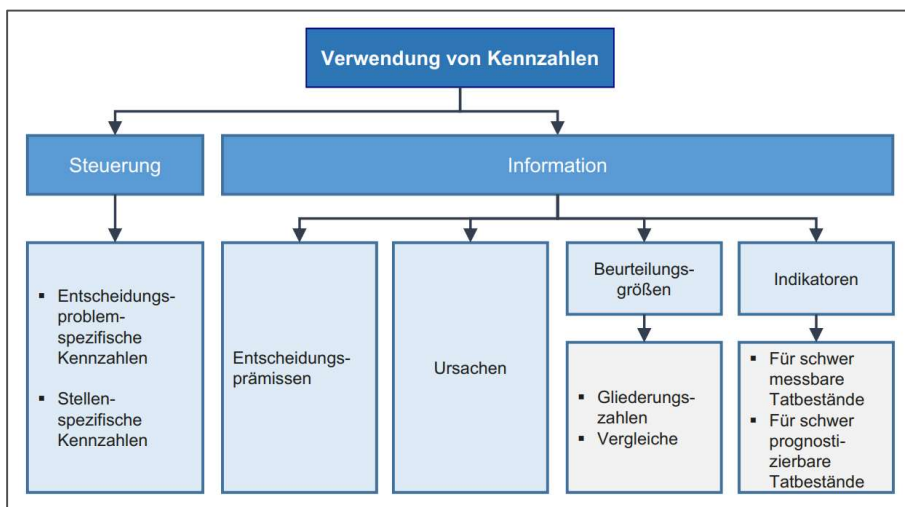


Abbildung 4-3 Verwendung von Kennzahlen<sup>143,144</sup>

<sup>139</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 219.

<sup>140</sup> Vgl.: DELLMANN, K.; PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. S. 107ff.

<sup>141</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 219.

<sup>142</sup> Vgl.: DELLMANN, K.; PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. S. 109f.

<sup>143</sup> Vgl.: DELLMANN, K.; PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. S. 110.

<sup>144</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 220.

Wenn Kennzahlen in einem Zielsystem verwendet werden, dienen sie als Steuerungsinstrumente und können entweder entscheidungsproblemspezifisch oder stellenspezifisch sein. Werden Sie jedoch in der Entscheidungsvorbereitung bereitgestellt, fungieren sie als reine Informationsgrundlage und können als Entscheidungsprämisse, Ursache, Beurteilungsgröße oder Indikator dienen.<sup>145</sup>

Im Folgenden werden die zentralen Funktionen von Kennzahlen aufgeführt, um die Bedeutung ihrer Implementierung in verschiedenen Anwendungsfällen zu verdeutlichen.<sup>146</sup>

- Operationalisierungsfunktion;
- Anregungsfunktion;
- Kontroll- und Steuerfunktion;
- Informationsfunktion;
- Vorgabefunktion und
- Koordinationsfunktion.

Die systematische Anwendung von Kennzahlen spielt eine entscheidende Rolle für die effektive Steuerung von Projekten. Ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten bestätigen nicht nur ihre Unentbehrlichkeit im Controlling, sondern betonen auch ihre zentrale Rolle in der strategischen Entscheidungsfindung. Indem sie Schlüsselfunktionen in der Projektsteuerung übernehmen, tragen Kennzahlen wesentlich zur Verbesserung der Projektleistung bei.

#### 4.1.4 Kennzahlensysteme

Wenn mehrere Kennzahlen miteinander in Beziehung stehen, können sie zu einem Kennzahlensystem zusammengefasst werden. Das Ziel solcher Systeme besteht darin, möglichst vollständig über die Gesamtheit einer Organisation oder eines Projektes zu informieren.<sup>147</sup>

Dabei wird der Fakt aufgegriffen, dass Kennzahlen allein – ohne einen Zusammenhang mit anderen Daten und Informationen – wenig bis keine Aussagekraft besitzen. Das kann beispielsweise am Umsatz einer Organisation verdeutlicht werden. Die reine umgesetzte Geldmenge pro Jahr kann nicht als verlässlicher Indikator für Geschäftsentscheidungen genutzt werden. Erst die Verknüpfung mit der Bilanz, einer Gewinn- und Verlustrechnung oder Effizienzbetrachtung erzeugt ein transparentes und

<sup>145</sup> Vgl.: DELLMANN, K.: PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. S. 109f.

<sup>146</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 221f.

<sup>147</sup> REFA (2023). Kennzahlensysteme. <https://refa.de/service/refa-lexikon/kennzahlensysteme>. Datum des Zugriffs: 12.06.2023

nachvollziehbares Gesamtkonstrukt für Entscheidungen und Handlungen.<sup>148</sup>

Bei Kennzahlensystemen werden viele Daten und Informationen in verdichteter Form bereitgestellt, die in Bezug auf einen bestimmten Sachverhalt stehen. Im Vergleich dieser Zusammenhänge haben Einzelkennzahlen eine eher begrenzte Aussagekraft und können das Gesamtbild nicht angemessen widerspiegeln.<sup>149</sup> Die nachfolgende Abbildung stellt Anforderungen zur sorgfältigen Verwendung von Kennzahlensystemen dar.

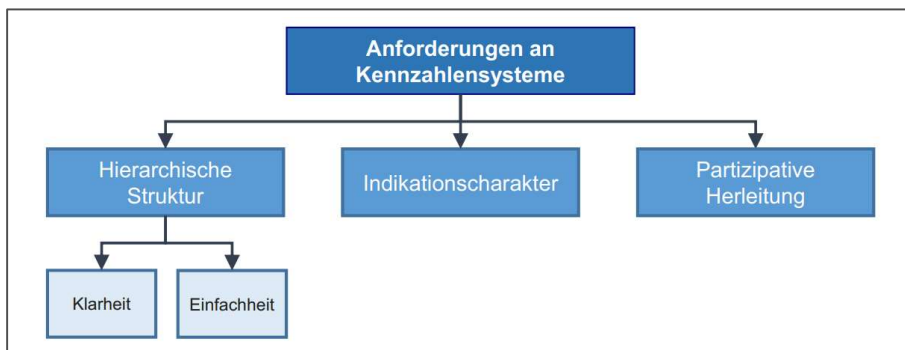


Abbildung 4-4 Anforderungen an Kennzahlensysteme<sup>150,151</sup>

Hierarchisch strukturierte Kennzahlensysteme sind einfach zu verstehen und transparent. Durch eine klare Struktur des Systems wird auch die Anforderung der Einfachheit erfüllt. Die hierarchische Ordnung ermöglicht es, die Zusammensetzung übergeordneter Kennzahlen nachzuvollziehen und verhindert den Einsatz isolierter Kennzahlen ohne Kontext.<sup>152</sup>

Der Indikatorcharakter der Kennzahlen steht im Konflikt mit der Anforderung einer hierarchischen Struktur. Dieser Umstand kann durch die Hinzufügung von untergeordneten Kennzahlen zu mehreren übergeordneten Kennzahlen gelöst werden, was wiederum eine Darstellung der Kennwerte als nicht-lineares System ermöglicht.<sup>153</sup>

Eine partizipative Herleitung eines Kennzahlensystems erhöht die Akzeptanz und gewährleistet, dass es von sachkundigen Mitarbeiter\*innen entwickelt wird. Dies ermöglicht eine schrittweise Weiterentwicklung des Systems und ermöglicht die Erprobung verschiedener Anwendungsfälle, was zu einer kontinuierlichen Verbesserung führt.<sup>154</sup>

<sup>148</sup> Vgl. DOLLMANN, M.: Umweltbezogenes Kennzahlenmodell. S. 104.

<sup>149</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 33ff.

<sup>150</sup> Vgl.: DELLMANN, K.: PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. S. 115.

<sup>151</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 223.

<sup>152</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 222f.

<sup>153</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 222f.

<sup>154</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 222f.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass geeignete Kennzahlen den Denk-, Entscheidungs- und Handlungsprozess im Unternehmen effizienter und effektiver gestalten können, indem komplexe Geflechte in nachvollziehbare Daten und Informationen heruntergebrochen werden.

#### 4.1.5 Bestandteile von Kennzahlen

Kennzahlen bilden die Grundlage vieler Datenvisualisierungen und sind effektive Instrumente, um Nutzer\*innen über ihren Fortschritt in Bezug auf definierte Ziele zu informieren.<sup>155</sup> Die folgenden Definitionen sind grundlegende Bausteine, die bei der Aufbereitung von Kennzahlen berücksichtigt werden müssen, um eine praxisorientierte BI-Lösung zu entwickeln:<sup>156,157</sup>

- **Zweck:** Eine Kennzahl dient der Steuerung verschiedenster Sachverhalte und sollte daher einen klar definierten Zweck verfolgen. Dieser Zweck gibt an, warum bestimmte Daten gemessen und analysiert werden und bildet den Rahmen für die Interpretation der Ergebnisse.
- **Formel:** Die Formel einer Kennzahl beschreibt die mathematische Beziehung zwischen den Variablen, die zur Berechnung verwendet werden. Sie ermöglicht eine systematische Berechnung und Interpretation der Kennzahl.
- **Measure:** Das „Measure“ ist ein quantitativ messbare Größe, das oft zur Bewertung oder Analyse verwendet wird. Beispiele hierfür sind Umsatz, Gewinn oder Kundenbindung.
- **Dimension:** Eine Dimension repräsentiert verschiedene Facetten eines bestimmten Maßes. Zum Beispiel wird Zeit oft als Dimension verwendet, um verschiedene Kennzahlen zu analysieren. Weitere gängige Dimensionen sind beispielsweise Region, Produkt oder Abteilung.
- **Hierarchie:** Dimensionen können in Hierarchien unterteilt werden. Zum Beispiel kann die Zeitdimension eine Hierarchie bilden wie Jahr > Quartal > Monat > Tag.
- **Granularität:** Jedes Level innerhalb der Hierarchie wird als Granularität der Dimension bezeichnet. Bei der Betrachtung einer Geografie-Dimension könnten die Granularitäten (Level) Region > Land > Bundesland > Bezirk > Gemeinde sein.

<sup>155</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 160.

<sup>156</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 162ff.

<sup>157</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 160.



- **Zielgröße:** Die Zielgröße einer Kennzahl definiert den angestrebten Wert, der erreicht werden soll, um ein spezifisches Ziel zu erreichen. Ein Beispiel hierfür wäre Lohnstunden pro Kubikmeter.
- **Datenquelle:** Datenquellen beschreiben den Ursprung oder die Herkunft der Informationen, die zur Berechnung von Kennzahlen verwendet werden. Diese Quellen können aus verschiedenen Bereichen stammen, wie internen Unternehmensdatenbanken, externen Marktstudien oder Umfragen.

## 4.2 Instrumente des operativen Projektcontrollings

Es existiert kein fest definierter „Standard-Ansatz für Projektcontrolling“. Die Wahl der geeigneten Instrumente hängt daher von der Art des Projekts und den individuellen Unternehmensanforderungen ab. Diese Anforderungen werden maßgeblich durch verschiedene Faktoren beeinflusst, darunter der Umfang des Projekts (wie das Investitionsvolumen, die Projektdauer und die Anzahl der beteiligten Gewerke und Teilprojekte).<sup>158</sup> Zudem spielt der Zeitraum und der Zyklus der Datenerfassung eine entscheidende Rolle im Projektcontrolling. Die Wahl der geeigneten Projektmanagement-Metriken und ihrer Messfrequenz hängt stark von den spezifischen Projekterfordernissen und den verfügbaren Ressourcen ab. Unterschiedliche Metriken erfordern unterschiedliche Messhäufigkeiten, die wöchentlich, monatlich oder in Echtzeit erfolgen können.<sup>159</sup>

Während der Ausführungsphase obliegt dem Projektcontrolling die Aufgabe, die wesentlichen Projektziele wie Kosten, Zeit und Qualität sorgfältig zu überwachen. In dieser Phase ist es entscheidend, vorhandene Pläne anzupassen und flexibel auf Veränderungen zu reagieren, was sich auch in der Wahl der angewendeten Instrumente widerspiegelt.<sup>160</sup>

Die Ergebnisse der Befragung aus Abschnitt 3.3.3.1 *Bedarfsermittlung* verdeutlichen, dass in diesem Projektstadium überwiegend SOLL-IST-Vergleiche durchgeführt werden. Einige Autoren, wie *Nebe*, stimmen dem zu und behaupten, dass dieses Instrument den Kern des Projekt-Controllings in Baubetrieben bildet.<sup>161</sup>

Daher konzentriert sich diese Arbeit vorrangig auf das Konzept der SOLL-IST-Vergleiche sowie auf die Earned Value Analyse. Die genannten Kennzahlen in diesem Kapitel werden mithilfe dieser Instrumente ermittelt und für das Reporting verwendet.

<sup>158</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S. 531.

<sup>159</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 92f.

<sup>160</sup> Vgl.: SCHRECKENEDER, B.C.: Projektcontrolling: Projekte überwachen, steuern, präsentieren. S.64.

<sup>161</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 268.

#### 4.2.1 SOLL-IST-Vergleiche

Die Durchführung von SOLL-IST-Vergleichen ist ein essenzieller Schritt zur Überwachung des Leistungsfortschritts, der -abweichungen und -änderungen sowohl bei Sub- und Nachunternehmern als auch bei den eigenen Leistungen. Diese Vergleiche sind klar zeitlich abgegrenzt und zielen darauf ab, Kosten, Termine, Leistung und Qualität zeitnah zu überprüfen. Durch diese Vorgehensweise werden Abweichungen möglichst frühzeitig erkannt und aufgezeigt.<sup>162</sup>

In verschiedenen Ländern werden für den SOLL-IST-Vergleich unterschiedliche Begriffe verwendet. So wird beispielsweise in Österreich bei der Mengenabweichung, die sich aus den IST-Mengen und den SOLL-Mengen ergibt, vom Begriff „SOLLTE“ gesprochen. In dieser Arbeit werden jedoch die Begriffe SOLL, IST und WIRD entsprechend der nachfolgenden Erklärungen verwendet, um eine klare und einheitliche Terminologie sicherzustellen.

**SOLL-Größen:** *„Die Planwerte (aus der Arbeitskalkulation) werden mit der tatsächlich erbrachten Leistung verknüpft. So bedeutet beispielsweise die Ermittlung der SOLL-Stunden die Verknüpfung (Multiplikation) des Aufwandswertes aus der Arbeitskalkulation (Planwert) mit der tatsächlich auf der Baustelle erbrachten Menge (Aufmaß).“<sup>163</sup>*

**IST-Größen:** *„Entstammen im Wesentlichen der Buchhaltung respektive dem Berichtswesen der Baustelle. So werden die IST-Stunden auf Basis von Stundenberichten der Baustelle ermittelt und in der Lohnbuchhaltung erfasst.“<sup>164</sup>*

**Prognose-Werte (WIRD-Daten):** *„Auswertung der SOLL-IST-Abweichungen und Projektion in die Zukunft.“<sup>165</sup>*

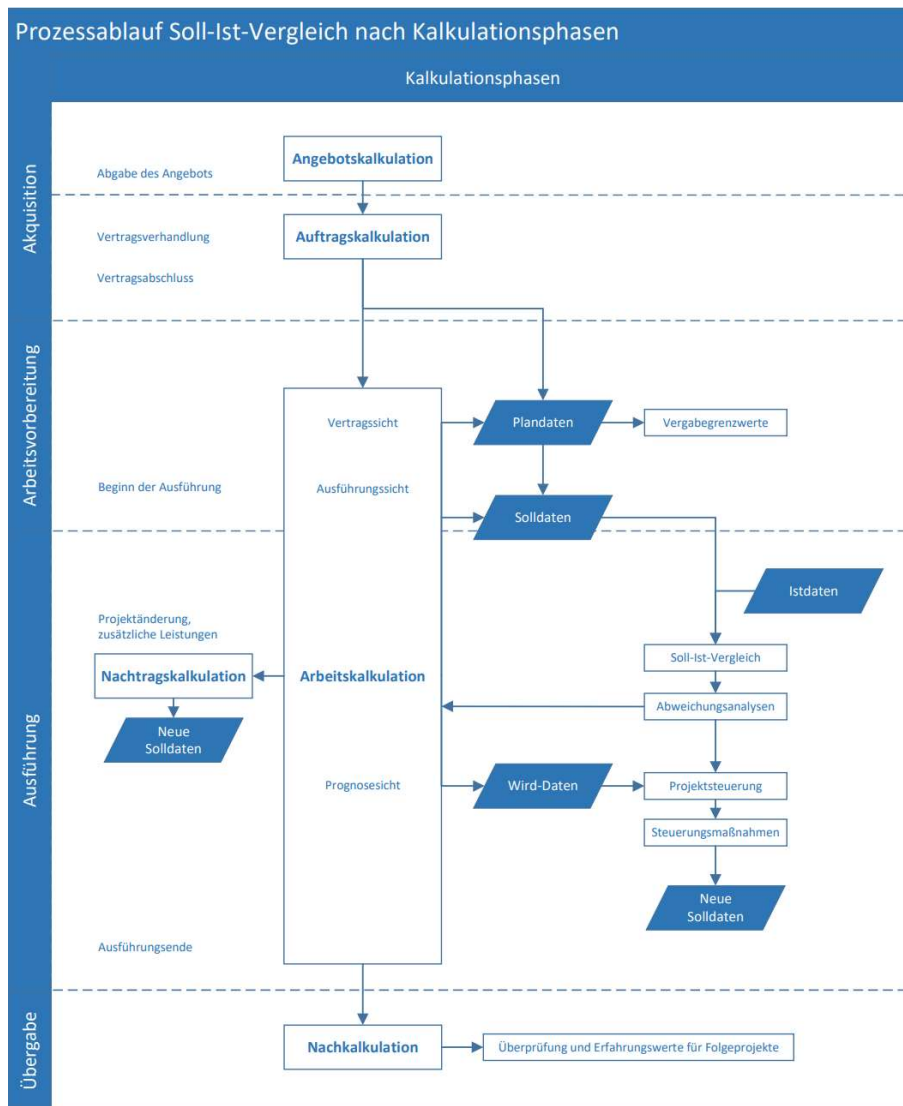
Die nachfolgende Abbildung 4-5 veranschaulicht den Entstehungsprozess der SOLL-, IST- und Prognose-Daten sowie den prozessorientierten Ablauf von SOLL-IST-Vergleichen. Diese Darstellung orientiert sich an den Kalkulationsphasen eines vollständigen Bauprojekts und gliedert sich entsprechend der zeitlichen Abfolge der Projektphasen.

<sup>162</sup> Vgl.: PROPOROWITZ, A.: Baubetrieb- Bauwirtschaft. S. 197.

<sup>163</sup> GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 106f.

<sup>164</sup> GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 106f.

<sup>165</sup> GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 106f.

Abbildung 4-5 Prozessablauf SOLL-IST-Vergleiche<sup>166</sup>

Aus der oben angeführten Abbildung lässt sich entnehmen, dass die Art und Herkunft der SOLL-IST-Daten in Zusammenhang mit den Kalkulationsphasen sowie den verschiedenen Projektphasen steht. Dieses Verständnis bildet die Grundvoraussetzung für ein funktionierendes und praxisorientiertes Reporting, welches speziell auf das Bauwesen zugeschnitten ist.

Die Angebotskalkulation bildet hierbei die Basis für die Controlling-Maßnahmen in der Ausführungsphase. Laut Heck ist der Zweck dieser Kalkulation „die Ermittlung des richtigen Preises. Er sollte so niedrig sein, dass er zum Auftrag führt und so hoch sein, dass ein Gewinn erwirtschaftet bzw. kein Verlust erzielt wird.“<sup>167</sup>

<sup>166</sup> In Anlehnung an: GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 820.

<sup>167</sup> HECK, D.: Bauwirtschaftslehre 1 VU. S. 212.

Vor der Auftragsvergabe führt der private Auftraggeber Vertragsverhandlungen mit möglichen Auftragnehmern. In diesen Gesprächen werden u.a. Themen wie Anpassungen in den Teilleistungen, Preisnachlässe, Mengenänderungen, Positionsanpassungen, veränderte Bauzeiten, Qualitätsmodifikationen und alternative Angebote behandelt. Die resultierenden Anpassungen fließen in die Angebotskalkulation ein und ergeben die Auftragskalkulation.<sup>168</sup> Die in diesem Prozess ermittelten Werte bilden die Plandaten aus Vertragssicht.

Nachdem der Auftrag erteilt wurde, erfolgt in der Arbeitskalkulation die Aufschlüsselung in operativ ausführbare und funktional gegliederte Arbeitsschritte. Dies findet in der Arbeitsvorbereitung statt.<sup>169</sup> In dieser Phase erfolgt die Arbeitskalkulation, die als Fortsetzung der Auftragskalkulation fungiert. Ihr obliegt die Fixierung der SOLL-Daten und dient im Allgemeinen als Grundlage für die internen SOLL-IST-Vergleiche.<sup>170</sup>

Die Nachtragskalkulation ist notwendig, wenn zusätzliche oder veränderte Bauleistungen erbracht werden, die nicht im ursprünglichen Hauptbaupvertrag enthalten sind oder davon abweichen. Dies kann auf Kundenwünsche oder während der Ausführungsarbeiten auftretende Anpassungen zurückzuführen sein.<sup>171</sup> Aus dieser Kalkulation ergeben sich neue SOLL-Werte, die im Projektcontrolling berücksichtigt werden müssen.

Um aussagekräftige Vergleiche durchführen zu können, ist es entscheidend, dass die aus der Arbeitskalkulation stammenden SOLL-Werte von hoher Qualität sind und regelmäßig aktualisiert werden. Die Erfassung dieser Werte erfolgt durch das periodisch durchgeführte Leistungsaufmaß, das für jede einzelne Position des Leistungsverzeichnisses erstellt wird.<sup>172</sup> Parallel dazu müssen die IST-Werte mithilfe eines geeigneten Berichtswesens erfasst und systematisiert werden.

In Abbildung 4-6 sind die acht zentralen Elemente zur Projektsteuerung gemäß *Spang*<sup>173</sup> aus der Perspektive des SOLL-IST-Vergleichs zusammengefasst und dargestellt. Diese Grafik veranschaulicht den wesentlichen Ablauf anhand einzelner Phasen, um ein besseres Verständnis für den Controlling-Prozess zu vermitteln.

<sup>168</sup> Vgl.: HECK, D.: Bauwirtschaftslehre 1 VU. S. 218.

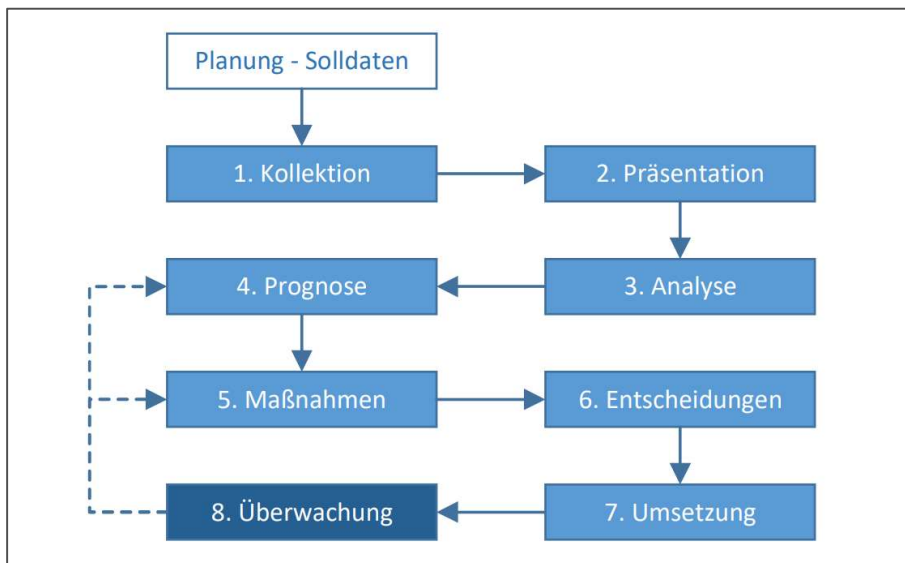
<sup>169</sup> Vgl.: WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 14.

<sup>170</sup> Vgl.: LEIMBÖCK, E.; KLAU, R.; HÖLKERMANN, O.: Baukalkulation und Projektcontrolling unter Berücksichtigung der KLR Bau und der VOB. S. 3.

<sup>171</sup> Vgl.: HECK, D.: Bauwirtschaftslehre 1 VU. S. 220f.

<sup>172</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 268f.

<sup>173</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.538ff.

Abbildung 4-6 Die acht Schritte des Projektcontrollings<sup>174</sup>

Nachfolgend werden die einzelnen Schritte kurz erläutert:<sup>175</sup>

1. **IST-Datensammlung (Kollektion):** Erfassung aktueller Projektinformationen zu einem festgelegten und wiederkehrenden Zeitpunkt (Stichtag). Dies umfasst unter anderem Verbrauchs-, Leistungs-, Aufwands- und Kostendaten, die entweder aus bestehenden Datensystemen ausgelesen oder gezielt von sachkundigen Personen abgefragt werden.
2. **Darstellung der IST- und SOLL-Daten (Präsentation):** Die erfassten IST-Daten werden graphisch dargestellt und mit den SOLL-Daten verglichen. Dies ermöglicht eine rasche Einschätzung der aktuellen Situation und eine erste Prognose für den weiteren Verlauf des Projekts.
3. **Analyse und Diagnose des SOLL-IST-Vergleichs (Analyse):** Es werden Abweichungen und Übereinstimmungen zwischen IST- und SOLL-Daten geprüft, interpretiert und erklärt. Ziel ist die Identifikation von Schwachstellen und Veränderungsbedarf.
4. **Ermittlung zukünftiger Ergebnisse (Prognose):** Prognose des zukünftigen Projektfortschritts bis zum Projektende oder nächsten Meilenstein. Dabei wird auf Grundlage der ausstehenden Arbeitspakete ermittelt, wie viel Zeit, Kosten und Budget voraussichtlich bis zur Fertigstellung benötigt werden.
5. **Schlussfolgerungen aus der Analyse (Maßnahmen):** Identifizierung und Entwicklung notwendiger Maßnahmen basierend auf

<sup>174</sup> In Anlehnung an: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.539.

<sup>175</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.539f.

den vorherigen Schritten. Dabei gibt es drei Grundvarianten: Sicherung des aktuellen Trends (Variante A), Verhinderung weiterer Abweichungen (Variante B) oder Reduzierung von Abweichungen (Variante C).

6. **Weiteres Vorgehen (Entscheidung):** Die Projektleitung trifft auf Basis von Analysen und Prognosen Entscheidungen für das weitere Vorgehen im Projekt, einschließlich möglicher Maßnahmen, unter Einbeziehung von Projektmitarbeitenden und relevanten Gremien.
7. **Maßnahmen einleiten (Umsetzung):** Umsetzung der im Schritt 6 ausgewählten Maßnahmen durch die entsprechenden Mitarbeiter\*innen und/oder beauftragten Unternehmen, gegebenenfalls mit Vertragsänderungen.
8. **Überwachen der Maßnahmen (Überwachung):** Überwachung und Prüfung der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen in definierten Abständen während der Projektumsetzung. Falls notwendig, erneute Einleitung von Maßnahmen in Phase 5 oder sogar Phase 4, um die Projektziele zu sichern. Erst durch Phase 8 und etwaige Korrekturen wird das Projektergebnis abgesichert.

#### 4.2.2 Earned Value Analyse

Die Earned Value Analyse (EVA), auch Arbeitswertmethode oder Fertigstellungswert-Analyse genannt, bietet eine umfassende Darstellung der erbrachten Leistung (Earned Value) in Verbindung mit den Kosten und Zeitvorgaben, einschließlich der Abweichungen. Dieses Analyseinstrument verwendet Kennzahlen, um den aktuellen Projektstatus zu veranschaulichen.<sup>176</sup> Darüber hinaus liefert die EVA Prognosen für das voraussichtliche Projektende und die zu erwartenden Gesamtkosten.<sup>177</sup> Die EVA kann daher als ein kombiniertes Instrument angesehen werden, das den aktuellen Stand eines Projekts anhand einer Vielzahl von Metriken und Kennzahlen veranschaulicht.<sup>178</sup>

Im Vergleich zu SOLL-IST-Vergleichen bietet die Earned Value Analyse einen tieferen Einblick in die Projektperformance. Während SOLL-IST-Vergleiche darauf ausgerichtet sind, geplante mit tatsächlichen Werten zu vergleichen, erweitert die EVA diese Perspektive um eine integrierte Betrachtung von Kosten, Zeitplänen und Leistungsumfang. Dies ermöglicht eine detaillierte und vorausschauende Analyse der Projektleistung und der

<sup>176</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.549.

<sup>177</sup> Vgl.: ANGERMEIER, G.: Earned Value Analyse - Schritt für Schritt erklärt. <https://www.projektmagazin.de/metho-den/earned-value-management>. Datum des Zugriffs: 29.10.2023.

<sup>178</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.549.

damit verbundenen Kosten, was eine effektivere Projektsteuerung und -anpassung fördert.

Es ist erwähnenswert, dass die Earned Value Analyse in der Literatur oft als leistungsfähiges Werkzeug zur Projektkontrolle und -prognose betrachtet wird. Dieses Instrument ermöglicht es den Projektmanagern\*innen, den Fortschritt und die Gesundheit eines Projekts besser zu verstehen und geeignete Maßnahmen zur Einhaltung von Zeitplänen und Budgets zu ergreifen, indem es detaillierte Einblicke in die Leistungs-, Kosten- und Zeitdimensionen eines Projekts bietet.<sup>179</sup>

In Abbildung 4-7 wird dieses Konzept basierend auf einem Kosten-Zeit-Diagramm veranschaulicht.

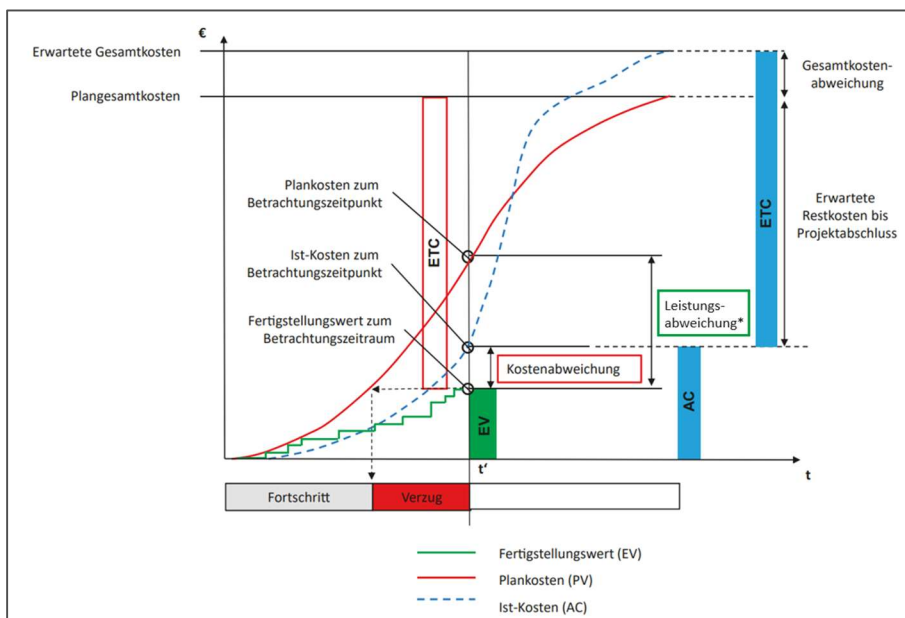


Abbildung 4-7 Earned Value Analyse (Kosten-Zeit-Diagramm)<sup>180</sup>

In dem Diagramm repräsentiert die rote Kurve die Plankosten (PV, SOLL-Kosten), die anzeigen, wie viel Arbeit zu einem bestimmten Zeitpunkt abgeschlossen sein sollte. Die blaue gestrichelte Linie stellt die tatsächlichen IST-Kosten (AC) dar, die zusammen mit dem Fertigstellungswert (EV, grün) zum Stichtag erfasst und ergänzt werden. EV (Earned Value) ist die kumulierte Summe der vorgesehenen Kosten für die bis zum Stichtag erbrachte Leistung.<sup>181</sup>

Die Verwendung der EVA in Projekten bietet zahlreiche Vorteile. Die aus dieser Analyse abgeleiteten Kennzahlen ermöglichen eine rasche Infor-

<sup>179</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.549f.

<sup>180</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.550.  
\*Begriff Leistungsabweichung ist im Original durch Terminabweichung dargestellt. Korrektur durch Autor.

<sup>181</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.550.

mation für Entscheidungsträger. Mithilfe dieser Informationen kann ein effektives Frühwarnsystem aufgebaut werden, das die Qualität der Kontrolle maßgeblich beeinflusst.<sup>182</sup> Zudem führt die Anwendung der EVA zu einer Verbesserung der Objektivität bei der Fortschrittsmessung.<sup>183</sup>

Die aus der Methode resultierenden Kennzahlen sind ein wesentlicher Bestandteil des agilen Projektcontrollings und werden in den weiteren Abschnitten dieser Arbeit näher erläutert.

### 4.3 Steuerung von Hochbauprojekten

In diesem Unterkapitel wird das Controlling von Hochbauprojekten anhand von Kennzahlen behandelt. Besonderes Augenmerk liegt auf der Festlegung operativer Kennzahlengruppen sowie der Identifizierung aussagekräftiger Kennzahlen. Wie bereits in vorherigen Kapiteln benannt, ist die Auswahl der Kennzahlengruppen und Kennzahlen einer der maßgebenden Erfolgsfaktoren von Kennzahlenmodellen. Diese Kennzahlen ermöglichen u.a. eine frühzeitige Problemerkennung und Ursachenanalyse für den erfolgreichen oder nicht erfolgreichen Abschluss eines Projekts.

#### 4.3.1 Kennzahlengruppen für Hochbauprojekte

Der Erfolg eines Projekts wird von jedem Stakeholder anders definiert. Daher ist es umso wichtiger, die individuellen Erfolgskriterien dieser Personen klarzustellen, um eine einheitliche Definition zu ermöglichen. Jedoch gibt es keine Garantie dafür, dass alle beteiligten Parteien bei den Kernfaktoren übereinstimmen werden. Das Risiko besteht darin, dass zu viele Kennzahlen festgelegt werden und die Datenerfassung zu unökonomischen Zeit- und Kostenverhältnissen führen kann.<sup>184</sup>

Zur Vereinfachung dieser Herausforderung stützt sich diese wissenschaftliche Arbeit (wie in Abschnitt 3.3.3.2 *Projektziele als Grundstein des Controllings* erwähnt) auf das weiterentwickelte Zielsystem für Bauobjekte sowie das dreidimensionale Produktionssystem nach *Hofstadler*.<sup>185,186</sup>

Abbildung 4-8 veranschaulicht das dreidimensionale Produktionssystem nach *Hofstadler*, das die Wechselwirkungen zwischen den internen Produktionsfaktoren und den äußeren Bedingungen im Bauprozess darstellt.

<sup>182</sup> Vgl.: GADATSCH, A.: Projektcontrolling mit der Earned-Value-Analyse: Projekte planen, überwachen und steuern. In: IT-Controlling. S. 103-114.

<sup>183</sup> Vgl.: GUBELMANN, J.: Earned Value - Objektive Messung des Projektfortschritts. [https://www.eraneos.ch/blog/sources/1710\\_Earned\\_Value\\_Objektive\\_Messung\\_des\\_Projektfortschritts.pdf](https://www.eraneos.ch/blog/sources/1710_Earned_Value_Objektive_Messung_des_Projektfortschritts.pdf), Datum des Zugriffs: 30.10.2023.

<sup>184</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 46.

<sup>185</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 96.

<sup>186</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 159ff.



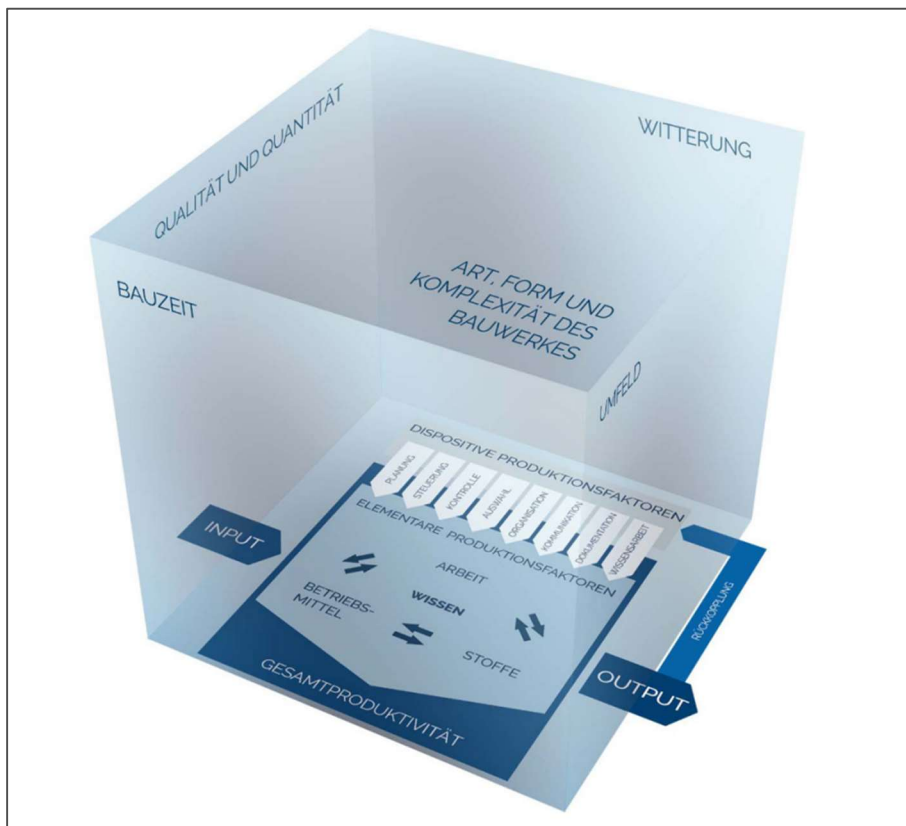


Abbildung 4-8 Dreidimensionales Produktionssystem<sup>187</sup>

Das dreidimensionale Produktionssystem, wie in Abbildung 4-8 dargestellt, bietet einen umfassenden Ansatz zur Betrachtung von Produktionsprozessen. Es integriert verschiedene Faktoren, die den Produktionsablauf beeinflussen, wie beispielsweise die eingesetzten Ressourcen, die zeitliche und räumliche Planung sowie externe Einflüsse wie Umweltbedingungen und Projektanforderungen. Dieses System verdeutlicht, dass eine effiziente Steuerung der Produktionsprozesse nicht nur von internen, sondern auch von äußeren Bedingungen abhängt. Durch die Berücksichtigung dieser Faktoren kann die Produktivität gesteigert und die Komplexität der Prozesse besser bewältigt werden.

Im Anschluss an diese theoretische Betrachtung lassen sich aus den vorgestellten Modellen spezifische Kennzahlengruppen ableiten. Diese unterteilen sich in die Kategorien Kosten, Stunden, Termine, Mengen, Aufwand und Qualität unterteilen. Diese Gruppen werden zur Veranschaulichung grafisch in Abbildung 4-9 dargestellt. Damit wird sowohl auf das sogenannte „magische Dreieck der Bauwirtschaft“ als auch auf die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen Bezug genommen.

<sup>187</sup> HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 161.

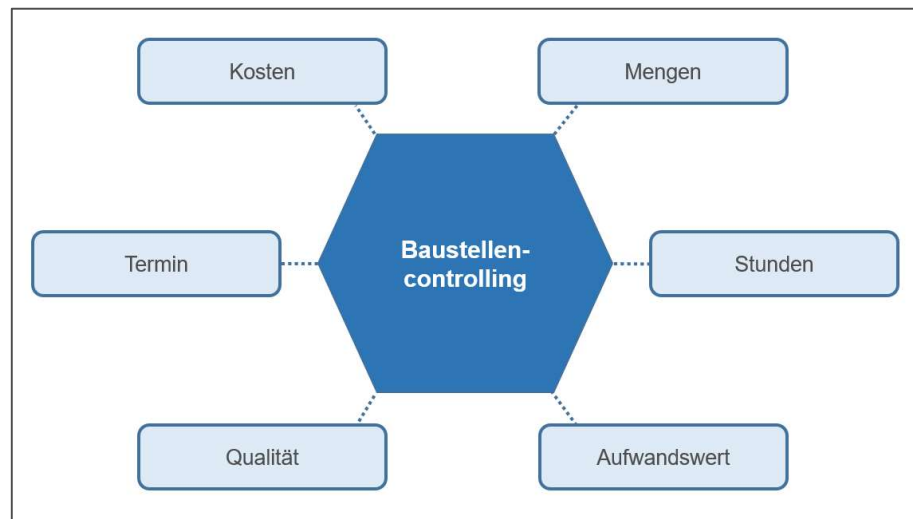


Abbildung 4-9 Kennzahlengruppen zur Steuerung von Hochbauprojekten

An dieser Stelle ist es wichtig zu betonen, dass die Wirtschaftlichkeit einen entscheidenden Bereich darstellt und die treibende Kraft eines jeden unternehmerischen Vorhabens bildet. Klassische Kennzahlen in diesem Zusammenhang sind das Bauergebnis sowie der Deckungsbeitrag, wobei ein möglichst hoher positiver Wert anzustreben ist.<sup>188</sup>

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit konzentriert sich jedoch nicht auf betriebswirtschaftliche Kennzahlen, sondern vertieft die zuvor genannten operativen Kennzahlengruppen im Detail. Daher können die Kennzahlen aus dieser Arbeit als Ergänzung zum klassischen Kosmos der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen angesehen werden.

Nachfolgend sollen die einzelnen Eckpunkte des systemischen Sechsecks näher beschrieben und deren Relevanz gezeigt werden.

#### 4.3.1.1 Kosten

Unter Kosten versteht man den betriebs- und periodenbezogenen Wertesatz zur Leistungserstellung und Leistungsverwertung. Sind die sogenannten „Werte“ materieller Natur, spricht man von Wertverzehr, während bei immateriellen Werten von Wertesatz die Rede ist.<sup>189</sup>

Im Unterschied zum aggregierten Kostencontrolling auf Betriebsebene fokussiert sich das Projektcontrolling auf das einzelne Projekt im Rahmen des SOLL-IST-Vergleichs. Der Schwerpunkt liegt auf der Identifikation von Abweichungen in den Projekten und der rechtzeitigen Gegensteuerung.<sup>190</sup> Für eine effektive Kostenkontrolle ist es daher entscheidend, die Kostenstruktur des Projektes zu berücksichtigen, wodurch sich die Notwendigkeit

<sup>188</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 252.

<sup>189</sup> Vgl.: BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. LV Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2004. S. 1ff.

<sup>190</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 272.

der detaillierten Differenzierung nach Gewerken, Arbeitspaketen oder Arbeitsabschnitten ergibt. Dies führt zwar zu einem höheren Erfassungsaufwand aufgrund der Vielzahl der Teile, ermöglicht jedoch eine leichtere Erfassung und bessere Steuerbarkeit der Kosten in den Projekten.<sup>191</sup>

Die Erfassung von Abweichungen sollte nicht in aggregierter Form geschehen, sondern separat für jede Kostenart und jede Position im Leistungsverzeichnis des Projekts. Dies erfordert eine konsequente, in der Regel monatliche Erfassung der Leistungsdaten sowie eine regelmäßige Dokumentation der Leistungsmengen.<sup>192</sup>

Die Kostenarten werden sowohl in der Kalkulation als auch in der Kostenrechnung nach dem identischen Kostenartenschlüssel gegliedert. In diesem Kontext ist die Übereinstimmung zwischen den IST-Kostenarten, den SOLL-Kostenarten und den Kreditorenummern in der Betriebsbuchhaltung und der Kalkulation eine entscheidende Voraussetzung für einen aussagekräftigen SOLL-IST-Vergleich.<sup>193</sup>

Bei internen Kosten SOLL-IST-Vergleichen ist zu beachten, dass nicht die Einheitspreise des Bauvertrags herangezogen werden sollten, sondern erneut die Arbeitskalkulation als maßgebliche Grundlage gilt. Die SOLL-Kosten ergeben sich demnach aus dem Produkt der erbrachten Leistungen und den dafür in der Arbeitskalkulation festgelegten Kosten. Im Gegensatz dazu werden die IST-Kosten aus der betriebsinternen Buchhaltung entnommen und repräsentieren die tatsächlich angefallenen Kosten auf der Baustelle.<sup>194</sup>

Bei der Kostenüberwachung spielt die Schnelligkeit und Regelmäßigkeit der IST-Datenermittlung eine wesentliche Rolle. Es ist von großer Bedeutung, den Kontrollzyklus so kurz wie möglich zu halten, beispielsweise quartalsweise oder monatlich, um zeitnahe Korrekturmaßnahmen durchführen zu können.<sup>195</sup>

In Abbildung 4-10 ist die Auswertung des Kostencontrollings anhand eines SOLL-IST-Vergleichs dargestellt. Die Grafik zeigt eine Gesamtübersicht der Summenkurven aller Leistungspositionen einer Baustelle.<sup>196</sup>

<sup>191</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.533.

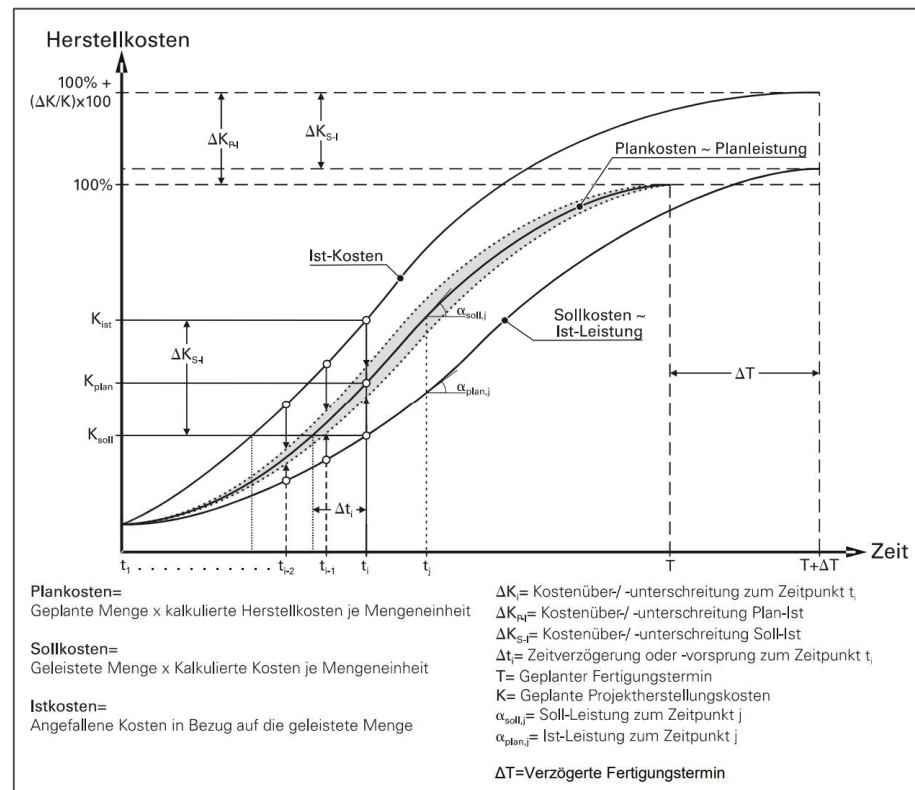
<sup>192</sup> Vgl.: TALAJ, R.: Operatives Controlling für bauausführende Unternehmen. S. 177.

<sup>193</sup> Vgl.: SPRANZ, D.: Organisatorische Voraussetzung für den Aufbau eines Controllingsystems. In: Baustellen-Controlling. S. 17-35.

<sup>194</sup> Vgl.: PROPOROWITZ, A.: Baubetrieb- Bauwirtschaft. S. 199f.

<sup>195</sup> Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 821f.

<sup>196</sup> Vgl.: GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 107.

Abbildung 4-10 Kosten SOLL-IST-Vergleich<sup>197</sup>

#### 4.3.1.2 Stunden

Lohnstunden sind die Arbeitsstunden, die eine Fachkraft auf einer Baustelle leistet und dafür bezahlt wird. Sie haben einen wesentlichen Einfluss auf die Lohnkosten und können bei Fehlentwicklungen auch direkte Auswirkungen auf den Baufortschritt haben.<sup>198</sup>

Heutzutage machen die Lohnkosten bereits einen bedeutenden Anteil der Gesamtkosten auf der Baustelle aus. Daher ist es ratsam, ein separates Stundencontrolling für die anfallenden Lohnstunden durchzuführen, um rechtzeitig auf Abweichungen reagieren zu können.<sup>199</sup>

Der Stunden SOLL-IST-Vergleich ermöglicht eine Bewertung der Effizienz bei der Realisierung des Bauobjekts.<sup>200</sup> Eine entscheidende Voraussetzung dafür ist eine praxisnahe Planung des Stundenaufwands für die einzelnen Teilleistungen, unter Verwendung eines entsprechenden Bauarbeiterschlüssels (BAS). Der BAS ist ein im Voraus abgestimmter Katalog

<sup>197</sup> GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 107.

<sup>198</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 275f.

<sup>199</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 55.

<sup>200</sup> Vgl.: Hochtief Software GmbH (HTS): KUBUS - Baubetriebliches Steuerungssystem für Projektleitung und Bauleitung. S. 56.

von spezifischen Arbeitsvorgängen, die vom eigenen Personal durchgeführt werden.<sup>201</sup>

In diesem Prozess ergeben sich die SOLL-Stunden aus den erfassten Leistungsmengen der Positionen und den Stundensätzen in der Arbeitskalkulation.<sup>202</sup> Im Gegensatz dazu bezeichnen die IST-Stunden die tatsächlich angefallene Stundenanzahl. Diese Informationen werden aus der Lohnbuchhaltung, den Aufzeichnungen in Bautagesberichten oder den Stundenerfassungsbögen entnommen.<sup>203</sup>

Die nachfolgende Abbildung 4-11 zeigt einen aus der Praxis entnommenen Bauarbeiterschlüssel, der anhand von beispielhaften Zahlen ein vollständiges Stundencontrolling darstellt.

BAS	Bezeichnung	Fstg. nach Menge	Std.	Prgn.Std (VA)	Soll h/ME (AK)	Soll-Std (LE)	Ist-Std	Diff.-Std.	Diff.-%
101	BE aufbauen	168%	120%	23	0,37	27	3	-24	-88,64
103	SIG- Maßnahmen			48			106	106	
131	Kranbedienung	80%	80%	213	42,50	170	319	149	87,65
152	Aufsicht		80%	229		183	247	64	34,91
174	Eigenleistung Bewehrung	53%	59%	590	0,02	349	967	618	177,09
210	Eigenleistung Erdarbeiten	40%	36%	64	0,06	23	133	110	481,91
310	Schalung Fundamente	39%	47%	99	0,43	47	5	-42	-90,04
320	Schalung Wände beidseitig	79%	79%	646	0,56	511	526	15	2,93
330	Schalung Säulen	66%	49%	28	1,40	14		-14	-102,46
340	Schalung Decken	41%	47%	366	0,56	173	27	-146	-84,59
382	Einbauteile	47%	38%	24	0,12	9		-9	-96,97
383	einl. Dämmung+Putzträger	148%	172%	43	0,15	75		-75	-100,34
385	Isokörbe	18%	18%	17	0,40	3		-3	-98,17
410	Beton Fundamente	76%	82%	58	0,36	48		-48	-100,79
420	Beton Wände	79%	80%	70	0,52	56		-56	-99,53
430	Beton Säulen	64%	39%	3	2,10	1		-1	-73,37
440	Beton Decken	12%	16%	50	0,34	8		-8	-99,54
540	Mauer - u. Versetzarbei..	17%	30%	377	0,81	114		-114	-100,10
550	Versetzarbeiten	81%	62%	33	1,22	21		-21	-100,85
590	Isolierungen,Dichtungen	59%	65%	74	0,09	48		-48	-99,90
710	Kanal Hochbau	40%	83%	100	0,27	83		-83	-100,20
<b>Summe Gesamt</b>			<b>56,12%</b>	<b>3.497</b>		<b>1.962</b>	<b>2.333</b>	<b>371</b>	<b>18,91</b>

Abbildung 4-11 Stundencontrolling durch BAS

Die in der Grafik dargestellten BAS-Nummern dienen als Schlüssel für die einzelnen Arbeitsvorgänge. Diese ermöglichen es, die aus der Kalkulation ermittelten Lohnstunden den Teilleistungen zuzuordnen und anschließend die Abweichungsanalyse zwischen SOLL- und IST-Stunden durchzuführen. Je detaillierter die Arbeitskalkulation in Unterpositionen gegliedert ist, desto genauer können die Abweichungen der Einzeltätigkeiten analysiert werden.

<sup>201</sup> Vgl.: LEIMBÖCK, E.; IDING, A.; MEINEN, H.: Bauwirtschaft. S. 426f.

<sup>202</sup> Vgl.: LEIMBÖCK, E.; IDING, A.; MEINEN, H.: Bauwirtschaft. S. 425f.

<sup>203</sup> Vgl.: PROPOROWITZ, A.: Baubetrieb- Bauwirtschaft. S. 199.

#### 4.3.1.3 Termin

Das Termin- und Fortschrittscontrolling spielt aufgrund der vertraglich fixierten Fertigstellungstermine eine entscheidende Rolle für den Projekterfolg.<sup>204</sup> Die Ablaufplanung gewinnt aufgrund der immer knapper werdenden Bauabwicklungszeit und des direkten Zusammenhangs zwischen Kosten und Zeit zunehmend an Bedeutung.<sup>205</sup>

Die sogenannte Termin- bzw. Bauablaufplanung erfüllt nicht nur die Funktion der vernetzten Betrachtungsweise aller Vorgänge der Planung und Ausführung, folglich die Funktion der vorausschauenden Planung des Ablaufs, sondern schafft auch die Grundlage für Steuerungs- und Kontrollanweisungen. Es ist ein Bauablauf mit optimalem wirtschaftlichen Ergebnis für die einzelnen Bauunternehmen anzustreben und zu verwirklichen.<sup>206</sup>

In der Arbeitsvorbereitung erfolgt die detaillierte Termin- und Ressourcenplanung auf Grundlage der vereinbarten Meilensteine oder der Arbeitskalkulation. Dabei unterscheidet man zwischen Grob- und Detail- bzw. Feinbauzeitplanung. Der Grobterminplan gibt einen Überblick über die wichtigsten Termine und umfasst die Hauptdaten der Fertigungsabschnitte. Die Feinplanung ist wiederum detaillierter und teilt die Fertigungsabschnitte in einzelne tägliche Arbeitsvorgänge auf.<sup>207</sup>

Um ein effektives Termincontrolling zu ermöglichen, sollte das Gesamtprojekt in Teilfertigstellungen (z.B. Bauwerk, Geschoss) betrachtet werden. Diese müssen in logisch strukturierte Teilabschnitte (z.B. südl. oder nördl. Wandabschnitt) sowie Prozessschritte (z.B. Aushub Baugrube, Schalung, Bewehrung, Betonieren sowie schließlich die Fertigstellung und Inbetriebnahme) aufgeteilt werden.<sup>208</sup>

Die Überwachung der Terminsituation bei einem Bauprojekt erfordert eine kontinuierliche Bereitstellung von aktuellen Informationen über den Fortschritt der Arbeiten sowie Prognosen für deren Fertigstellung von allen beteiligten Stellen. Durch den Vergleich der aktuellen Terminsituation mit den vorab geplanten Anfangs- und Endterminen können potenzielle Abweichungen identifiziert, ihre Auswirkungen untersucht und entsprechende Korrekturmaßnahmen ergriffen werden.<sup>209</sup>

Eine bereits in der Praxis angewandte Methode zur Terminkontrolle und -überwachung ist der Balkenplan. Er kann sowohl manuell (mit Word oder

<sup>204</sup> Vgl.: TALAJ, R.: Operatives Controlling für bauausführende Unternehmen. S. 185.

<sup>205</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 59.

<sup>206</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 40.

<sup>207</sup> Vgl.: PROPOROWITZ, A.: Baubetrieb- Bauwirtschaft. S. 163.

<sup>208</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.532.

<sup>209</sup> Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 825.

Excel) als auch mithilfe eines Terminplanungstools erstellt werden und ermöglicht eine grafische Gegenüberstellung von SOLL- und IST-Terminen.<sup>210</sup>

In Abbildung 4-12 wird ein schematisches Modell für das Termincontrolling veranschaulicht, das anhand von drei Projektverläufen Einblicke in verschiedene Zustände gewährt und somit die zeitliche Entwicklung von Projekten verdeutlicht.

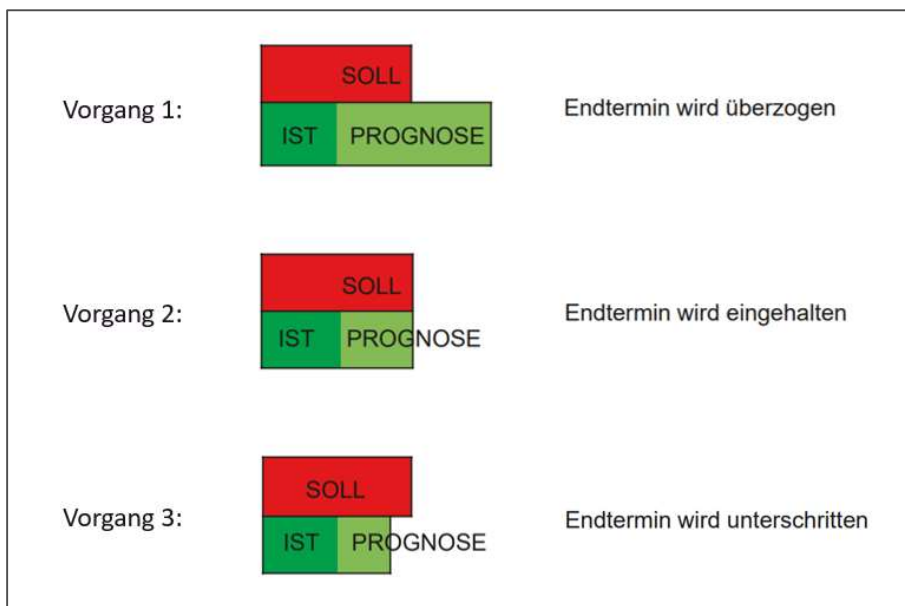


Abbildung 4-12 Termin SOLL-IST-Vergleich<sup>211</sup>

Das oben dargestellte Bild veranschaulicht drei mögliche Zustände:<sup>212</sup>

- **Vorgang 1:** Eine Terminverzögerung tritt auf, wenn die Summe aus IST-Zeit und Prognose größer ist als die geplante SOLL-Zeit ( $IST + Prognose > SOLL$ ).
- **Vorgang 2:** Im Gegensatz dazu wird im zweiten Verlauf eine pünktliche Termineinhaltung demonstriert, wenn die Summe aus IST-Zeit und Prognose genau der geplanten SOLL-Zeit entspricht ( $IST + Prognose = SOLL$ ).
- **Vorgang 3:** Schließlich zeigt der dritte Verlauf einen vorzeitigen Abschluss, der eintritt, wenn die Summe aus IST-Zeit und Prognose kleiner ist als die geplante SOLL-Zeit ( $IST + Prognose < SOLL$ ).

<sup>210</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.545.

<sup>211</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.545.

<sup>212</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.545.



#### 4.3.1.4 Mengen

Das Mengencontrolling im Bauwesen ist entscheidend für die effektive Planung und Steuerung von Bauprojekten. Regelmäßige Leistungsaufmaße erfassen die tatsächlich erbrachten Leistungsmengen. Eine detaillierte Leistungserfassung auf jeder Position des Leistungsverzeichnisses ermöglicht die Ermittlung der SOLL-Werte für Gesamtleistung und Kostenarten.<sup>213</sup>

Besonders wichtig ist der Vergleich zwischen den geplanten und tatsächlichen Mengensätzen im operativen Mengencontrolling. Dieser Abgleich liefert entscheidende Informationen über die Baustellen- und Gewinnentwicklung.<sup>214</sup> Bauunternehmen können anhand dieser Erkenntnisse fundierte Entscheidungen treffen und frühzeitig mögliche Abweichungen erkennen, um effektive Gegensteuerungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Vergleichsanalyse von SOLL- und IST-Mengen erfolgt in zwei Teilen. Der erste Teil betrifft die Abrechnungsmengen, während der zweite Teil die Verbrauchsmengen umfasst.<sup>215</sup> Insbesondere bei den Abrechnungsmengen ist eine klare Unterscheidung zwischen den im Leistungsverzeichnis festgelegten Mengen (LV-Menge) und den voraussichtlichen Abrechnungsmengen (VA-Menge) entscheidend. Während die LV-Menge vertraglich bindend und somit statisch ist, erfordert die VA-Menge monatliche Aktualisierungen in der Arbeitskalkulation.<sup>216</sup>

Das Mengencontrolling differenziert generell zwischen Pauschal-/Intern- und Abrechnungsaufträgen. Im Falle von Abrechnungspositionen kann die IST-Leistung die monatlich gepflegte VA-Menge erreichen. Im Gegensatz dazu darf bei Pauschal-/Internpositionen die erbrachte Leistung die, im Leistungsverzeichnis festgelegte, LV-Menge nicht überschreiten.<sup>217</sup>

Abweichungen von Abrechnungsmengen der LV-Positionen über +/-20% erfordern in Österreich eine Neuberechnung der Einheitspreise. Im Bereich von bis zu +/-20% trägt der Auftraggebende die volle Verantwortung. Abweichungen haben bei Pauschalleistungen in der Regel keine Auswirkungen auf zusätzliche Kostenentwicklungen.<sup>218</sup>

Mengen SOLL-IST-Vergleiche werden in der Regel nur für wesentliche Positionen oder Kostenarten wie Stahl und Beton durchgeführt, bei denen Abweichungen von den kalkulierten Mengen einen signifikanten Einfluss auf die Kosten oder somit das Ergebnis haben.<sup>219</sup>

<sup>213</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 279.

<sup>214</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 279.

<sup>215</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 278f.

<sup>216</sup> Vgl.: SEYFFERTH, G.: Baustellensteuerung in der Praxis und einige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Arbeit. In: Baustellen-Controlling. Hrsg.: WIRTH, V. S. 128.

<sup>217</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 270.

<sup>218</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 123.

<sup>219</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 279f.



#### 4.3.1.5 Aufwand

Der Aufwandswert ist eine bedeutende Größe für die Arbeitsproduktivität und spielt sowohl im Baubetrieb als auch in der Bauwirtschaft eine wesentliche Rolle. Er steht im direkten Zusammenhang mit den Einflussfaktoren, die sich aus den Anforderungen des Produktionsprozesses ergeben und stellt einen der wichtigsten Parameter für die Kostenberechnung und die Bestimmung der Bauzeit dar.<sup>220</sup>

Im Rahmen des Bauprojektcontrollings und der anschließenden Nachkalkulation werden in Abhängigkeit von der Projektgröße die IST-Daten aus der tatsächlichen Bauausführung systematisch erfasst. Diese Daten werden mit den angenommenen SOLL-Daten aus der Kalkulation verglichen, um Abweichungen im geplanten Bauablauf festzustellen. Unternehmen nutzen hierfür eigene Datenbanken von abgeschlossenen Projekten und bilden auf deren Basis die groben Richtwerte der Aufwandswerte. Sobald ein Bauteil oder ein Bauabschnitt fertiggestellt ist, ermöglicht das Aufwandswert-Controlling eine Bewertung der Auswirkungen auf Kosten und Termine. Eine Unterschreitung des Aufwandswerts im Vergleich zwischen dem geplanten SOLL-Zustand und dem tatsächlichen IST-Zustand deutet darauf hin, dass sich dies positiv auf Bauzeit und Baukosten auswirken wird.<sup>221</sup>

Aufwandswerte weisen unterschiedliche Detaillierungsgrade auf und lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen. Wie in Abbildung 4-13 ersichtlich, gibt es Gesamtaufwandswerte und Detailaufwandswerte.

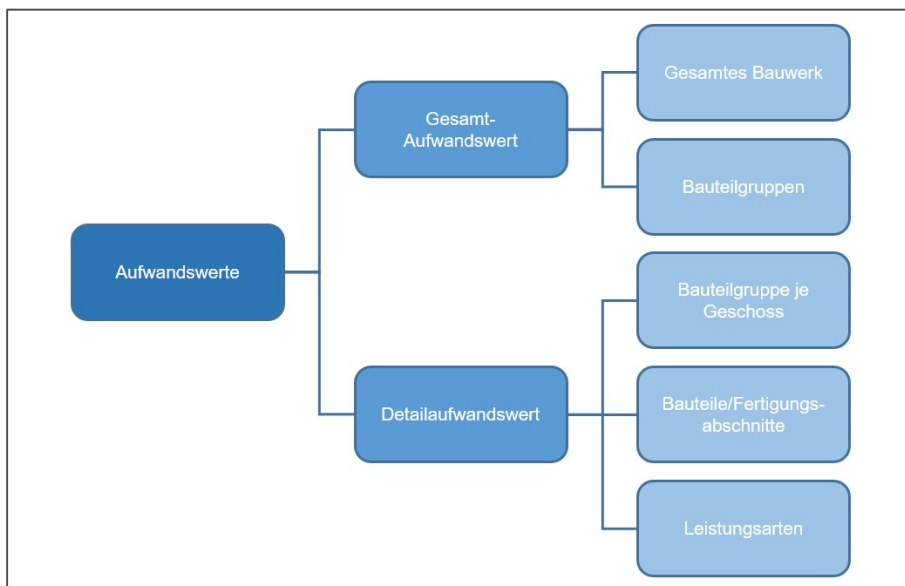


Abbildung 4-13 Differenzierungen der Aufwandswertenzenierungen<sup>222</sup>

<sup>220</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 230.

<sup>221</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 56f.

<sup>222</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S.301.

Die Typen unterscheiden sich vor allem in den Berechnungsgrößen. Zum Beispiel setzt sich der Gesamtaufandswert für Stahlbetonarbeiten aus Schalungs-, Bewehrungs- und Betonarbeiten zusammen. Im Gegensatz dazu repräsentiert der Detailaufandswert nur eine spezifische Leistung, wie etwa Schalarbeiten. Diese Einzelleistung unterteilt sich wiederum in Einschalen, Ausschalen und die Schalung der Passflächen.<sup>223</sup> Für eine exakte Erfassung der Aufandswerte ist es essenziell, die Leistungen zeitlich und tätigkeitsbezogen klar abzugrenzen.<sup>224</sup>

#### 4.3.1.6 Qualität

Die Planung und Steuerung von Qualitätsanforderungen ist ein wesentlicher Bestandteil einer erfolgreichen Bauabwicklung. Diese Maßnahmen haben einen erheblichen Einfluss auf die Gewährleistung der geforderten Bauwerksqualität, Arbeitssicherheit und Umweltschutz.<sup>225</sup>

Das Qualitätscontrolling bildet eine wichtige Komponente im Projektcontrolling und koordiniert die Qualitätsbemühungen innerhalb verschiedener Unternehmensbereiche. Es gewährleistet die wirtschaftliche Umsetzung der Qualitätsstrategie und unterstützt die Implementierung eines informationstechnischen Systems mit Fokus auf Qualität durch die Bereitstellung von Informationen und Entscheidungsunterstützung.<sup>226</sup>

Qualität orientiert sich daher stark am Bauobjekt, das maßgeblich den Marktpreis der Leistung bestimmt. Tritt während der Bauphase eine Vielzahl von Mängeln auf, spiegelt sich dies unmittelbar in den Folgekosten wider und beeinflusst somit die Rentabilität des Gesamtprojekts.<sup>227</sup> Aufgrund der zukünftigen Vorgaben im Bereich Arbeitssicherheit und umweltschonendem Bauen umfasst der Begriff Qualität zunehmend ein breiteres Spektrum in der Produktionsplanung und der Bauausführung.

#### 4.3.2 Kennzahlen für Hochbauprojekte

In diesem Abschnitt werden Kennzahlen basierend auf den zuvor genannten Gruppen ermittelt. Diese Kennzahlen sind größtenteils numerisch erfassbar und spielen eine entscheidende Rolle in jedem Bauprojekt. Um frühzeitig Maßnahmen zur Gegensteuerung ergreifen zu können, ist eine schnelle Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit erforderlich, die durch kontinuierliche Analysen ermöglicht wird.<sup>228</sup> In diesem Zusammenhang bilden

<sup>223</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 59.

<sup>224</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten. S.301.

<sup>225</sup> Vgl.: GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 829.

<sup>226</sup> Vgl.: OECKING, G.: Qualitätskostenmanagement, in: Kostenrechnungspraxis (krp), o.Jg. S. 84.

<sup>227</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. S. 93ff.

<sup>228</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 23.

sogenannte SOLL-IST-Vergleiche und Earned Value Analysen die Grundlage.

Die Kennzahlenermittlung in dieser Arbeit basiert auf der Informationsbedarfsanalyse der Universität St. Gallen<sup>229</sup> und wurde mit dem praxiserprobten Ansatz des BI Beratungsunternehmens roosi GmbH<sup>230</sup> durchgeführt. Dieses Vorgehen zielt darauf ab, aussagekräftige Kennzahlen zu identifizieren und für die technische Umsetzung vorzubereiten. Im Folgenden wird lediglich auf den Namen, das Kürzel und die Formel der Kennzahlen eingegangen. Eine detaillierte Ausarbeitung findet sich im Anhang A.2.1, wo zusätzlich die Dimensionen (nach welchen Zuständen die Messgröße ausgewertet wird), der Zweck (warum die Kennzahl wichtig ist) sowie die Zielgröße der Kennzahlen erläutert werden.

---

<sup>229</sup> Vgl.: <https://www.alexandria.unisg.ch/bitstreams/e741f969-9030-462b-b714-49859804bb9a/download>. Datum des Zugriffs: 01.04.2024.

<sup>230</sup> Vgl.: <https://www.roo.si/>. Datum des Zugriffs: 01.04.2024.

#### 4.3.2.1 Kosten

In Tabelle 4-1 sind beispielhafte Kennzahlen für das Kostencontrolling von Hochbauprojekten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
SOLL-Kosten (Planned Value)	PV	= BAC * geplanter Fertigstellungsgrad in Prozent	231
IST-Kosten (Actual Cost)	AC	= Tatsächliche Kosten der bis zu einem Zeitpunkt erledigten Arbeit	
Fertigstellungswert (Earned Value)	EV	= BAC * tatsächlicher Fertigstellungsgrad in Prozent	
Voraussichtliches Gesamtbudget (Budget at Completion)	BAC	= Gesamtbudget des Projekts (kalkuliert)	
Kostenabweichung (Cost Variance)	CV	= EV - AC	
Leistungsabweichung (Schedule Variance)	SV	= EV - PV	232
Kostenindex (Cost Performance Index)	CPI	= (AC / EV) * 100	233
Leistungsindex (Schedule Performance Index)	SPI	= (EV / PV) * 100	
Voraussichtliche Gesamtkosten (Estimate at Completion)	EAC	= AC + ETC = BAC / CPI	234
Voraussichtliche Mehrkosten (Variance at Completion)	VAC	= EAC - BAC	
Voraussichtliche Restkosten (Estimate to Completion)	ETC	= EAC - AC = BAC - EV	
Fertigstellungsgrad	-	= (AC / EAC) * 100	235
Kostenanteil	-	= (Kosten einer Kostenart / Gesamtkosten) * 100	236

**Tabelle 4-1 Exemplarische Kosten-Kennzahlen für Hochbauprojekte**

Die in Tabelle 4-1 angeführten Kennzahlen sind essenzielle Werkzeuge im Projektmanagement, die entscheidend zur Überwachung und Steuerung der finanziellen Leistung eines Projekts beitragen. Sie ermöglichen nicht nur die Kontrolle der Ausgaben im Verhältnis zu den festgelegten Budgets, sondern fördern auch die frühzeitige Erkennung finanzieller Abweichungen. Durch regelmäßige Analysen dieser Kennzahlen kann die

<sup>231</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.154.

<sup>232</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.155.

<sup>233</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.156.

<sup>234</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.158f.

<sup>235</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.143ff.

<sup>236</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.192f.

Projektleitung informierte Entscheidungen treffen und Maßnahmen ableiten, die effektiv zur Kostenkontrolle und effizienten Ressourcennutzung führen und somit zur Erreichung der finanziellen Projektziele beitragen.

#### 4.3.2.2 Stunden

In Tabelle 4-2 sind beispielhafte Kennzahlen für das Stundencontrolling von Hochbauprojekten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
PLAN-Stunden	PLAN-Std	= Geplante Lohnstunden	237
IST-Stunden	IST-Std	= Tatsächliche Lohnstunden	
SOLL-Stunden (AK-Stunden)	SOLL-Std	= Kalkulierte Lohnstunden	
Stundenabweichung (Pauschalaufträge)	Diff.-Std	= SOLL-Stunden * (LV-Menge / VA-Menge) - IST-Stunden	238
Stundenabweichung (Abrechnungsaufträge)	Diff.-Std	= SOLL-Stunden - IST-Stunden	
Voraussichtliche Gesamtstunden	-	= IST-Stunden + Voraussichtliche Reststunden (oder Schätzwert)	
Voraussichtliche Reststunden	-	= Voraussichtliche Gesamtstunden - IST-Stunden (oder Schätzwert)	
Stundenindex	-	= Voraussichtliche Gesamtstunden / AK-Stunden	239
Fertigstellungsgrad	-	= (IST-Stunden / Voraussichtliche Gesamtstunden) * 100	

**Tabelle 4-2 Exemplarische Stunden-Kennzahlen für Hochbauprojekte**

Die Kennzahlen aus Tabelle 4-2 sind für das Stundencontrolling auf Baustellen unerlässlich, weil sie die Effizienz und Produktivität der Arbeitskräfte messen. Sie liefern aufschlussreiche Informationen über das Verhältnis von aufgewendeten Lohnstunden zu den erzielten Projektergebnissen und unterstützen die Überwachung der Lohnkosten. Ein genauer SOLL-IST-Vergleich dieser Stunden ermöglicht eine effektive Planung und Kontrolle des Stundenaufwands, was für die kosteneffiziente Durchführung von Bauprojekten entscheidend ist.

<sup>237</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 275.

<sup>238</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 275f.

<sup>239</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.143f.

#### 4.3.2.3 Termin

In Tabelle 4-3 sind beispielhafte Kennzahlen für das Termincontrolling von Hochbauprojekten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
PLAN-Dauer (Scheduled completion time)	SCT	= geplanter Endtermin - geplanter Starttermin	240
IST-Dauer (Actual completion time)	ACT	= tatsächlicher Endtermin - tatsächlicher Starttermin	
SOLL-Dauer (Earned Schedule)	ES	= $\text{Dauer}_t + [\text{Earned Value (EV}_{t+1}) - \text{Planned Value (PV}_t)] / \text{PV}_{t+1} - \text{PV}_t$	241
Terminabweichung (Schedule Variance)	SV	= PLAN-Dauer – IST-Dauer	242
Voraussichtliche Restdauer (Time to Completion)	TTC	= TAC – IST-Dauer (vergangene Zeit bis zum Stichtag)	243
Voraussichtliche Gesamtdauer (Time at Completion)	TAC	= PLAN-Dauer / SPI	
Voraussichtlicher Endtermin	-	= Zeitpunkt zum Stichtag + TTC	244
Zeit-Leistungsindex (Schedule Performance Index)	SPIt	= $(\text{ES} / \text{ACT}) * 100$	245
Modifizierter Zeit-Leistungsindex (Time-Schedule Performance Index)	TSPIt	= $(\text{PLAN-Dauer} - \text{ES}) / (\text{PLAN-Dauer} - \text{IST-Dauer}) * 100$	
Terminenge	-	= $(\text{Anzahl zeitkritischer Arbeitspakete}) / (\text{Gesamtanzahl Arbeitspakete}) * 100$	246
Termintreue	-	= $(\text{Fertige Arbeitspakete ohne Verzug}) / (\text{Insgesamt fertige Arbeitspakete}) * 100$	

**Tabelle 4-3 Exemplarische Termin-Kennzahlen für Hochbauprojekte**

Die in Tabelle 4-3 aufgeführten Kennzahlen sind grundlegend für die Überwachung und Steuerung der Projektzeiten. Sie ermöglichen einen detaillierten Einblick in den Fortschritt der verschiedenen Bauphasen und sind entscheidend für die Sicherstellung der Einhaltung vertraglich festgelegter Fertigstellungstermine. Der Einsatz von visuellen Hilfsmitteln wie Balkenplänen erleichtert die Darstellung und Analyse dieser Kennzahlen, wodurch Projektteams frühzeitig Abweichungen erkennen und gezielt reagieren können. Dies trägt wesentlich dazu bei, die Projektziele effizient und termingerecht zu erreichen.

<sup>240</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.146ff.

<sup>241</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.160.

<sup>242</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.205ff.

<sup>243</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.550f.

<sup>244</sup> Vgl.: SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. S.532.

<sup>245</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.160f.

<sup>246</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.193.

#### 4.3.2.4 Mengen

In Tabelle 4-4 sind beispielhafte Kennzahlen für das Mengencontrolling von Hochbauprojekten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
Leistungsverzeichnismenge	LV-Menge	= Ausgeschriebene Menge	247
Tatsächliche Abrechnungsmenge	RE-Menge	= Erbrachte Abrechnungsmenge	
Voraussichtliche Abrechnungsmenge	VA-Menge	= Erwartete Abrechnungsmenge	
Abrechnungsmengenabweichung	Diff.-Menge	= VA-Menge - RE-Menge	
Leistungsänderungsbetrag	-	= (VA-Menge - LV-Menge) * Einheitspreis	248
Fertigstellungsgrad	-	= (RE-Menge / VA-Menge) * 100	249
Verbrauchsmenge	-	= VA-Menge * Mengensatz pro Leistungseinheit lt. AK	250
Mengenabweichung	Diff.-Menge	= Verbrauchsmenge - VA-Menge	

**Tabelle 4-4 Exemplarische Mengen-Kennzahlen für Hochbauprojekte**

Die in Tabelle 4-4 dargestellten Kennzahlen sind für das Mengencontrolling in Bauprojekten unerlässlich, da sie einen direkten Vergleich zwischen geplanten und tatsächlichen Abrechnungs- sowie Verbrauchsmengen ermöglichen. Diese Analysen sind entscheidend für die frühzeitige Erkennung und Anpassung bei Mengenabweichungen. Durch die konsequente Nutzung dieser Kennzahlen lässt sich die Effizienz auf der Baustelle steigern, signifikante Kosteneinsparungen erzielen und der Baustellenfortschritt feststellen.

<sup>247</sup> Vgl.: <https://harzing.de/leistungen/baustellenoptimierung/aufmass-und-abrechnung/voraussichtliche-abrechnungsmengen.html>. Datum des Zugriffs: 05.12.2023.

<sup>248</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 280.

<sup>249</sup> Vgl.: <https://harzing.de/leistungen/baustellenoptimierung/aufmass-und-abrechnung/voraussichtliche-abrechnungsmengen.html>. Datum des Zugriffs: 05.12.2023.

<sup>250</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 279f.

#### 4.3.2.5 Aufwand

In Tabelle 4-5 sind beispielhafte Kennzahlen für das Aufwandscontrolling von Hochbauprojekten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
SOLL-Aufandswert	SOLL-AW	= Geplante Lohnstundensumme / Geplante Produktionsmenge	251
IST-Aufandswert	IST-AW	= Tatsächliche Lohnstundensumme / Geleistete Produktionsmenge	
Aufandswertabweichung	$\Delta AW$	= SOLL-AW - IST-AW	
Voraussichtlicher Aufandswert	Vstl. AW	= Auswertung der SOLL-IST-Abweichung	252
Durchschnittlicher Aufandswert	$AW_{MW}$	= Summe der Aufandswerte aller Bauabschnitte / Anzahl der Bauabschnitte	

**Tabelle 4-5 Exemplarische Aufwands-Kennzahlen für Hochbauprojekte**

Die Kennzahlen in Tabelle 4-5 dienen bei der Bewertung der Arbeitsproduktivität und spielen eine zentrale Rolle bei der Kostenkalkulation und Zeitplanung in Bauprojekten. Sie ermöglichen den Vergleich von tatsächlichen IST-Daten mit geplanten SOLL-Daten, was entscheidend für die frühzeitige Erkennung von Abweichungen im Bauablauf ist. Dieses Controlling unterstützt Unternehmen dabei, Auswirkungen auf Kosten und Termine effektiv zu bewerten und die Bauausführung entsprechend anzupassen.

<sup>251</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 91ff.

<sup>252</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 98f.



#### 4.3.2.6 Qualität

In Tabelle 4-6 sind beispielhafte Kennzahlen für das Qualitätscontrolling von Hochbauprojekten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
Qualitätsindex	-	= Aus einer Gruppe von KPIs zusammengesetzt	253
Anzahl Mängel	-	= Anzahl der Mängel	254
Qualitätskosten	-	= Summe der entstandenen Kosten	255
Kundenzufriedenheitsindex	-	= Mittels einer Umfrage ermittelter Wert	256
Mitarbeiterzufriedenheitsindex	-	= Mittels einer Umfrage ermittelter Wert	257
Anzahl Arbeitsunfälle	-	= Anzahl der Arbeitsunfälle	258
Arbeitsunfallquote	-	= (Meldepflichtige Arbeitsunfälle / Geleistete Arbeitsstunden) * 1.000.000	259
Ausfalltage pro Mitarbeiter	-	= Ausfalltage / Anzahl Mitarbeiter	260
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasen	261
Wasserverbrauch	-	= Gemessene Menge an verbrauchtem Wasser	262
Energieverbrauch	-	= Gemessene Menge an verbrauchter Energie	263
Kilometer der Lieferkette	-	= Entfernung zwischen Produktionsort und endgültigem Lieferort	264
Abfallreduzierungsrate	-	= (Verschwendeter Rohstoff Zeitraum a / Verschwendeter Rohstoff Zeitraum b) * 100	265
Abfallrecyclingquote	-	= (Menge des recycelten Abfalls / Gesamtabfallaufkommen) * 100	266

**Tabelle 4-6 Exemplarische Qualitäts-Kennzahlen für Hochbauprojekte**

<sup>253</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.237ff.

<sup>254</sup> Vgl.: <https://biblus.accasoftware.com/de/6-arten-von-kpis-die-im-bauwesen-ueberwacht-werden-sollten/>. Datum des Zugriffs: 01.01.2024.

<sup>255</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 319ff.

<sup>256</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.97ff.

<sup>257</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.265ff.

<sup>258</sup> Vgl.: AUVA (2022). Arbeitsunfallstatistik. <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.777568&version=1684309650>. Datum des Zugriffs: 30.12.2023.

<sup>259</sup> Vgl.: <https://www.dguv.de/de/zahlen-fakten/au-wu-geschehen/au-1mio-stunden/index.jsp>. Datum des Zugriffs: 30.12.2023.

<sup>260</sup> Vgl.: <https://www.quentic.de/fachbeitraege/incident-management-arbeitsschutz-daten-und-kennzahlen/#c80230374>. Datum des Zugriffs: 30.12.2023.

<sup>261</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.311ff.

<sup>262</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.317ff.

<sup>263</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.321ff.

<sup>264</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.329ff.

<sup>265</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.333ff.

<sup>266</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.337ff.

Tabelle 4-6 präsentiert Qualitäts-Kennzahlen, die für die effektive Überwachung und Steuerung der Bauqualität, Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes unterstützend sein können. Diese Kennzahlen sind ein zentraler Bestandteil des Qualitätscontrollings und tragen nicht nur zur Sicherstellung der Qualitätsstandards bei, sondern fördern auch die wirtschaftliche Realisierung der Qualitätsstrategie. Durch das frühzeitige Erkennen von Mängeln ermöglichen sie eine Minimierung der Folgekosten und steigern so die Rentabilität des Projekts, während sie gleichzeitig die Einhaltung aktueller und zukünftiger Standards im umweltbewussten Bauen gewährleisten.

#### 4.3.2.7 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Im Abschnitt 4.3 *Steuerung von Hochbauprojekten* wird die Bedeutung eines effektiven Projektcontrollings durch den gezielten Einsatz verschiedener Kennzahlengruppen verdeutlicht, wobei der Schwerpunkt dieser Arbeit auf Kosten, Stunden, Termine, Mengen, Aufwand und Qualität liegt. Diese Kennzahlen erlauben es, frühzeitig Probleme zu identifizieren und die Ursachen für den Erfolg oder Misserfolg eines Projekts zu analysieren. Ein umfassendes Verständnis und die gezielte Steuerung dieser Parameter sind u.a. entscheidend, um die Wirtschaftlichkeit zu sichern und die Einhaltung von Bauzeiten sowie Qualitätsstandards zu gewährleisten.

An dieser Stelle wird die Brücke von der allgemeinen Projektsteuerung zur spezifischeren operativen Steuerung von Betonarbeiten geschlagen. Der Fokus verschiebt sich hin zur Festlegung operativer Kennzahlengruppen speziell für Betonarbeiten, wodurch die Anwendung der Kennzahlen noch zielgerichteter wird. Dieser Ansatz verbessert nicht nur die Qualität auf einer detaillierteren Ebene, sondern dient auch als Vorbereitung für das spätere Dashboard-Konzept.

### 4.4 Steuerung von Betonarbeiten

In diesem Abschnitt wird, aufbauend auf den zuvor gezeigten exemplarischen Kennzahlen, das Controlling von Betonarbeiten anhand von Kennzahlen eingehend erläutert. Ein besonderer Fokus liegt, ähnlich wie im Kapitel 4.3 *Steuerung von Hochbauprojekten*, auf der Strukturierung von Kennzahlengruppen sowie der Identifizierung relevanter Kennzahlen. Diese Kennzahlen unterstützen bei der Lenkung von Betonierprozessen und sollen dabei u.a. die frühzeitige Problemerkennung und Gegensteuerung verbessern.

#### 4.4.1 Festlegung von Kennzahlengruppen für Betonarbeiten

Die Strukturierung der Kennzahlengruppen für das Controlling der Betonarbeiten basiert auf dem Prinzip der Baulogistik, das nach *Hofstadler* die Bereiche Beschaffungslogistik, Produktionslogistik und Entsorgungslogistik umfasst.<sup>267</sup>

Diese Unterteilung repräsentiert die wesentlichen Bereiche in der Logistik von Baustellen und bildet die Grundlage für die Definition der Kennzahlengruppen. Dabei wird festgehalten, dass somit die Fokussierung auf der Ort betonvariante des Betonierens liegt. Die festgelegten Anwendungsbereiche konzentrieren sich auf die Beschaffung, Produktion und Entsorgung, wie in Abbildung 4-14 veranschaulicht.

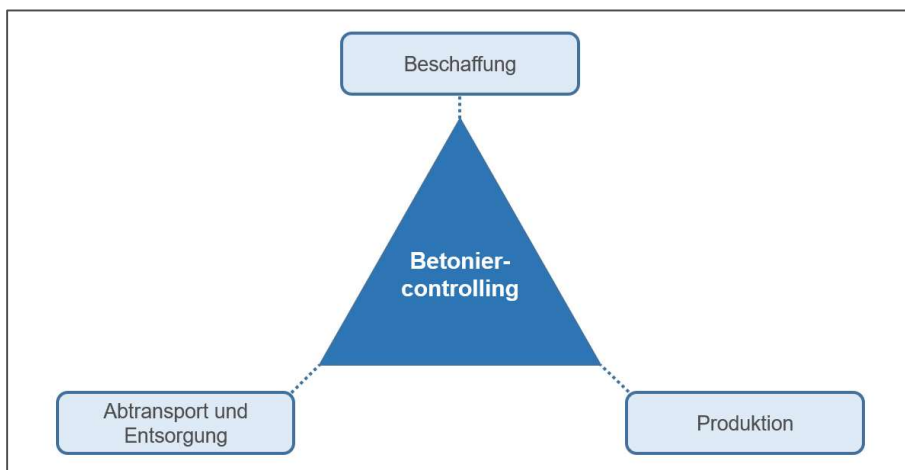


Abbildung 4-14 Festgelegte Kennzahlengruppen zur Steuerung von Betonarbeiten

Die Auswahl dieses Modells zielt darauf ab, die zu steuernden Betonierprozesse strukturiert einzugrenzen und zu vereinfachen. In den folgenden Abschnitten wird näher auf die genannten Bereiche eingegangen und ihr Zusammenhang mit der Logistik erläutert.

##### 4.4.1.1 Beschaffung

Die Beschaffungslogistik spielt in der Ausführungsphase eines Bauprojekts eine zentrale Rolle, da sie als Bindeglied zwischen der Baustelle und dem Baustofflieferanten fungiert. Eine effiziente Beschaffungslogistik gewährleistet die kontinuierliche und abgestimmte Belieferung der Baustelle mit den benötigten Materialien.<sup>268</sup> Zu den wesentlichsten Hauptaufgaben der Beschaffung gehören:<sup>269</sup>

<sup>267</sup> Vgl.: BLÖMEKE, M.: Die Baustellenlogistik als neues Dienstleistungsfeld im Schlüsselfertigbau. S. 51.

<sup>268</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42.

<sup>269</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42.

- **Ermittlung des Baustoffbedarfs:** Bestimmung der auf der Baustelle benötigten Materialien.
- **Transportplanung:** Berechnung der Gesamtanzahl der erforderlichen Transporte und Analyse der zeitlichen Abfolge.
- **Spitzenmanagement:** Identifizierung und Entflechtung von Transportspitzen zur Vermeidung von Engpässen.
- **Bezugsquellen sondierung:** Untersuchung möglicher Lieferanten und Bezugsquellen.
- **Beschaffung:** Organisation der Baustoffbeschaffung.
- **Koordination des Baustoffflusses:** Zeitliche und räumliche Abstimmung der Materiallieferungen zur Baustelle.

Die zeitliche Koordination ist von besonderer Bedeutung, um sicherzustellen, dass die verschiedenen Baustoffe und Baugeräte rechtzeitig und in der richtigen Reihenfolge verfügbar sind. Während der Rohbauphase sind nur wenige Baustoffe, wie Beton, Zement, Bewehrung, Mörtel, Ziegel und Bauholz, erforderlich. In den Ausbau- und Technikphasen steigt die Anzahl der Gewerke sowie die Vielfalt der zu beschaffenden Materialien und Geräte, was die Logistik erheblich komplexer macht.<sup>270</sup>

Die räumliche Koordination erfordert die Erstellung eines umfassenden Verkehrskonzepts für die Baustelle. Dieses Konzept muss die Anbindung an öffentliche Verkehrsflächen sowie die interne Verkehrsführung innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche berücksichtigen, um eine effiziente und sichere Materiallieferung zu gewährleisten.<sup>271</sup>

#### 4.4.1.2 Produktion

Die Produktionslogistik im Bauwesen umfasst die systematische Planung und Steuerung von Transporten innerhalb der Lagerflächen und des Bauwerks. Dieser Prozess beginnt an den Anlieferungsflächen, wo der Übergang von der Beschaffungs- zur Produktionslogistik erfolgt. Baustoffe werden entweder auf den Lagerflächen zwischengelagert oder nach erforderlichen Zwischentransporten direkt im Bauwerk eingebaut.<sup>272</sup>

Ein zentraler Bestandteil der Baustellenlogistik ist der effiziente Baustofftransport, der durch verschiedene Fördermittel realisiert wird. Die Auswahl und Nutzung dieser Fördermittel erfordert eine präzise Bestimmung der Transportkapazitäten, um eine kosteneffiziente und effektive Bauproduktion zu gewährleisten.<sup>273</sup>

<sup>270</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42f.

<sup>271</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 43f.

<sup>272</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 44f.

<sup>273</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 44f.

*Seeling* klassifiziert gebräuchliche Fördermittel nach ihrer Beweglichkeit in folgende Kategorien:<sup>274</sup>

- **Räumlich:** Turmdrehkran, Mobilkran, Autokran
- **Vertikale Ebene:** Betonpumpe mit Knickausleger od. Verteilermast
- **Horizontale Ebene:** LKW, Gabelstapler, Muldenkipper
- **Eindimensional:** Förderband, Aufzug, Seilbahn, Zementschnecke

Darüber hinaus differenziert *Seeling* die Fördermittel nach ihrer Stoffbeschränkung. Beispielsweise sind Turmdrehkrane für den Transport verschiedenster Materialien geeignet, während Betonpumpen spezifische Anforderungen an die Beschaffenheit des Betons stellen, wie Konsistenz, Feinstoffanteil und Größtkornanteil.<sup>275</sup>

Eine rationelle Transportgestaltung erfordert die genaue Bestimmung der Transportkapazität der Fördermittel und die Auswahl der am besten geeigneten Mittel. Sowohl eine zu geringe als auch eine überdimensionierte Ausstattung der Baustelle kann die Bauproduktion erheblich verteuern. Daher ist eine sorgfältige Planung und Anpassung der Transportmittel an die spezifischen Anforderungen der Baustelle unerlässlich, um Effizienz und Wirtschaftlichkeit sicherzustellen.<sup>276</sup>

#### 4.4.1.3 Abtransport und Entsorgung

Aufgrund der erheblichen Mengen und der zunehmend knapper werden- den Deponieflächen wird die Abtransport- und Entsorgungslogistik im Bauwesen zukünftig eine immer bedeutendere Rolle einnehmen. Die zentrale Aufgabe der Entsorgungslogistik besteht in der Planung und Steuerung des Abtransports von auf der Baustelle anfallenden Baurestmassen zu den entsprechenden Entsorgungseinrichtungen. Diese Baurestmassen entstehen während der Bauproduktion bei Neubauten, Ausbauten sowie insbesondere bei Umbau- und Abrissarbeiten.<sup>277</sup>

*Hofstadler* unterteilt die Baurestmassen nach folgende Kategorien:<sup>278</sup>

- Aushub;
- Bauschutt (z.B. Betonabbruch, Mischabbruch);

<sup>274</sup> Vgl.: SEELING R.: Auswahl und Kombination der Hauptfördermittel auf Betonbaustellen. Bauwirtschaft. S. 1730.

<sup>275</sup> Vgl.: SEELING R.: Auswahl und Kombination der Hauptfördermittel auf Betonbaustellen. Bauwirtschaft. S. 1730.

<sup>276</sup> Vgl.: SEELING R.: Auswahl und Kombination der Hauptfördermittel auf Betonbaustellen. Bauwirtschaft. S. 1730.

<sup>277</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 46f.

<sup>278</sup> HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 47.

- Straßenaufbruch (z.B. bituminös oder hydraulisch gebunden);
- Baustellenabfälle (z.B. Holz, Metalle, Kunststoffe) und
- Sonderabfälle.

Die Herausforderungen und Aufgaben der Beschaffungslogistik, wie der Transport und die zeitliche sowie räumliche Koordination des Baustoffflusses, finden sich ebenso in der Entsorgungslogistik wieder. Der wesentliche Unterschied besteht jedoch darin, dass bei der Entsorgungslogistik die Materialien von der Baustelle abtransportiert werden müssen.<sup>279</sup> Dies erfordert eine ebenso präzise Planung und Steuerung, um den reibungslosen Ablauf der Entsorgung zu gewährleisten und den Baufortschritt dabei nicht mehr als notwendig zu beeinträchtigen.

#### 4.4.2 Kennzahlen für Betonarbeiten

In diesem Abschnitt werden anhand der zuvor festgelegten drei spezifischen Kennzahlengruppen, exemplarische Kennzahlen ermittelt. Ähnlich wie in Abschnitt 4.3.2 *Kennzahlen für Hochbauprojekte* basieren die folgenden Messgrößen auf dem Instrument der SOLL-IST-Vergleiche. Die Kennzahlenerhebung orientiert sich ebenfalls an der Informationsbedarfsanalyse der Universität St. Gallen<sup>280</sup> und wurde auch dieses Mal unter Verwendung des praxiserprobten Ansatzes des BI-Beratungsunternehmens roosi GmbH<sup>281</sup> durchgeführt. Die kommenden Darstellungen beschränken sich auf die Namen, Abkürzungen und Formeln der Kennzahlen. Eine ausführliche Ausarbeitung findet sich erneut im Anhang A.2.2, wo zusätzlich die Dimensionen, der Zweck sowie die Zielgröße der Kennzahlen erläutert werden.

<sup>279</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb, S. 47f.

<sup>280</sup> Vgl.: <https://www.alexandria.unisg.ch/bitstreams/e741f969-9030-462b-b714-49859804bb9a/download> Datum des Zugriffs: 01.04.2024.

<sup>281</sup> Vgl.: <https://www.roo.si/> Datum des Zugriffs: 01.04.2024.

#### 4.4.2.1 Beschaffung

In Tabelle 4-7 sind beispielhafte Kennzahlen für das Beschaffungscontrolling von Betonarbeiten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
Anzahl Transporte	-	= Summe der Transporte	282
Transportdauer	-	= Differenz zwischen "Zeitpunkt Ersttransport" und "Zeitpunkt Letzttransport"	283
Transporttage	-	= Summe der Transporttage	284
Transportintervall	-	= Zeitlicher Abstand zwischen aufeinanderfolgende Transporte	285
Lieferverzug	-	= Differenz zwischen "zugesagtem Lieferdatum" und "tatsächlichem Lieferdatum"	
Betonmenge	-	= Summe der zu betonierenden Menge	286
Bestellmenge	-	= Summe der bestellten Betonmenge (inkl. Verdichtungsfaktor und Reserven)	287
Liefermenge	-	= Summe der gelieferten Betonmenge	288
Restmenge	-	= Summe der Restmenge	289
Transportleistung	-	= Gesamte gelieferte Betonmenge / Transportdauer	290
Lieferfortschritt	-	= (Gelieferte Betonmenge / Bestellte Betonmenge) × 100	291
Stehzeit	-	= Differenz zwischen "Ankunft Baustelle" und "Beginn Entladung" (bauseits bedingt)	292
Kilometer der Lieferkette	-	= Entfernung zwischen "Produktionsort" und "Lieferziel"	293
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasemissionen	294

**Tabelle 4-7 Beschaffungs-Kennzahlen für Betonarbeiten**

<sup>282</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42.

<sup>283</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 400ff.

<sup>284</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 371ff.

<sup>285</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 398ff.

<sup>286</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 184ff.

<sup>287</sup> Vgl.: <https://www.mybeton24.de/informationen-rund-um-beton/beton-mengen-berechnung/>. Datum des Zugriffs: 25.02.2024.

<sup>288</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 399ff.

<sup>289</sup> Vgl.: <https://www.mybeton24.de/informationen-rund-um-beton/beton-mengen-berechnung/>. Datum des Zugriffs: 25.02.2024.

<sup>290</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 399ff.

<sup>291</sup> Vgl.: <https://www.timocom.de/blog/echtzeit-tracking-steigert-effizienz-der-logistik-230894>. Datum des Zugriffs: 21.02.2024.

<sup>292</sup> Vgl.: [https://www.eder.co.at/fileadmin/user\\_upload/downloads-beton/preisliste-beton.pdf](https://www.eder.co.at/fileadmin/user_upload/downloads-beton/preisliste-beton.pdf). Datum des Zugriffs: 02.03.2024.

<sup>293</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.329ff.

<sup>294</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.311ff.

Die in Tabelle 4-7 angeführten Kennzahlen für die Beschaffung, ermöglichen die Überwachung und Steuerung der Logistikprozesse des Transportbetons. Sie unterstützen die Ermittlung des Materialbedarfs, die Transportplanung und das Spitzenmanagement, um Engpässe zu vermeiden und eine kontinuierliche Materialversorgung sicherzustellen. Diese Kennzahlen helfen dabei, sowohl die zeitliche als auch die räumliche Koordination der Materiallieferungen effizient zu gestalten, was für die Einhaltung des Projektzeitplans und die Optimierung der Ressourcennutzung unerlässlich ist.



#### 4.4.2.2 Produktion

In Tabelle 4-8 sind beispielhafte Kennzahlen für das Produktionscontrolling von Betonarbeiten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
Betonmenge	-	= Summe der zu betonierenden Menge	295
Leistungsverzeichnismenge	LV-Menge	= Ausgeschriebene Menge	296
Tatsächliche Abrechnungsmenge	RE-Menge	= Erbrachte Abrechnungsmenge	
Voraussichtliche Abrechnungsmenge	VA-Menge	= Erwartete Abrechnungsmenge	
Abrechnungsmengenabweichung	Diff.-Menge	= VA-Menge – RE-Menge	
Betonierdauer	-	= Differenz zwischen „Startzeitpunkt Entladung“ und „Endzeitpunkt Entladung“	297
Betonierleistung	-	= Gesamte eingebaute Betonmenge / Betonierdauer	298
Steiggeschwindigkeit	-	= Höhe des Frischbetonspiegel / Betonierdauer	
Anzahl Fertigungsabschnitte	-	= Summe der Fertigungsabschnitte	299
Fertigstellungsgrad	-	= (RE-Menge / VA-Menge) * 100	300
Anzahl Arbeitskräfte	-	= Summe der Arbeitskräfte	301
Lohnstunden	-	= Summe der Lohnstunden	302
Lohnkosten	-	= Lohnstunden * Stundensatz	303
Aufwandswert	-	= Lohnstundensumme / Betonmenge	304
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasemissionen	305

**Tabelle 4-8 Produktions-Kennzahlen für Betonarbeiten**

Die Kennzahlen in Tabelle 4-8 spielen eine entscheidende Rolle für die systematische Steuerung der Transportprozesse und das Monitoring der

<sup>295</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 184ff.

<sup>296</sup> Vgl.: <https://harzing.de/leistungen/baustellenoptimierung/aufmass-und-abrechnung/voraussichtliche-abrechnungsmengen.html>. Datum des Zugriffs: 05.12.2023.

<sup>297</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 318ff.

<sup>298</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; HECK, D.; KUMMER, M.: Tagungsband 2024. Digitaler Wandel im Bauwesen - Datenschungel oder erfolgsversprechender Gamechanger?. S.490ff.

<sup>299</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 75f.

<sup>300</sup> Vgl.: <https://harzing.de/leistungen/baustellenoptimierung/aufmass-und-abrechnung/voraussichtliche-abrechnungsmengen.html>. Datum des Zugriffs: 05.12.2023.

<sup>301</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 56ff.

<sup>302</sup> Vgl.: NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. S. 275.

<sup>303</sup> Vgl.: FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. S.192f.

<sup>304</sup> Vgl.: AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. S. 91ff.

<sup>305</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; HECK, D.; KUMMER, M.: Tagungsband 2024. Digitaler Wandel im Bauwesen - Datenschungel oder erfolgsversprechender Gamechanger?. S.493ff.

Produktivität sowie der Leistung der operativen Betonarbeiten auf der Baustelle. Sie ermöglichen präzise SOLL-IST-Vergleiche, die es erlauben, den Bau- und Mengenfortschritt sowohl auf der gesamten Bauwerksebene als auch in detaillierter Form zu überwachen. Diese kontinuierliche Analyse der Prozesse gewährleistet eine ressourceneffiziente Produktion und fördert nachhaltig die Wirtschaftlichkeit auf der Baustelle.

#### 4.4.2.3 Abtransport und Entsorgung

In Tabelle 4-9 sind beispielhafte Kennzahlen für das Abtransport- und Entsorgungscontrolling von Betonarbeiten dargestellt.

Name	Kürzel	Formel	Quelle
Gesamtmenge des Abfallaufkommens	-	= Gesamtsumme der Abfallmengen	306
Abfallverwertungsmenge	-	= Summe der Abfallverwertungsmengen	
Abfallbehandlungsmenge	-	= Summe der Abfallbehandlungsmengen	
Gesamte Abfallbehandlungsmenge	-	= Gesamtsumme der Abfallbehandlungsmengen	
Gesamtsumme nicht recycelter Abfälle	-	= Gesamtsumme der nicht recycelten Abfälle	
Anteil nicht recycelter Abfälle	-	= (Nicht recycelte Abfälle / Gesamtabfälle) * 100	
Gesamtmenge gefährlicher Abfälle	-	= Gesamtsumme der gefährlichen Abfälle	
Gesamtmenge radioaktiver Abfälle	-	= Gesamtsumme der radioaktiven Abfälle	307
Abfallreduzierungsrate	-	= (Verschwendeter Rohstoff Zeitraum a / Verschwendeter Rohstoff Zeitraum b) * 100	
Abfallrecyclingquote	-	= (Menge des recycelten Abfalls / Gesamtabfallaufkommen) * 100	308
Anzahl Transporte	-	= Summe der Transporte	309
Durchlaufzeit	-	= Zeitraum zwischen „Beginn Sammlung“ und „Beginn Entsorgung“	310
Entsorgungskosten	-	= Summe der Kosten für die Abfallentsorgung	311
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasemissionen	312

**Tabelle 4-9 Abtransport- und Entsorgungskennzahlen für Betonarbeiten**

Die Kennzahlen in Tabelle 4-9 unterstützen die Überwachung der Bauabfallentwicklung sowie die Steuerung des Abtransports und der Entsorgung

<sup>306</sup> Vgl.: Europäische Kommission (2023). Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards Nachhaltigkeitsberichterstattung. Amtsblatt der Europäischen Union. S.157.

<sup>307</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.333ff.

<sup>308</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.337ff.

<sup>309</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 42.

<sup>310</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 399ff.

<sup>311</sup> Vgl.: Europäische Kommission (2023). Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards Nachhaltigkeitsberichterstattung. Amtsblatt der Europäischen Union. S.163.

<sup>312</sup> Vgl.: MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. S.311ff.

von Baurestmassen zu Entsorgungseinrichtungen. Sie erleichtern die Koordination der Entsorgungslogistik und fördern den umweltbewussten Umgang mit Bauabfällen.

Zudem sind gemäß der delegierten Verordnung der Europäischen Union (EU) 2023/2772 die ersten acht Kennzahlen dieser Tabelle ab dem Geschäftsjahr 2024 für Unternehmen berichtspflichtig.<sup>313</sup> Diese Regelung verstärkt die Bemühungen um eine Transparenz und Nachhaltigkeit in der Abfallbewirtschaftung und Ressourcennutzung. Durch die Einhaltung dieser Vorgaben wird die Verantwortlichkeit der Bauindustrie im Umgang mit ökologischen und gesellschaftlichen Herausforderungen gestärkt, was wiederum die Umweltverträglichkeit der Bauprozesse maßgeblich verbessert.

#### 4.4.2.4 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Im Abschnitt 4.4.1 *Festlegung von Kennzahlengruppen für Betonarbeiten* werden für das operative Controlling von Betonarbeiten beispielhafte Kennzahlen dargelegt, die eine systematische Unterteilung in die Bereiche Beschaffung, Produktion, Abtransport und Entsorgung aufweisen. Diese Kennzahlen ermöglichen eine effiziente Überwachung und Steuerung der Betonierprozesse durch die frühzeitige Identifikation von Abweichungen und unterstützen eine differenzierte Bewertung der Prozesse aus kurz-, mittel- und langfristiger Perspektive.

Die vorgestellten Messgrößen bilden die Basis für das in dieser Arbeit entwickelte Dashboard-Konzept, das auf einer idealisierten Annahme vollständig funktionierender Datenflüsse beruht. Der folgende Abschnitt wird den digitalen Lieferschein einführen und theoretisch als exemplarische IST-Datenquelle erörtern, um die praktische Anwendung dieser Kennzahlen in einem digital unterstützten Umfeld zu verdeutlichen.

<sup>313</sup> Vgl.: Europäische Kommission (2023). Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards Nachhaltigkeitsberichterstattung. Amtsblatt der Europäischen Union. S.156ff.

#### 4.5 Inputparameter: Digitaler Lieferschein

Dieser Abschnitt widmet sich der Bedeutung des digitalen Lieferscheins im Kontext von Betonarbeiten. Als digitalisiertes Dokument ermöglicht es den vollständigen Rücklauf entscheidender Informationen und fungiert als eine der zentralen Datenquellen auf der Baustelle.

Dieser soll exemplarisch als möglicher Inputparameter für die Kennzahlen der Betonarbeiten stehen. Andere Inputparameter sind beispielsweise digitale Bautagesberichte und Stundenaufzeichnungen, die IST-Daten zu täglichen Arbeitsstunden und spezifischen Vorgängen auf der Baustelle liefern. Diese Werkzeuge tragen entscheidend zur Effizienzsteigerung bei, indem sie eine lückenlose Dokumentation und schnelle Verfügbarkeit kritischer Daten sicherstellen und somit die Informationsflüsse stabilisieren.

Im Bauprojektmanagement spielen die Bestellung und Anlieferung von Materialien eine wesentliche Rolle in der Ausführungsphase. Jede Lieferung wird akribisch durch einen Lieferschein dokumentiert und anschließend eingehend überprüft. Aktuell erfolgt dieser Prozess jedoch größtenteils analog, was zu einer ineffizienten Ressourcennutzung führt.

Die Lieferketten im Betonbau zeichnen sich durch eine Vielzahl von Schnittstellen, einen komplexen Datenfluss und eine große Datenmenge aus. Häufig führen Unterbrechungen in den Informationsflüssen des analogen Datenaustauschs dazu, dass der reibungslose Fluss relevanter Daten sowie damit verbundener Informationen gestört wird. Daher ist die Etablierung einer durchgängigen Informationskette von entscheidender Bedeutung, um einen stabilen und nachhaltigen Bauprozess zu gewährleisten.<sup>314</sup>

An diesem Informationsfluss sind verschiedene Akteur\*innen beteiligt, darunter Bauunternehmen (Verwender), Betonhersteller (Produzent), Lieferanten sowie Überwachungs- und Zertifizierungsstellen. Normalerweise erfolgt die Bestellung des speziell geforderten Betons durch das Bauunternehmen per E-Mail oder Telefon beim Betonhersteller. Nach der Produktion wird der Beton mittels eines Transportfahrzeugs zur Baustelle befördert. Die relevanten Informationen zum Beton sind auf dem beigefügten Lieferschein aufgeführt. Nach dem sorgfältigen Abgleich des Lieferscheins mit den Bestelldaten vor Ort werden diese Informationen für Dokumentationen und Rechnungsprüfungen weiterverwendet. Aufgrund der unterschiedlichen Layouts der analogen Lieferscheine von verschiedenen Herstellern müssen jedoch wesentliche Informationen manuell übernommen und mehrmals in verschiedene Dokumente übertragen werden, was einen erheblichen zeitlichen Aufwand mit sich bringt.<sup>315</sup>

<sup>314</sup> Vgl.: TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

<sup>315</sup> Vgl.: TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

<b>LIEFERSCHEN</b> Kundensexemplar			
Kunde	Baustelle	Antriebsbezeichnung C25/30 XC1 GK22 F52 ZG1	Antriebsnummer C251B022521
			Menge (m <sup>3</sup> ) 4.00
		Festigkeitsklasse WiB-Wert EM Zement, Bindemittel CEM III/A-M (S-L) 42.5 N W Zusatzstoff Supermix C (Wi) Zusatzmittel dynamQ flow L - 07	
Stand der Lieferung m <sup>3</sup>	Bestellt 4.00	Geliefert 4.00	Rest
		Gelieferte Betonsorte unterliegt fremdbewacher Qualitätskontrolle nach ON B 4710-1 laut Lieferverzeichnis JA	
LS-Nr.	Datum		
<div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p style="margin: 0; font-weight: bold;">GEFAHR</p> <p style="margin: 0; font-size: small;">durch Frischbeton</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- H216 Verursacht schwere Augenreizung.</li> <li>- H314 Verursacht Hautschäden.</li> <li>- P201 + P202 + P280 Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Augenschutz / Gasmaske tragen</li> <li>- P303 + P361 + P353 Bei Berührung mit dem Auslöser: Einmalige Kleidung ausziehen und kontaminiertes Wasser abwaschen.</li> <li>- P304 + P340 Bei Inhalation: Den Betroffenen zum Atmen bringen.</li> <li>- P305 + P351 + P338 Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Eventuelle vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen. Sofort ärztliche Hilfe anfordern (Telefonnummer 112).</li> <li>- P308 + P313 Bei Exposition: Ärztlichen Rat einholen / Arzt anrufen.</li> <li>- P309 + P312 Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen.</li> <li>- P310 Sofort zum nächsten Arzt führen.</li> <li>- Nicht in Flammen werfen oder glühen lassen.</li> <li>- Nicht in Abwasser entsorgen.</li> </ul> </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>CO<sub>2</sub> - Aufschlag</span> <span>Energiekostenzuschlag</span> <span>Winterschwermiszzuschlag</span> <span>Entfernungszuschlag</span> </div>			
<b>Fahrzeug</b> Die Gewährleistung des Transporterfolges für die Beauftragte erlischt, weil trotz vereinbarungsgemäßer Betonsorte auf ausdrückliches Wunsch des Abnehmers (Versenders) folgende Zugabe erfolgte:  Wasser: <input type="checkbox"/> Zusatzmittel: <input type="checkbox"/> Zusatzstoff: <input type="checkbox"/> Fasern: <input type="checkbox"/> Sonstiges: <input type="checkbox"/>	<b>Umschicht</b> Max. erlaubte, planmäßige vorgesehene Wassermenge in Liter: [ ] m <sup>3</sup>  Tatsächliche Zugabemenge: [ ] Fahrzeug	<b>09:21 Uhrzeit, Beladung</b> Ankunfts Baustelle Beginn Entladung  10:54 Ende Entladung  Retourenbeton m <sup>3</sup> (kostenpflichtig)	Dieser Beton entspricht dem im Werk aufgeführten Betonverzeichnis, die Übernahme erfolgt auf Grund der Ihnen bekannten Verkaufs- und Lieferbedingungen (www.lieferschien.at).  Gefahrhinweise wurden verstanden. Übernimmene Lieferung entspricht der Bestellung, ist ordnungsgemäß und kann eingebracht werden.
Unterschrift _____		Unterschrift _____	Unterschrift _____

Im Rahmen der Forschung zu diesem Thema werden bereits verschiedene Ansätze verfolgt, wie beispielsweise im Teilvorhaben „Digitale Lieferkette für Bauprodukte“ des *Verbundforschungsvorhabens SDaC – Smart Design and Construction*. Innerhalb dieses Teilvorhabens erfolgt die Digitalisierung, Vereinheitlichung und Standardisierung der heterogenen Lieferketten von Bauprodukten mithilfe einer innovativen Künstlichen-Intelligenz (KI)-getriebenen Plattform. Das Hauptaugenmerk des Teilvorhabens liegt auf der Konzeptentwicklung beziehungsweise dem Prototyp einer digitalisierten Lieferkette für Bauprodukte, exemplarisch am Beispiel von Beton.<sup>316</sup>

Das SDaC-Forschungsprojekt konzentriert sich auf den Informationsfluss innerhalb der Betonlieferkette, insbesondere im Rahmen der Anlieferung. Aufgrund der bisher fehlenden einheitlichen digitalen Lösung und der fortwährenden Verwendung von Lieferscheinen mit herstellereigenen Layouts, steht die Digitalisierung der bestehenden analogen Lieferscheine

<sup>317</sup> Vgl.: <https://www.betonverein.de/digitale-lieferkette-fuer-bauprodukte-das-vorhaben-sdac>. Datum des Zugriffs: 08.01.2024

an erster Stelle. Hierfür wurde ein Optical Character Recognition (OCR)-Werkzeug entwickelt, das die Möglichkeit bietet, relevante Informationen auf dem Lieferschein zu extrahieren.<sup>318</sup>

Abbildung 4-16 stellt die Grobarchitektur der KI-Pipeline der OCR-Erkennung dar, die sich aus fünf Prozessschritten zusammensetzt.<sup>319</sup>

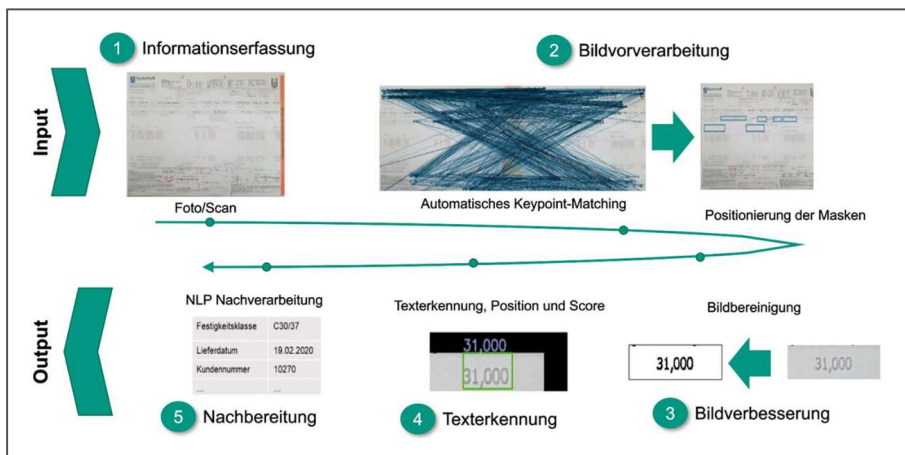


Abbildung 4-16 KI-Pipeline (OCR) zum Digitalisieren von Lieferscheinen<sup>320,321</sup>

Die einzelnen Prozessschritte verfolgen dabei folgende Aufgaben:<sup>322</sup>

- 1. Informationserfassung:** Ein Bild des Lieferscheins auf Papier im JPG/PNG-Format oder als PDF wird hochgeladen.
- 2. Bildvorverarbeitung:** Die Eckpunkte des Bildes werden mit einer Vorlage gleichen Typs abgeglichen („ORB Keypoint Detection and Matching“-Methode). Das nun normierte Bild wird durch eine Maske in vordefinierte Bereiche zerlegt. Die Benutzer\*innen labelt die Bereiche, in denen sich Informationen, wie z.B. Menge des gelieferten Betons, befinden. Die Erstellung der Maske ist ein einmaliger Vorgang, der durchgeführt wird, sobald ein neues Lieferschein-Layout hinzukommt.
- 3. Bildverbesserung:** Die zuvor gelabelten Bereiche werden nun optisch verbessert und durch den Ausgleich von Beleuchtungsunterschieden, der Kontrast erhöht. Die zu erkennenden Zeichen

<sup>318</sup> Vgl.: <https://www.betonverein.de/digitale-lieferkette-fuer-bauprodukte-das-vorhaben-sdac>, Datum des Zugriffs: 08.01.2024.

<sup>319</sup> WOLBER, J. et al.: Konzept einer durchgängigen Informationskette mit Methoden der Künstlichen Intelligenz am Beispiel der Lieferkette von Beton. Die Zukunft des Bauens heute gestalten: 6. Internationaler BBB-Kongress 16. September 2021 in Weimar. Tagungsband. Hrsg.: Hans-Joachim Bargstädt. Bauhaus-Universität Weimar, 2021. S.183-193.

<sup>320</sup> WOLBER, J. et al.: Konzept einer durchgängigen Informationskette mit Methoden der Künstlichen Intelligenz am Beispiel der Lieferkette von Beton. Die Zukunft des Bauens heute gestalten: 6. Internationaler BBB-Kongress 16. September 2021 in Weimar. Tagungsband. Hrsg.: Hans-Joachim Bargstädt. Bauhaus-Universität Weimar, 2021. S.183-193.

<sup>321</sup> NLP: Natural Language Processing.

<sup>322</sup> WOLBER, J. et al.: Konzept einer durchgängigen Informationskette mit Methoden der Künstlichen Intelligenz am Beispiel der Lieferkette von Beton. Die Zukunft des Bauens heute gestalten: 6. Internationaler BBB-Kongress 16. September 2021 in Weimar. Tagungsband. Hrsg.: Hans-Joachim Bargstädt. Bauhaus-Universität Weimar, 2021. S.183-193.

werden durch das Entrauschen, das Hervorheben des Texts sowie das Entfernen störender Strukturen noch einmal zusätzlich optimiert.

4. **Texterkennung:** Mit dem „Tesseract Open Source OCR Engine“ werden der Text, seine Position und der Konfidenzgrad der Erkennung für die zerlegten Felder ermittelt.
5. **Nachverarbeitung:** Die erkannten Wörter und Zeichen werden einer syntaktischen und semantischen Analyse unterzogen. Mit dem „Bibliothek Natural Language Toolkit“ werden bei der syntaktischen Nachbearbeitung beispielsweise irrtümlich erkannte Zeichen entfernt, während bei der semantischen Nachbearbeitung der gelesene Wert mit zulässigen Ausprägungen abgeglichen wird. Die extrahierten Daten werden so strukturiert und entsprechend ihren Kategorien im JSON<sup>323</sup> Format gespeichert.

Das OCR-Werkzeug erkennt Daten aus einem Scan oder Foto eines analogen Lieferscheins und überführt sie in das maschinenlesbare JSON-Format. Dies erleichtert einen digitalen Informationsaustausch. Die nachfolgende Abbildung 4-17 veranschaulicht das Prinzip des OCR-Tools am Beispiel des Inputs (Lieferschein) und des Outputs (Daten im JSON Format), wobei die erkannten Daten grün umrandet sind.<sup>324</sup>

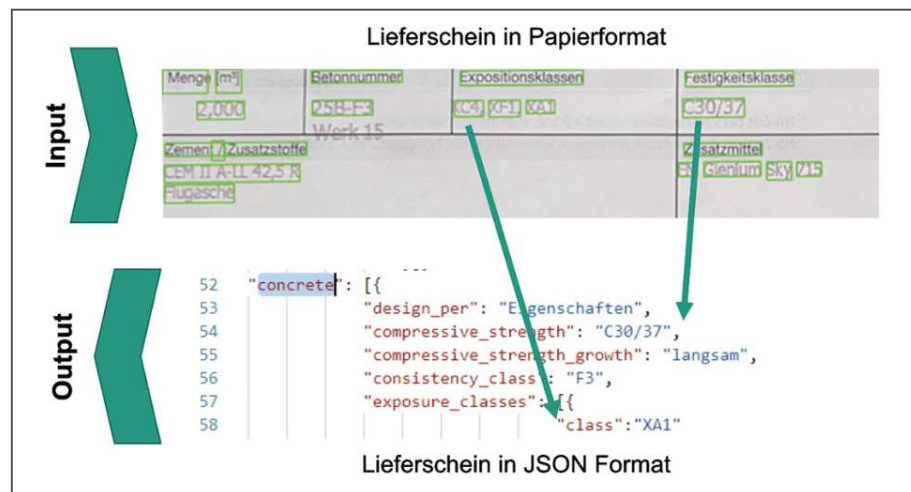


Abbildung 4-17 OCR Output eines Lieferscheins im JSON Format<sup>325</sup>

Im Rahmen des SDaC-Projekts wurde ein Prototyp entwickelt, bei dem das OCR-Werkzeug im Zentrum steht. Das Vorhaben verfolgt einen humanzentrischen Ansatz, besonders im Rahmen des Design Thinkings.

<sup>323</sup> JSON: JavaScript Object Notation.

<sup>324</sup> Vgl.: VASILIC, K.: Digitale Lieferkette für Bauprodukte: Das Vorhaben SDaC. DBV-Rundschreiben 267. 2021. S.10-11.

<sup>325</sup> WOLBER, J. et al.: Konzept einer durchgängigen Informationskette mit Methoden der Künstlichen Intelligenz am Beispiel der Lieferkette von Beton. Die Zukunft des Bauens heute gestalten: 6. Internationaler BBB-Kongress 16. September 2021 in Weimar. Tagungsband. Hrsg.: Hans-Joachim Bargstädt. Bauhaus-Universität Weimar, 2021. S.183-193.



Durch kontinuierliches Feedback wird eine nutzerzentrierte Lösung angestrebt. Das Ziel besteht darin, eine Plattform zu entwickeln, auf der Lieferscheine durch einen einfachen Upload automatisch digitalisiert werden können. Die technische Umsetzung des Prototyps setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen:<sup>326</sup>

- **OCR-Werkzeug:** Erfassen und Generieren von Daten.
- **Datenbank:** Speichern und Aufrufen von Daten.
- **Benutzeroberfläche:** Nutzerinteraktion.
- **Application Programming Interface:** Bereitstellen von Daten.

Abbildung 4-18 zeigt die SDaC-Webanwendung als exemplarisches Portal zur Digitalisierung von Lieferscheinen.

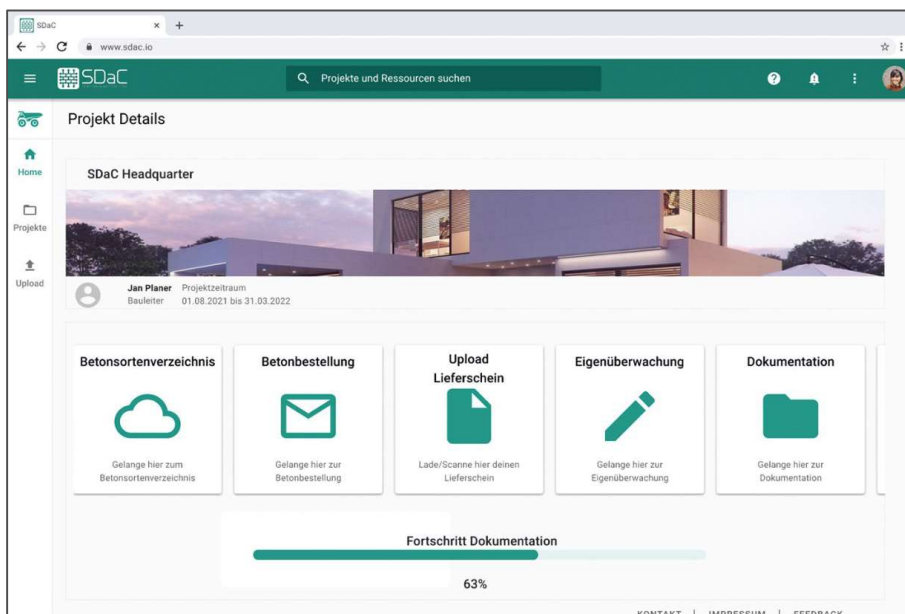


Abbildung 4-18 Webanwendung für digitale Lieferscheine (SDaC)<sup>327</sup>

Dieser Prototyp beinhaltet Funktionen wie die Überprüfung von Lieferscheindokumentationen, die Bauteilzuordnung für präzisen Betontransport und die Eigenüberwachung von Betonprüfwerten.<sup>328</sup> Für eine ausführliche Beschreibung dieser Funktionen wird auf das entsprechende Forschungsvorhaben verwiesen.

<sup>326</sup> Vgl.: TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

<sup>327</sup> TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

<sup>328</sup> Vgl.: TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

Das SDaC-Projekt setzt zudem einen klaren Schwerpunkt auf die Standardisierung des Informationsflusses, um die Interoperabilität digitalisierter Informationen sicherzustellen. Durch die Festlegung von Attributen und die Entwicklung eines abgestimmten Vokabulars wird eine gemeinsame Sprache geschaffen. Die im Rahmen des Teilprojekts erarbeitete DIN SPEC 91454 fungiert dabei als „Wörterbuch“, das Schnittstellen und Merkmallisten definiert. Dies gewährleistet einen homogenen und maschinenlesbaren Informationsaustausch zwischen den Akteuren in der Lieferkette. Die Modularität dieser Norm, mit spezifischen Teilen für Beton und Asphalt, bildet eine detaillierte Grundlage für den Informationsaustausch in der Wertschöpfungskette von Bauprodukten.<sup>329</sup>

Die Transformation von analogen Lieferinformationen zu digitalen Daten, wie im Forschungsprojekt von SDaC beleuchtet, stellt derzeit eine notwendige Zwischenlösung dar. Die langfristige Vision ist die Etablierung einer „gemeinsamen Sprache“ zwischen Baubeteiligten für eine durchgängige digitale Lieferkette ohne Medienumbrüche.<sup>330</sup> Damit zeigt sich, dass die Standardisierung nicht nur eine kurzfristige Lösung, sondern eine nachhaltige Grundlage für die digitale Transformation der Baubranche darstellen kann.

<sup>329</sup> Vgl.: TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

<sup>330</sup> Vgl.: TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. S.844-850. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>

## 5 Dashboard

In diesem Kapitel wird auf die Funktion und den Mehrwert von Dashboards eingegangen sowie das Konzept eines „Scope of Work“ (SOW) behandelt. Anschließend wird das SOW für die BI-Lösung dieser Arbeit erstellt und das Dashboard-Konzept für das Controlling von Betonarbeiten entwickelt. Basierend auf dem Konzept werden drei Dashboard-Mockups mit *Microsoft Power BI* umgesetzt, welche im letzten Abschnitt (siehe Ausblick) dargestellt werden. Die Dashboards in dieser Arbeit gehen von vollständig funktionierenden Datenflüssen aus und konzentrieren sich daher rein auf die Informationsdarstellung.

### 5.1 Funktion und Mehrwert von Dashboards

Ein Dashboard ist eine visuelle Darstellung der wichtigsten Informationen, die zur Erreichung eines oder mehrerer Ziele benötigt werden und die auf einem einzigen Computerbildschirm konsolidiert werden, so dass sie auf einen Blick überwacht werden können.<sup>331</sup>

Die Konzeption digitaler Dashboards begann in den 1970er Jahren als Weiterentwicklung der Entscheidungsunterstützungssysteme. Mit dem Internet-Boom der späten 1990er Jahre wurden unternehmensbezogene digitale Dashboards eingeführt, um Geschäftsprozesse zu überwachen und die Umsetzung von Geschäftsstrategien zu unterstützen.<sup>332</sup>

*Kerzner* definiert den Einsatz von Dashboards im Projektmanagement spezifisch als eine visuelle Darstellung kritischer Kennzahlen oder wichtiger Leistungsindikatoren. Diese Darstellung ermöglicht es den Beteiligten und allen Projektmitarbeitenden, auf einen Blick die erforderlichen Informationen zu sehen und fundierte Entscheidungen zu treffen. Dabei werden Rohdaten in aussagekräftige Informationen umgewandelt, die deutlich sichtbar auf einem Computerbildschirm angezeigt werden.<sup>333</sup>

Die Gestaltung intuitiver Dashboards ist entscheidend, damit Nutzer\*innen schnell und effizient benötigte Informationen erfassen und weiterführend nutzen können. Ein solches Dashboard sollte eine minimale Einarbeitung (Einstiegsaufwand, Zeit etc.) erfordern und dennoch die gewünschten Daten einfach und verständlich präsentieren. Um dies auch zu gewährleisten, gibt es Schlüsselprinzipien, die bei der Entwicklung berücksichtigt werden sollten. Im Folgenden werden ausgewählte, zentrale Prinzipien aufgeführt.<sup>334</sup>

<sup>331</sup> KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 252.

<sup>332</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 247.

<sup>333</sup> Vgl.: KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. S. 250.

<sup>334</sup> Vgl.: HOFSTADLER, C.; HECK, D.; KUMMER, M.: Tagungsband 2024. Digitaler Wandel im Bauwesen - Datenschun-  
gel oder erfolgsversprechender Gamechanger?. S. 105ff.

- **Klare Zielsetzung:** Jedes Dashboard sollte klare Zielsetzungen in Form von MUSS-, SOLL-, KANN- und NICHT-Zielen formulieren. Eine gründliche Analyse der Nutzer\*innen und der unterstützten Aufgaben/Entscheidungen ist erforderlich, um diese Ziele zu definieren und zu verstehen.
- **Einfachheit und Eindeutigkeit:** Die Vermeidung von zu vielen Informationen auf den Dashboards ist entscheidend, um eine präzise Darstellung zu gewährleisten. Eine zu große Menge an Informationen kann beispielsweise zu Ablenkung, Fehlinterpretationen oder Desinteresse bei der Nutzung des Dashboards führen.
- **Logische Benutzeroberfläche:** Eine klare Strukturierung von Kennzahlen und aggregierten Daten, die einzeln oder in Zusammenhang betrachtet werden können und sich gegenseitig beeinflussen. Verwandte Kennzahlen und Informationen sollten eng beieinander platziert werden, um die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit zu verbessern.
- **Visuelle Orientierung:** Durch den gezielten Einsatz visueller Steuerelemente wie Größen, Farben und Abstände kann eine klare Hierarchie aufgebaut werden, bei der wichtige Informationen zuerst wahrgenommen werden.
- **Konsistenz in den Darstellungen:** Durch die Verwendung konsistenter und standardisierter Datenvisualisierungen, Diagramme und Grafiken mit selektiver Farbgebung und einheitlichen Formen wird deutlich, welche Prozessdaten in Zusammenhang stehen, unabhängig von der Betrachtungsebene (Makro- oder Mikroebene).
- **Interaktivität:** Interaktive Funktionen wie Filtern, Sortieren oder Drill-Down ermöglichen es den Nutzer\*innen, effektiv mit dem Dashboard zu interagieren. Diese Funktionalitäten fördern das Nutzerinteresse und erleichtern das Auffinden spezifischer Informationen, was wiederum zu einem tieferen Verständnis der Zusammenhänge führt.
- **Flexibilität:** Nutzer\*innen sollten ihre individuellen Anforderungen in den Dashboard Einstellungen gemäß vordefinierter Regeln anpassen können, ohne die grundlegende Intuitivität zu beeinträchtigen. Dashboards sollten durch einfaches An- und Abwählen von Funktionen flexibel an spezifische Aufgabenstellungen und Bedürfnisse anpassbar sein.
- **Responsive Design:** Das Dashboard sollte auf verschiedenen Geräten und Bildschirmgrößen optimal funktionieren. Durch spezielle Designrichtlinien wird sichergestellt, dass das Dashboard automatisch an die Bildschirmgröße und das jeweilige Gerät angepasst wird. Dadurch wird die Benutzerfreundlichkeit verbessert und die Zugänglichkeit des Dashboards erhöht.

- **Interaktive Hilfestellungen und Dokumentation:** Klar formulierte Anleitungen und Hinweise zu komplexen Kennzahlen reduzieren die Einstiegshürde für neue Nutzer\*innen und verbessern die Nutzerfreundlichkeit des Dashboards.
- **Rückkopplung in Form von Feedbackschleifen:** Regelmäßiges Einholen von Nutzer-Feedback ist entscheidend, um die Nutzung und mögliche Verbesserungen des Dashboards zu verstehen. Dies trägt zur Steigerung der Intuitivität und Bedienfreundlichkeit bei.

## 5.2 Scope of Work

Im Rahmen dieser Arbeit ist die Erstellung eines Scope of Work (SOW) für das Dashboard-Konzept und das anschließende Mockup von zentraler Bedeutung. Ein SOW definiert klar die Rahmenbedingungen für die Durchführung eines Business Intelligence Projekts und dient als formelles Dokument, das alle erforderlichen Schritte und Zuständigkeiten festlegt. Inspiriert und angeleitet durch den Kurs „Google Data Analytics Professional Certificate“, der zwischen dem 01.03.2022 und dem 21.06.2022 absolviert wurde, wurde das SOW speziell für dieses BI-Projekt angepasst.<sup>335</sup>

Das Scope of Work fördert ein gemeinsames Verständnis der Geschäftsziele und des Plans zur Zielerreichung für Analyst\*innen, Ingenieur\*innen, Manager\*innen und Stakeholder. Es hilft dabei, Anforderungen zu klären, Erwartungen festzulegen und alle relevanten Details zu formalisieren, um sicherzustellen, dass das Projekt erfolgreich verläuft und die Verantwortlichkeiten klar definiert sind.<sup>336</sup>

Der SOW folgt keinem standardisierten Format, sondern kann je nach Organisation und Projekt variieren. Dennoch weisen alle SOWs einige gemeinsame Inhalte auf:<sup>337</sup>

- **Ergebnisse:** Konkrete Produkte oder Arbeitsergebnisse, die im Rahmen des Projekts entstehen und den Stakeholdern bei Abschluss des Projekts übergeben werden sollen.
- **Meilensteine:** Wichtige Etappen oder Fortschrittspunkte im Projekt, die den Abschluss bestimmter Projektphasen markieren und den Fortschritt messen. Sie zeigen an, wann Teile des Projekts als abgeschlossen gelten.
- **Zeitplan:** Legt fest, wann die Ergebnisse abgeschlossen werden sollen und wie lange das gesamte Projekt dauern wird. Er zeigt,

<sup>335</sup> Vgl.: Google (2022). Google Data Analytics Professional Certificate. <https://www.coursera.org/professional-certificates/google-data-analytics>. Datum des Zugriffs: 06.05.2024.

<sup>336</sup> Vgl.: Google (2022). Google Data Analytics Professional Certificate. <https://www.coursera.org/professional-certificates/google-data-analytics>. Datum des Zugriffs: 06.05.2024.

<sup>337</sup> Vgl.: Google (2022). Google Data Analytics Professional Certificate. <https://www.coursera.org/professional-certificates/google-data-analytics>. Datum des Zugriffs: 06.05.2024.

wann bestimmte Projektteile erledigt sein sollen und ob das Projekt im Zeitplan liegt.

- **Berichte:** Legen fest, wie und wann der Projektfortschritt mit Stakeholdern kommuniziert wird, z.B. durch regelmäßige Updates pro Woche oder Monat und beim Erreichen von Meilensteinen, mit relevanten Statusinformationen.

Diese Elemente dienen dazu, die Erwartungen und Ziele des Projekts klar zu definieren und einen strukturierten Weg zur Zielerreichung festzulegen. Der SOW dient zusammenfassend als Leitfaden für alle Beteiligten, um ein gemeinsames Verständnis darüber zu entwickeln, was mit dem Projekt erreicht und wie der Prozess vonstattengehen soll. Ein klar formulierter SOW ist insbesondere entscheidend, um Missverständnisse zu vermeiden und das Projekt effizient durchzuführen.

Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 veranschaulichen exemplarisch ein Dokument, das den Arbeitsumfang (SOW) für das BI-Projekt in dieser Arbeit beschreibt. Im Anhang A.1 befindet sich das Dokument in vergrößertem Format.

## Dashboard für operatives Controlling von Betonarbeiten

BI Analyst: BSc. Lukas Kreer

Auftraggeber: Technische Universität Graz

### Projektziel:

*Beschreibung der Motivation und Ziele des Projektes.*

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines operativen Controlling-Dashboards zur effizienten Steuerung von Betonarbeiten in einem Hochbauprojekt. Im Rahmen des Projekts werden relevante Kennzahlen aus den Bereichen Beschaffung, Produktion und Entsorgung identifiziert und aufbereitet. Auf Basis dieser Messgrößen wird ein Dashboard-Konzept erstellt, das die wichtigsten Informationen grafisch darstellt. Jede Kennzahlengruppe erhält dabei eine eigene Oberfläche, auf der die zentralen Kennzahlen je nach Bereich anschaulich präsentiert werden. Das abschließende Projektergebnis umfasst drei Dashboard-Mockups, die mit Microsoft Power BI umgesetzt werden und das Konzept veranschaulichen sollen.

### Projektaufgaben:

*Eine spezifische Liste der Projektaufgaben.*

Aufgabe	Beschreibung
Identifizierung relevanter Kennzahlen	Identifikation und Aufbereitung relevanter Kennzahlen zur Steuerung von Betonarbeiten.
Erstellung eines Dashboard Konzepts	Planung und Skizzierung der Oberflächengliederung sowie Darstellung der Dashboards.
Entwicklung von Dashboard Mockups	Umsetzung der konzeptionierten Dashboards mit Microsoft Power BI.

### Dieses Projekt beinhaltet nicht:

*Angaben zu Nicht-Zielsetzungen dieses Projekts (out of scope).*

- Entwicklung einer vollständigen BI-Lösung für ein gesamtes Hochbauprojekt

Seite 1 von 2

Abbildung 5-1 Exemplarisches Scope of Work – Seite 1

## Dashboard für operatives Controlling von Betonarbeiten

## Projektergebnisse:

Eine spezifische Liste der Projektergebnisse.

Ergebnis	Beschreibung
Liste relevanter Kennzahlen	Eine Liste mit relevanten Kennzahlen in den Bereichen Beschaffung, Produktion und Entsorgung
Dashboard Konzept	Drei schematische Dashboard Skizzen zur Veranschaulichung der Oberfläche
Dashboard Mockups	Drei Dashboard Mockups mit Power BI zur Veranschaulichung einer möglichen BI-Lösung

## Terminplan / Meilensteine:

Der voraussichtliche Zeitplan mit Meilensteinen des Projekts.

Meilenstein	Fertigstellungstermin	Beschreibung
Liste relevanter Kennzahlen erstellt	28.04.2024	Entsprechend dem Projektergebnis
Dashboard Konzept erstellt	13.05.2024	Entsprechend dem Projektergebnis
Dashboard Mockups entwickelt	30.05.2024	Entsprechend dem Projektergebnis

## \*Voraussichtliches Datum der Fertigstellung:

Das voraussichtliche Abschlussdatum bei optimalem Projektverlauf.

01.07.2024

Seite 2 von 2

Abbildung 5-2 Exemplarisches Scope of Work – Seite 2



5.3 Dashboard-Konzept

In diesem Kapitel wird das Business Intelligence (BI) Dashboard-Konzept für das operative Controlling von Betonarbeiten entworfen. Das Dashboard gliedert sich in die fünf Bereiche: Übersicht, Beschaffung, Produktion, Abtransport und Entsorgung sowie CO<sub>2</sub>. Im Bereich Übersicht wird eine Makro-Übersicht über alle Bereiche dargestellt, die sich auf den gesamten Zeitraum der Betonarbeiten bezieht. Die Bereiche Beschaffung, Produktion, Abtransport und Entsorgung und CO<sub>2</sub> hingegen fokussieren sich auf tägliche Perioden zur agilen Steuerung. Diese Arbeit konzentriert sich, wie in Abschnitt 4.4.1 Festlegung von Kennzahlengruppen für Betonarbeiten erwähnt, auf die Bereiche Beschaffung, Produktion sowie Abtransport und Entsorgung. Diese Eingrenzung ermöglicht eine detailliertere Ausarbeitung des Konzepts sowie der daraus resultierenden Mockups. Die Bereiche Übersicht und CO<sub>2</sub> werden vernachlässigt können beispielsweise in einem Folgeprojekt thematisiert und weiterentwickelt werden.

5.3.1 Konzept 1: Beschaffung

Dieses Dashboard-Konzept stellt den Materialfluss zur Baustelle dar und dient als agiles Steuerungsinstrument für die täglichen Transporttage. Abbildung 5-3 findet sich im Anhang A.3.1 in vergrößertem Format wieder.

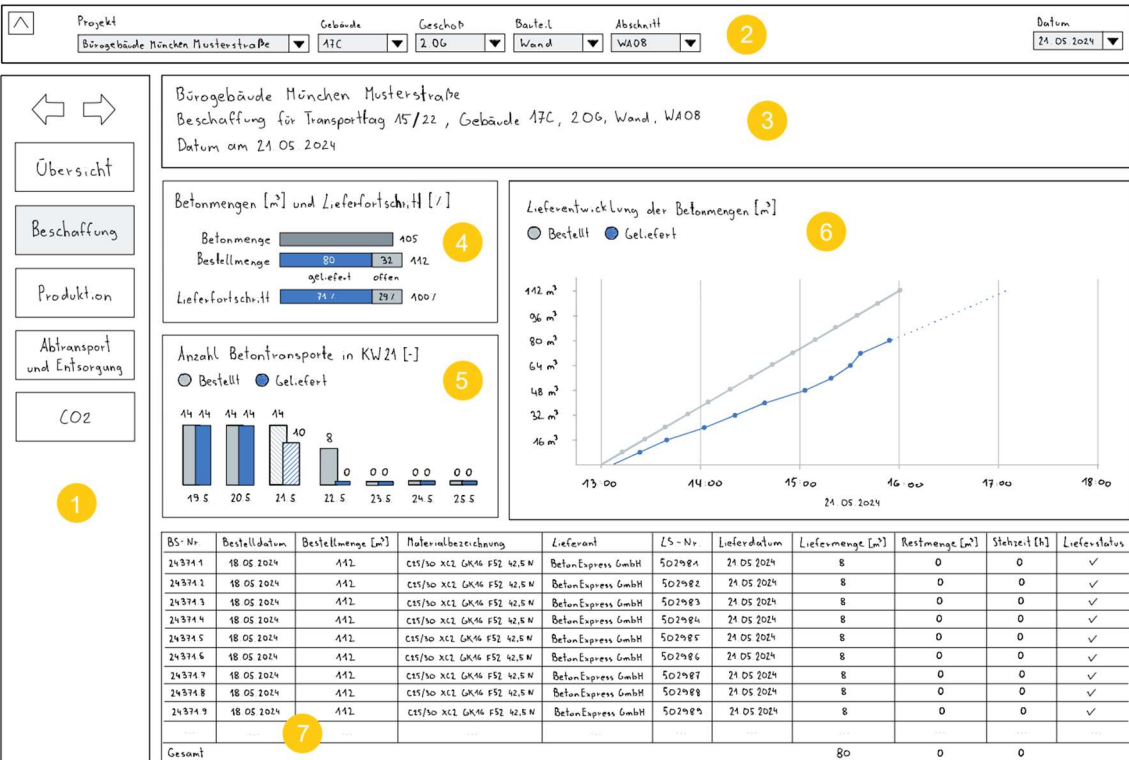


Abbildung 5-3 Dashboard-Konzept Beschaffung

Wie in Abbildung 5-3 ersichtlich, befindet sich der bzw. die Anwender\*in nun im Bereich Beschaffung. Hier wird der operative Materialfluss der Betonarbeiten auf täglicher Basis überwacht, um durch Echtzeitdaten frühzeitige Entscheidungen zu ermöglichen. Im Folgenden werden die einzelnen Markierungen des Konzepts erläutert.

#### 5.3.1.1 Markierung 1

Markierung 1 ganz links stellt die Hauptnavigation des Dashboard-Konzepts dar. Innerhalb dieser vertikalen Leiste befinden sich mehrere Schaltflächen, um zwischen den verschiedenen Oberflächen zu wechseln. Zudem gibt es im oberen Bereich zwei Pfeile (links, rechts), die mit dem ausgewählten Datum verknüpft sind und ein schnelles Umschalten zwischen den einzelnen Tagen ermöglichen.

#### 5.3.1.2 Markierung 2

Der Filterbereich, gekennzeichnet als Markierung 2, ist eine ein- und ausklappbare Fläche, in der die wichtigsten Filter für das Dashboard gesetzt werden können. Diese Filter umfassen:

- Projekt;
- Gebäude;
- Geschoß;
- Bauteil;
- Abschnitt und
- Datum.

#### 5.3.1.3 Markierung 3

Markierung 3 stellt den Bereich für den Titel des Dashboards dar. Dieser orientiert sich an den *International Business Communication Standards (IBCS)*<sup>338</sup> und wird je nach gesetzten Filtern automatisch generiert. Die Gliederung besteht aus:

- Projektname;
- Beschreibung der Seite, Diagramme, Tabellen und
- Zeitraum, Datum.

<sup>338</sup> Vgl.: [https://www.ibcs.com/de/ibcs/topten\\_02\\_titles\\_1315x985-2/](https://www.ibcs.com/de/ibcs/topten_02_titles_1315x985-2/) Datum des Zugriffs: 24.05.2024.

Im schematischen Beispiel zeigt der Titel, dass es sich um das Projekt „Bürogebäude München Musterstraße“ handelt. Die Seite konzentriert sich auf die Beschaffung von Beton für den Transporttag 15 von 22, das Gebäude 17C, das zweite Obergeschoss, das Bauteil Wand und den Takt 3. Die Auswertung bezieht sich zudem auf den 21.05.2024.

#### 5.3.1.4 Markierung 4

Markierung 4 stellt ein horizontal gestapeltes Balkendiagramm dar, welches die für den Transporttag 15 relevanten Mengen in Kubikmeter angibt. Dazu gehören die herzustellende Betonmenge, die Bestellmenge sowie die Liefermenge zusammen mit dem Lieferfortschritt in Prozent. In dieser Auswertung wurden folgende Kennzahlen aus Tabelle 4-7 verwendet:

- Betonmenge<sup>339</sup> [m³];
- Bestellmenge<sup>340</sup> [m³];
- Liefermenge<sup>341</sup> [m³] und
- Lieferfortschritt [%].

Das Diagramm und die genannten Kennzahlen unterstützen bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- Wie verhält sich die hergestellte Betonmenge zur Bestellmenge und Liefermenge am Transporttag?
- Welcher Anteil der bestellten Betonmenge wurde tatsächlich geliefert?
- Wie entwickelt sich der Lieferfortschritt in Prozent über den Tag?
- Gibt es Abweichungen zwischen der Bestellmenge und der Liefermenge? Wenn ja, wie groß ist die Abweichung?

#### 5.3.1.5 Markierung 5

In dieser Markierung werden die täglichen Betontransporte als vertikales Balkendiagramm dargestellt. Dabei werden die bestellten mit den gelieferten Betontransporten als SOLL-IST-Vergleich gegenübergestellt. Folgende Kennzahl aus Tabelle 4-7 wurde dafür verwendet:

- Anzahl Transporte [-].

<sup>339</sup> Die Betonmenge gibt die Menge an Beton an, die benötigt wird, um ein Bauwerk, Bauteil oder Bauabschnitt herzustellen.

<sup>340</sup> Die Bestellmenge gibt die Menge an Beton an, die für die Betonarbeiten bestellt wird.

<sup>341</sup> Die Liefermenge gibt die Menge an Beton an, die auf die Baustelle geliefert wird.

Diese Auswertung unterstützt bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- Wie genau entsprechen die gelieferten Betontransporte den bestellten Mengen an einem bestimmten Tag?
- Gibt es regelmäßige Abweichungen zwischen bestellten und gelieferten Transporten?
- An welchen Tagen gab es die größten Unterschiede zwischen SOLL- und IST-Transporten?
- Welche Auswirkungen hatten die Abweichungen zwischen SOLL und IST auf den Fortschritt des Bauprojekts?

#### 5.3.1.6 Markierung 6

Markierung 6 enthält ein Liniendiagramm zur Veranschaulichung der Lieferentwicklung. Die bestellte sowie die gelieferte Betonmenge wird im zeitlichen Verlauf in Stundenintervallen dargestellt. Die gestrichelte Linie symbolisiert den voraussichtlichen Verlauf der Lieferungen. Verwendete Kennzahlen aus Tabelle 4-7 sind:

- Bestellmenge [ $\text{m}^3$ ];
- Liefermenge [ $\text{m}^3$ ];
- Transportintervall [min];
- Transportdauer [h];
- Lieferstart [Zeitpunkt] und
- Lieferende [Zeitpunkt].

Das Diagramm kann bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen hilfreich sein:

- Wie verhält sich die bestellte Menge zu der tatsächlich gelieferten Menge über die Zeit?
- Sind die Lieferungen im vorgesehenen Zeitintervall erfolgt?
- Wie entwickelt sich die Transportdauer über die Zeit?
- Entspricht der voraussichtliche Lieferverlauf der realen Situation?
- Wie beeinflussen Start- und Endzeitpunkte der Lieferungen die Bauprozesse?
- Welche Auswirkungen haben Transportintervalle und -dauern auf die Verfügbarkeit des Betons vor Ort?

### 5.3.1.7 Markierung 7

Die tabellarische Darstellung in Markierung 7 listet die wichtigsten Informationen zu den getätigten Bestellungen sowie den abgeschlossenen Lieferungen der Transportbetone auf. Dieser Bereich ist dynamisch und lässt sich nach unten scrollen. Als angenommene Datenquelle dienen ein ERP-System<sup>342</sup> sowie die digitalisierten Lieferscheine, die in Abschnitt 4.5 *Inputparameter: Digitaler Lieferschein* näher erläutert wurden. Zu den Informationen mit den wichtigsten Fakten über Bestellung und Lieferung wurden folgende Kennzahlen aus Tabelle 4-7 verwendet:

- Bestellmenge [m<sup>3</sup>];
- Liefermenge [m<sup>3</sup>];
- Restmenge [m<sup>3</sup>] und
- Stehzeit [h].

Das Diagramm erleichtert das Beantworten folgender exemplarischer Fragen:

- Wann wurde der Beton bestellt?
- Wie viel Kubikmeter Beton wurde bestellt?
- Welcher Beton wurde genau bestellt?
- Wer ist der Lieferant?
- Wann wurde der Beton geliefert?
- Wie viel Kubikmeter Beton wurde geliefert?
- Wie viel Kubikmeter Beton wurde als Restmenge retourniert?
- Wie lang waren die Stehzeiten der Betontransporte?
- Stimmt die Bestellung mit der Lieferung überein?

### 5.3.2 Konzept 2: Produktion

Dieses Konzept steuert die herstellenden Tätigkeiten der Betonarbeiten auf der Baustelle. Die Auswertungen basieren sowohl auf täglicher Basis als auch auf Bauteilebene. Im Anhang A.3.2 findet sich die nachfolgende Abbildung 5-4 in vergrößertem Format wieder.

---

<sup>342</sup> ERP: Enterprise Resource Planning.

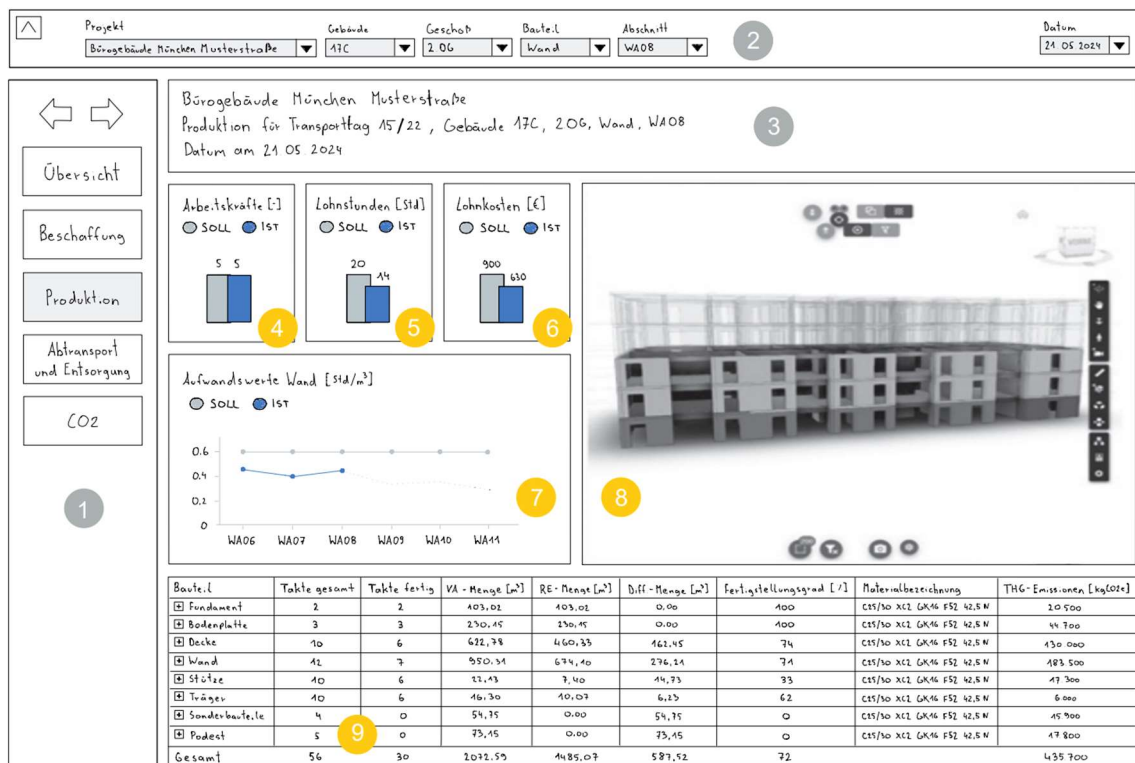


Abbildung 5-4 Dashboard-Konzept Produktion

In Abbildung 5-4 wurde der Bereich Produktion ausgewählt. Die Anwender\*innen können auf dieser Seite den Entstehungsprozess des Rohbaus anhand von Auswertungen und Grafiken visuell mitverfolgen und mithilfe von Live-Daten (digitalen Bautagesberichten und Stundenzetteln) frühzeitig steuern. Im Folgenden werden die Markierungen erläutert und der Kontext der Diagramme näher beschrieben.

### 5.3.2.1 Markierung 1-3

Die Markierungen eins bis drei haben dieselbe Funktionalität wie im Konzept Beschaffung (siehe Abschnitt 5.3.1 *Konzept 1: Beschaffung*) beschrieben wurde. Diese Felder sind lediglich an die Auswertungen der Produktion (Herstellung) angepasst.

### 5.3.2.2 Markierung 4

Markierung 4 ist ein vertikales Balkendiagramm, welches mittels SOLL-IST-Vergleich die Anzahl der Arbeitskräfte überwacht. Die Auswertung passt sich an den ausgewählten Transporttag sowie die eingestellten Filter an. In dieser Darstellung wurde die folgende Kennzahl aus Tabelle 4-8 verwendet:

- Anzahl Arbeitskräfte [-].

Das Diagramm kann bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen unterstützen:

- Wie hat sich die Anzahl der Arbeitskräfte an ausgewählten Transporttagen im SOLL-IST-Vergleich entwickelt?
- Welche Abweichungen im Personalbestand sind an den Transporttagen festzustellen?
- Gibt es wiederkehrende Tage oder Ereignisse, an denen die Abweichungen zwischen SOLL und IST besonders hoch ist?

#### 5.3.2.3 Markierung 5

In diesem Bereich werden die von den Arbeitskräften geleisteten Lohnstunden mittels SOLL-IST-Vergleich den geplanten Lohnstunden gegenübergestellt. Die Darstellung erfolgt in Form eines vertikalen Balkendiagramms und passt sich an die ausgewählten Filter an. Für die Auswertung wurde folgende Kennzahl aus Tabelle 4-8 verwendet:

- Lohnstunden [Std].

Folgende exemplarische Fragen können mithilfe des Diagramms beantwortet werden:

- Wie stark weichen die tatsächlichen Lohnstunden von den geplanten Stunden an spezifischen Tagen ab?
- Gibt es wiederkehrende Muster in den Abweichungen der Lohnstunden, die auf Planungsfehler hinweisen könnten?
- Welchen Einfluss haben die Abweichungen bei den Lohnstunden auf die Kosten und den Gesamtfortschritt des Projekts?

#### 5.3.2.4 Markierung 6

Markierung 6 ist das letzte vertikale Balkendiagramm der Auswertungsreihe und stellt die geplanten Lohnkosten den tatsächlich angefallenen Lohnkosten in Euro gegenüber. Diese Visualisierung passt sich, wie die anderen Diagramme, an die eingestellten Filter an und verwendet folgende Kennzahl aus Tabelle 4-8:

- Lohnkosten [€].

Die beschriebene Auswertung ermöglicht die Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- Wie verhalten sich die tatsächlichen Lohnkosten im Vergleich zu den geplanten Lohnkosten?

- Welche Auswirkungen haben diese Kostenabweichungen auf das Gesamtbudget der Betonarbeiten?
- Welche Maßnahmen könnten ergriffen werden, um die Genauigkeit der Lohnkostenschätzungen zu verbessern?

#### 5.3.2.5 Markierung 7

In Markierung 7 wird ein Liniendiagramm dargestellt, das die geplanten, tatsächlichen und prognostizierten Aufwandswerte der einzelnen Abschnitte des ausgewählten Bauteils visualisiert. Diese Aufwandswerte basieren auf den Lohnstunden und den Betonmengen. Für die Erstellung dieses Diagramms wurde folgende Kennzahl aus Tabelle 4-8 verwendet:

- Aufwandswert [Std/m<sup>3</sup>].

Das Diagramm erleichtert das Beantworten folgender exemplarischer Fragen:

- Wie verhalten sich die geplanten Aufwandswerte im Vergleich zu den tatsächlichen Werten?
- Wurde der geplante Aufwandswert über- oder unterschritten?
- Welche Trends sind bei den prognostizierten Aufwandswerten erkennbar?

#### 5.3.2.6 Markierung 8

Markierung 8 in Abbildung 5-4 zeigt ein dreidimensionales Gebäudemodell, das von einer BIM-Planungssoftware erstellt und in das Dashboard integriert wird. Dieses Modell passt sich durch die Auswahl vordefinierter Filterkategorien wie Gebäude, Geschoss, Bauteil und Abschnitt dynamisch an. Zusätzlich können die Bauteile abhängig von den gewählten Filtern in unterschiedlichen Farben hervorgehoben werden, um verschiedene Aufwandswerte zu visualisieren. Beispielsweise deutet die Farbe Grün auf einen geringen Aufwand hin, während Rot auf einen hohen Aufwandswert hinweist. Diese Visualisierungsmethode folgt dem typischen Ampelschema und wurde aus dem Forschungsartikel „Performance im Betonbau“ übernommen, um sie schematisch für dieses Konzept darzustellen.<sup>343</sup>

<sup>343</sup> Vgl.: OHRWALDER, P.; WINKLER, L.: Performance im Betonbau. In: Bauaktuell. S. 263-267.



### 5.3.2.7 Markierung 9

Die Tabelle in Markierung 9 bietet eine Gesamtübersicht des Bauwerks, indem sie zentrale Informationen und Kennzahlen zu den Betonarbeiten strukturiert darstellt. Sie ist nach den einzelnen Bauteilen, die betoniert werden sollen, gegliedert und zeigt in der untersten Zeile die Gesamtsumme der einzelnen Kennzahlen. Ähnlich wie im Konzept Beschaffung (siehe Abschnitt 5.3.1 *Konzept 1: Beschaffung*) nutzt die Tabelle Daten aus einem angenommenen ERP-System, einschließlich digitaler Lieferscheine und Bautagesberichte. Die Visualisierung passt sich den gewählten Filtern an und beinhaltet folgende Kennzahlen aus Tabelle 4-8:

- Anzahl Fertigungsabschnitte [-];
- Voraussichtliche Abrechnungsmenge [ $\text{m}^3$ ];
- Tatsächliche Abrechnungsmenge [ $\text{m}^3$ ];
- Abrechnungsmengenabweichung [ $\text{m}^3$ ];
- Fertigstellungsgrad [%] und
- THG-Emissionen [ $\text{kgCO}_2\text{e}$ ].

Diese Kennzahlen unterstützen die Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- Wie viele Abschnitte müssen insgesamt hergestellt werden?
- Wie viele Abschnitte wurden bereits hergestellt?
- Wie viele Abschnitte müssen noch hergestellt werden?
- Wie viel Kubikmeter Beton werden voraussichtlich abgerechnet?
- Wie viel Kubikmeter Beton wurden bereits abgerechnet?
- Wie viel Kubikmeter Beton werden noch voraussichtlich abgerechnet?
- Wie weit ist der Fertigstellungsgrad?
- Wie hoch sind die verursachten Treibhausgasemissionen?

### 5.3.3 Konzept 3: Abtransport und Entsorgung

Das in Abbildung 5-5 dargestellte Dashboard-Konzept visualisiert den Materialabfluss von der Baustelle und dient zur Überwachung der Bauabfallentwicklung sowie zur Steuerung des Abtransports und der Entsorgung von Baurestmassen. Dieses Instrument wurde mit den Kennzahlen aus Tabelle 4-9 konzipiert und unterstützt bei der Koordination zwischen Baustelle und Entsorgungseinrichtungen. Eine vergrößerte Darstellung dieses Konzepts findet sich im Anhang A.3.3.

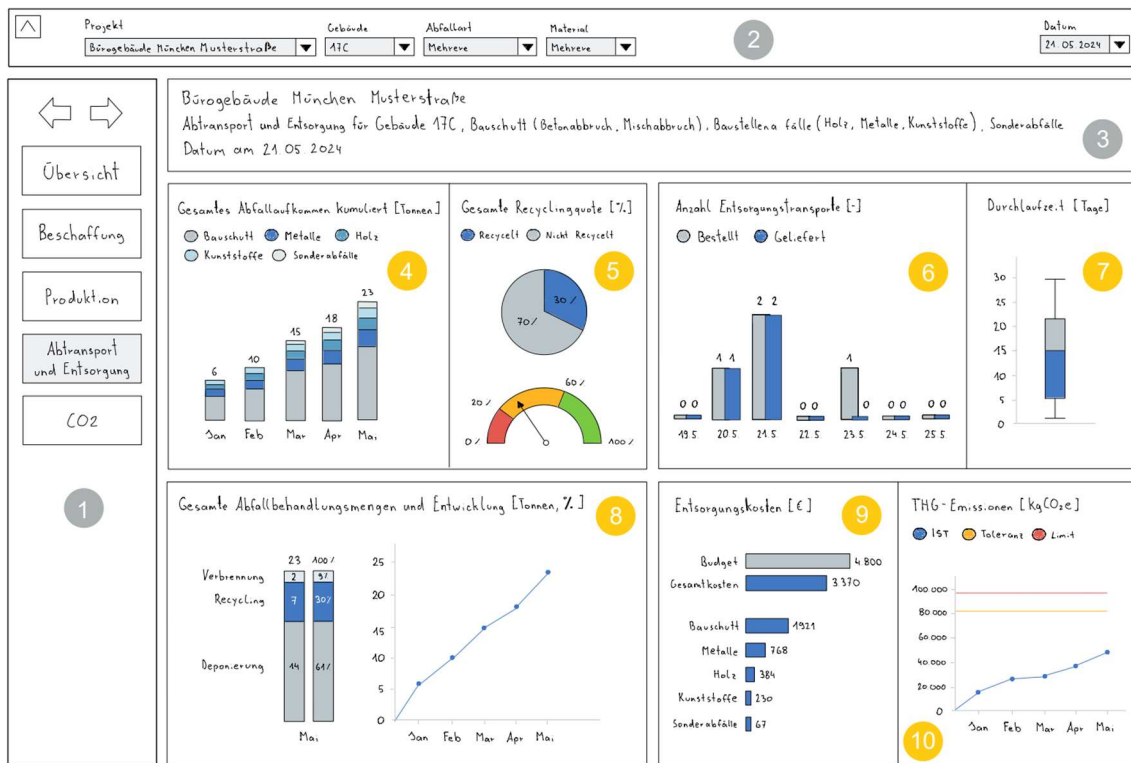


Abbildung 5-5 Dashboard-Konzept Abtransport und Entsorgung

In Abbildung 5-5 befindet sich der bzw. die Anwender\*in im Bereich Abtransport und Entsorgung. Auf dieser Oberfläche wird die Entwicklung der Baurestmassen zum ausgewählten Stichtag dargestellt. Die dafür verwendeten Messgrößen basieren, wie in Kapitel 4.4.2.3 *Abtransport und Entsorgung* erwähnt, auf den berichtspflichtigen Kennzahlen gemäß der delegierten Verordnung der Europäischen Union (EU) 2023/2772.<sup>344</sup> Im Folgenden werden die einzelnen Markierungen des Konzepts erläutert.

### 5.3.3.1 Markierung 1-3

Wie im Konzept Beschaffung (siehe Abschnitt 5.3.1 *Konzept 1: Beschaffung*) beschrieben, teilen die Markierungen eins bis drei dieselben Funktionen. Die Filter in Markierung zwei sind jedoch speziell auf die Abfallart und das Material zugeschnitten. Dies ermöglicht eine genauere Anpassung und zielgerechtere Analyse der Diagramme auf der Ebene der Baurestmassen.

<sup>344</sup> Vgl.: Europäische Kommission (2023). Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards Nachhaltigkeitsberichterstattung. Amtsblatt der Europäischen Union. S.156ff.

#### 5.3.3.2 Markierung 4

In Markierung 4 wird ein vertikal gestapeltes Balkendiagramm präsentiert, das die monatliche Entwicklung des gesamten Abfallaufkommens in Tonnen visualisiert. Die einzelnen Segmente des Balkendiagramms entsprechen den gefilterten Materialien, welche sich interaktiv auswählen lassen. Dadurch wird eine Anpassung des gesamten Dashboards an die ausgewählten Materialien ermöglicht. Als Grundlage für diese Darstellung dient die folgende Kennzahl aus Tabelle 4-9:

- Gesamtmenge des Abfallaufkommens [Tonnen].

Das Diagramm kann bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen unterstützen:

- Wie hat sich das Gesamtabfallaufkommen verschiedener Materialien über die Monate entwickelt?
- Welche Materialien tragen am meisten zum Gesamtabfallaufkommen bei?
- Gibt es einen Trend in der Reduzierung bestimmter Abfallarten über die Zeit?

#### 5.3.3.3 Markierung 5

In Markierung 5 wird die Recyclingquote der ausgewählten Abfallarten und Materialien mittels eines Tortendiagramms in Prozent dargestellt. Direkt darunter befindet sich ein Tachometer, das die Recyclingquote in drei Bewertungsbereichen visualisiert: Rot markiert den kritischen Bereich, der überschritten werden muss, Orange steht für einen akzeptablen Bereich, und Grün repräsentiert das anzustrebende Recyclingziel. Diese Darstellungen ermöglichen es, den Grad des Abfallrecyclings effektiv zu überwachen und durch gezielte Maßnahmen proaktiv zu verbessern. Für die Erstellung dieser Diagramme wurde die folgende Kennzahl aus Tabelle 4-9 verwendet:

- Recyclingquote [%].

Folgende exemplarische Fragen können mithilfe des Diagramms beantwortet werden:

- Wie hoch ist die Recyclingquote für die gesamten Abfälle?
- Welche Abfallarten und Materialien weisen die höchste Recyclingquote auf?
- Entspricht die aktuelle Recyclingquote den Zielvorgaben?
- Welche Maßnahmen sind nötig, um die Recyclingquote zu verbessern?

#### 5.3.3.4 Markierung 6

In Markierung 6 präsentiert ein vertikales Balkendiagramm die gegenübergestellten SOLL- und IST-Werte der Entsorgungstransporte, differenziert nach Tagen. Diese tägliche Auswertung bietet eine detaillierte Übersicht über die Entsorgungstransporte innerhalb der Woche. Diese tägliche Auswertung ermöglicht eine detaillierte Übersicht der Entsorgungstransporte innerhalb der Woche. Wie die anderen Diagramme, passt sich auch diese Visualisierung an die ausgewählten Abfallarten und Materialien an. Sie basiert auf der folgenden Kennzahl aus Tabelle 4-9:

- Anzahl Transporte [-].

Die beschriebene Auswertung ermöglicht die Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- An welchem Tag ist der nächste Entsorgungstransport für ein spezifisches Material geplant?
- Wie viele Entsorgungstransporte wurden an einem bestimmten Tag tatsächlich für jedes Material durchgeführt?
- Gibt es signifikante Abweichungen zwischen den geplanten und tatsächlich realisierten Transporten über die Woche hinweg?

#### 5.3.3.5 Markierung 7

In Markierung 7 illustriert ein Boxplot-Diagramm die Durchlaufzeiten der Entsorgungstransporte. Dieses Diagramm ermöglicht ab einer gewissen Datenmenge eine visuelle Analyse der Zeitstreuung von der Sammlung bis zur Entsorgung der Baurestmassen, abhängig von der jeweiligen Abfallart und dem Material. Durch diese Darstellung lassen sich Trends und Ausreißer in den Prozessen der Abfallsammlung und -entsorgung erkennen. Für die Auswertung wurde folgende Kennzahl aus Tabelle 4-9 verwendet:

- Durchlaufzeit [Tage].

Das Diagramm erleichtert das Beantworten folgender exemplarischer Fragen:

- Welche Abfallarten weisen die längsten Durchlaufzeiten von der Sammlung bis zur Entsorgung auf?
- Gibt es signifikante Unterschiede in den Durchlaufzeiten zwischen verschiedenen Materialien?
- Welche Abfallarten und Materialien zeigen regelmäßig Ausreißer in ihren Durchlaufzeiten?

### 5.3.3.6 Markierung 8

Markierung 8 präsentiert zwei vertikal gestapelte Balkendiagramme, die die Abfallbehandlungsmengen sowohl in absoluten als auch in relativen Zahlen nach Behandlungsart aufschlüsseln. Diese Diagramme ermöglichen eine Analyse der gesamten Abfallbehandlungsmengen sowie der Anteile jeder Behandlungsart. Diese Darstellungen ermöglichen eine detaillierte Überwachung und gezielte Steuerung der Abfallbehandlungsprozesse, angepasst an die spezifischen Anforderungen, die durch die eingestellten Filter definiert sind. Als Grundlage für diese Analysen dienen die folgenden Kennzahlen aus Tabelle 4-9:

- Abfallbehandlungsmenge [Tonnen]
- Gesamte Abfallbehandlungsmenge [Tonnen]

Die beschriebene Auswertung ermöglicht die Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- Wie hat sich die Gesamtmenge der behandelten Abfälle über die letzten Monate entwickelt?
- Welchen Anteil haben die verschiedenen Behandlungsarten an der Gesamtabfallmenge?
- In welchen Monaten wurden die größten Mengen an Abfall behandelt und wie verteilen sich diese auf die unterschiedlichen Behandlungsarten?

### 5.3.3.7 Markierung 9

Die Darstellung in Markierung 9 nutzt ein horizontales Balkendiagramm, um die gesamten Entsorgungskosten dem geplanten Budget gegenüberzustellen. Ergänzend dazu werden die Kosten nach Abfallart und Material detailliert aufgeführt. Diese differenzierte Auswertung erleichtert die Kostenkontrolle sowohl auf einer aggregierten als auch auf einer detaillierten Ebene und ermöglicht es, Budgetüberschreitungen frühzeitig zu identifizieren und korrektive Maßnahmen einzuleiten. Als Grundlage für diese Analyse dient die folgende Kennzahl aus Tabelle 4-9:

- Entsorgungskosten [€].

Diese Kennzahl unterstützt bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen:

- Wie verhalten sich die tatsächlichen Entsorgungskosten im Vergleich zum geplanten Budget?
- Welche Abfallarten oder Materialien verursachen die höchsten Entsorgungskosten?

- Welche Maßnahmen könnten aufgrund der Kostenüberschreitungen bei bestimmten Materialien oder Abfallarten notwendig sein?

#### 5.3.3.8 Markierung 10

In Markierung 10 illustriert ein Liniendiagramm die Entwicklung der Treibhausgasemissionen, gemessen in kgCO<sub>2</sub>e. Drei Linien repräsentieren unterschiedliche Werte: Blau für die tatsächlich verursachten Emissionen, Orange markiert den Beginn des Toleranzbereichs und Rot das zulässige Maximum der Emissionen. Diese Visualisierung erlaubt es, den Verlauf der Emissionen zu verfolgen und deren Einhaltung innerhalb vorgegebener Grenzen zu bewerten. Die Darstellung basiert auf der folgenden Kennzahl aus Tabelle 4-9:

- Treibhausgasemissionen [kgCO<sub>2</sub>e].

Das Diagramm kann bei der Beantwortung folgender exemplarischer Fragen unterstützen:

- In welchem Monat wurden die zulässigen Treibhausgasemissionen überschritten?
- Wann wurden die niedrigsten und die höchsten Treibhausgasemissionen registriert?
- Wie effektiv sind die implementierten Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen im Laufe des Projektzeitraums?

## 5.4 Fazit

Dieses Kapitel präsentiert ein umfassendes BI-basiertes Dashboard-Konzept für das operative Controlling von Betonarbeiten. Dabei erfolgt eine Untergliederung in die fünf Bereiche Übersicht, Beschaffung, Produktion, Abtransport und Entsorgung und CO<sub>2</sub>, wobei diese Arbeit sich auf die detaillierte Ausarbeitung der Bereiche Beschaffung, Produktion sowie Abtransport und Entsorgung konzentriert.

Das vorgestellte Dashboard-Konzept dient als agiles Steuerungsinstrument, das tägliche Echtzeitdaten nutzt, um den Materialfluss, die Herstellung des Rohbaus sowie den Abtransport und die Entsorgung von Beton effizient zu überwachen und zu steuern. Durch die Implementierung von interaktiven Elementen wie Filtern und verschiedenen Visualisierungen (z.B. Balkendiagramme, Liniendiagramme) wurde eine benutzerfreundliche und informative Plattform geschaffen, die es den Anwender\*innen ermöglicht, fundierte Entscheidungen zu treffen.

Ein bedeutender Aspekt dieses Konzepts ist die iterative Entwicklung, die eine präzise Anforderungsdefinition und kontinuierliches Feedback fordert und fördert. Dies stellt sicher, dass das endgültige Dashboard den Bedürfnissen der Stakeholder entspricht und effizient eingesetzt werden kann. Insgesamt demonstriert dieses Kapitel, wie ein gut durchdachtes BI Dashboard als leistungsfähiges Werkzeug für das operative Controlling von Betonarbeiten fungieren kann, indem es eine klare Struktur, relevante Echtzeitdaten und benutzerfreundliche Visualisierungen kombiniert.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem abschließenden Kapitel sind die wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit zusammengeführt und ein Ausblick auf die zukünftigen Entwicklungen von Dashboards in der Bauindustrie gegeben. Sowohl die theoretische Fundierung als auch die praktische Anwendung der entwickelten Dashboard-Konzepte werden behandelt, wobei die Realisierung in Form von beispielhaften Dashboard-Mockups präsentiert ist.

### 6.1 Zusammenfassung

Die fortschreitende Digitalisierung stellt die Bauindustrie vor zunehmende Herausforderungen in der effektiven Verwaltung umfangreicher Datenmengen, die durch neuartige Bauverfahren und den Einsatz digitaler Technologien wie vernetzte Baumaschinen und digitale Dokumentationssysteme generiert werden. In diesem Kontext sind Dashboards von essenzieller Bedeutung, da sie die Visualisierung großer Datenmengen ermöglichen und somit eine proaktive Überwachung sowie Steuerung von Bauprojekten erleichtern. Sie bieten eine intuitive Benutzeroberfläche, die es den Benutzer\*innen ermöglicht, kritische Kennzahlen in Echtzeit zu erfassen und auf Veränderungen dynamisch zu reagieren.

Seit ihrer Entstehung in den 1970er Jahren und ihrer Weiterentwicklung während des Internet-Booms der 1990er Jahre haben sich Dashboards als unverzichtbares Werkzeug im Projektmanagement etabliert. Sie ermöglichen den Zugriff auf kritische Kennzahlen und Leistungsindikatoren, die sofortige Einblicke in notwendige Informationen gewähren und fundierte Entscheidungsprozesse unterstützen. Diese Entwicklung spiegelt den evolutionären Fortschritt im Management moderner Bauprojekte wider, die von einer rein intuitiven zu einer logik- und datenbasierten Entscheidungsfindung übergegangen ist. Dashboards vereinen diese Ansätze, indem sie komplexe Daten nicht nur zugänglich machen, sondern auch in einer handlungsorientierten Form darstellen, was die strategische Planung und taktische Ausführung in der Bauindustrie erheblich verbessert.

In der Anforderungsanalyse der Stakeholder zeigte sich, dass die Bauleitung hauptsächlich für die operative Steuerung von Betonierprozessen verantwortlich ist und eine zentrale Rolle bei der Nutzung von Business Intelligence (BI) Lösungen spielt. Der Bedarf nach schnellem Zugriff auf Daten nahezu in Echtzeit sowie eine benutzerfreundliche Oberfläche mit integriertem Frühwarnsystem wurden als wesentliche Anforderungen identifiziert. Diese Funktionen sollen dazu beitragen, potenzielle Probleme frühzeitig zu erkennen und proaktiv entgegenzusteuern, um z.B. Kostenüberschreitungen und Zeitverzögerungen zu vermeiden. Diese Erkenntnisse unterstreichen den dringenden Bedarf und die Bedeutung von BI-



Lösungen, um den Anforderungen der Stakeholder gerecht zu werden und den Erfolg von Bauprojekten zu sichern.

Nach der Anforderungsanalyse wurden exemplarische Kennzahlen für die operative Steuerung von Hochbauprojekten ermittelt, die sich in die Gruppen Kosten, Stunden, Termin, Mengen, Aufwand und Qualität gliedern. Diese Kennzahlen basieren größtenteils auf den Controlling-Instrumenten von SOLL-IST-Vergleichen sowie der Earned Value Analyse und unterstützen Nutzer\*innen bei der Analyse und Steuerung des Projekterfolgs. Auf Basis dieser Erkenntnisse wird die Vertiefung auf die operative Steuerung der Betonarbeiten vorgenommen und zur Vereinfachung in die Kennzahlengruppen Beschaffung, Produktion, Abtransport und Entsorgung gegliedert. Diese Kennzahlen ermöglichen eine effiziente Überwachung und Steuerung der Betonierprozesse durch die frühzeitige Identifikation von Abweichungen und bilden die Basis für das in dieser Arbeit entwickelte Dashboard-Konzept.

Ein wesentlicher Aspekt für die Wirksamkeit von Dashboards ist die Qualität der Daten sowie ein stabiler Datenfluss, der für das Dashboard-Konzept als vollständig funktionierend angenommen wird. Der digitale Lieferschein ist dabei eine mögliche Schlüsselkomponente für IST-Datenrückläufe und illustriert beispielhaft, wie digitale Werkzeuge zu einer nahtlosen Dokumentation und schnellen Verfügbarkeit von kritischen Daten beitragen können. Diese Erörterung veranschaulicht die hohe Bedeutung dieser Datenbasis für die Funktionsfähigkeit der Dashboards und die Realisierung ihres vollen Potenzials.

Auf Basis der Anforderungsanalyse und der ermittelten Kennzahlen wird abschließend ein Dashboard-Konzept für das operative Controlling von Betonarbeiten entwickelt. Dieses Konzept umfasst die Bereiche Beschaffung, Produktion und Abtransport und Entsorgung. Die Fokussierung auf diese drei Bereiche, ermöglicht eine detaillierte Konzeption als agiles Steuerungsinstrument für den Materialfluss, die Rohbauherstellung und den Abtransport mit Entsorgung von Baurestmassen. Durch interaktive Elemente wie Filter und Visualisierungen entsteht eine benutzerfreundliche und informative Plattform, die fundierte Entscheidungen unterstützt. Ein bedeutender Aspekt dieses Konzepts ist die iterative Entwicklung, die sicherstellt, dass das endgültige Dashboard den Bedürfnissen der Stakeholder entspricht und effizient eingesetzt werden kann. Insgesamt demonstriert dieses Kapitel, wie ein gut durchdachtes BI Dashboard als leistungsfähiges Werkzeug für das operative Controlling von Betonarbeiten fungieren kann.

## 6.2 Ausblick

Die Zukunft der Dashboards in der Bauindustrie verfolgt transformative Entwicklungen, die weit über die gegenwärtigen Anwendungsfälle hinausgehen. Mit dem Fortschritt in den Bereichen Datenanalyse, künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen werden Dashboards nicht nur als Werkzeuge zur Visualisierung und Berichterstattung dienen, sondern auch als interaktive, intelligente Plattformen, die proaktive sowie prädiktive Analysen ermöglichen. Diese fortschrittlichen Dashboards werden u.a. in der Lage sein, große Mengen an Echtzeitdaten zu verarbeiten und daraus wertvolle Einblicke zu generieren, die den gesamten Bauprozess optimieren können.<sup>345</sup>

Durch die Integration von IoT-Technologien (Internet of Things) werden Dashboards kontinuierlich aktualisierte Daten von vernetzten Geräten und Sensoren auf Baustellen empfangen können. Dies wird der Bau- und Projektleitung eine nie dagewesene Transparenz und Kontrolle über viele Aspekte ihrer Projekte bieten. Insbesondere bei der operativen Steuerung von Betonarbeiten wird das Dashboard eine unverzichtbare Anwendung finden. Es wird bei den Herausforderungen der Digitalisierung in der Bauindustrie unterstützen und den Übergang zu einer datengetriebenen Arbeitsweise ermöglichen. Durch die Verarbeitung großer Datenmengen werden leserliche Handlungsempfehlungen entstehen, die fundierte Entscheidungen fördern und somit Wettbewerbsfähigkeit von Bauunternehmen stärken.

Zum Abschluss dieser Masterarbeit werden Dashboard-Mockups als praktisches Beispiel für die technische Umsetzung der Konzeption dargestellt. Diese Mockups veranschaulichen die tatsächliche Oberfläche eines Dashboards zur operativen Steuerung von Betonarbeiten und bieten einen klaren Einblick in die möglichen Funktionen und Vorteile, die datengesteuerte Dashboards für die Bauindustrie mit sich bringen könnten. Diese Darstellung soll als Inspiration dienen und verdeutlichen, wie diese Technologien genutzt werden können, um einen entscheidenden Beitrag zur Zukunft der Bauindustrie zu leisten. Die vergrößerten Versionen finden sich im Anhang A.4.

<sup>345</sup> Vgl.: [https://www.youtube.com/live/X\\_9vY7dgl9g?si=LOX-6dCikc\\_AmY5m](https://www.youtube.com/live/X_9vY7dgl9g?si=LOX-6dCikc_AmY5m). Datum des Zugriffs: 07.06.2024.

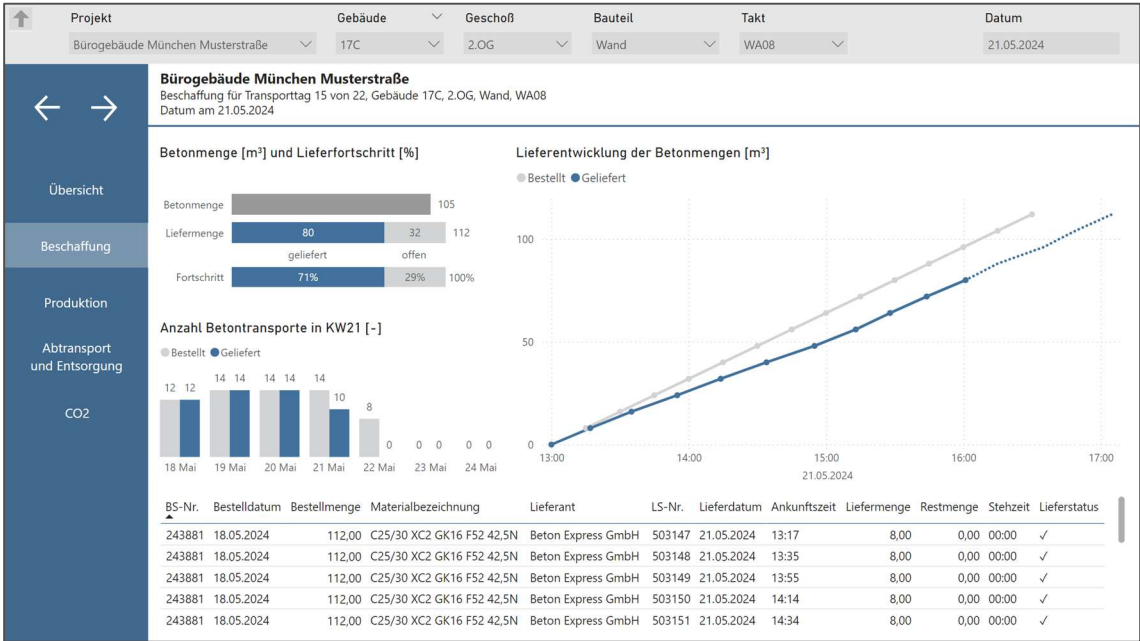


Abbildung 6-1 Dashboard-Mockup Beschaffung

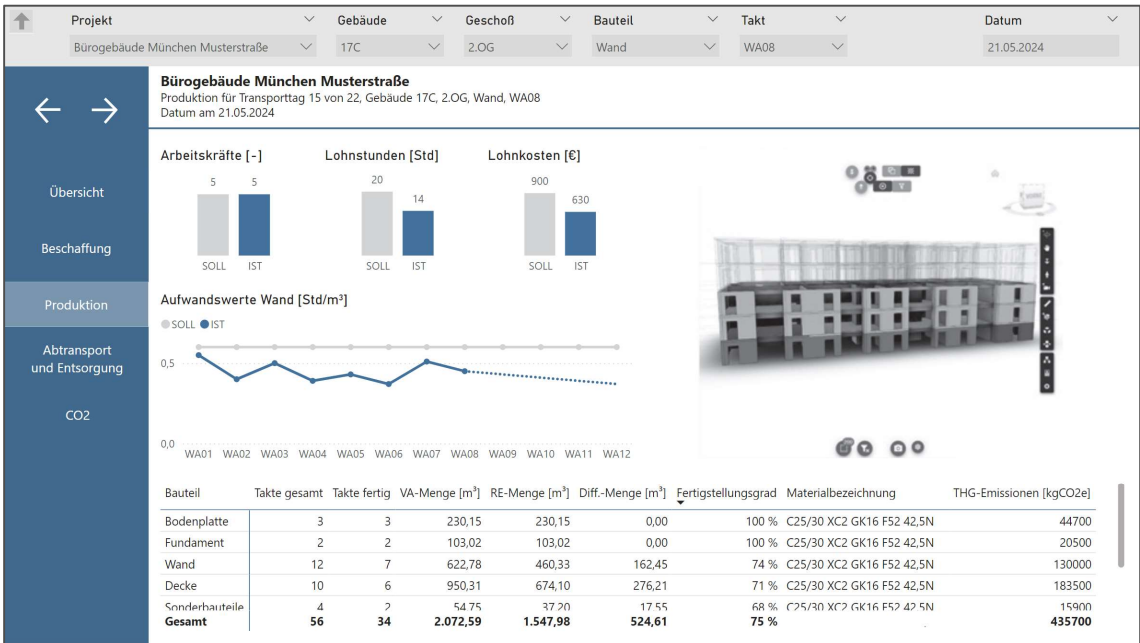


Abbildung 6-2 Dashboard-Mockup Produktion

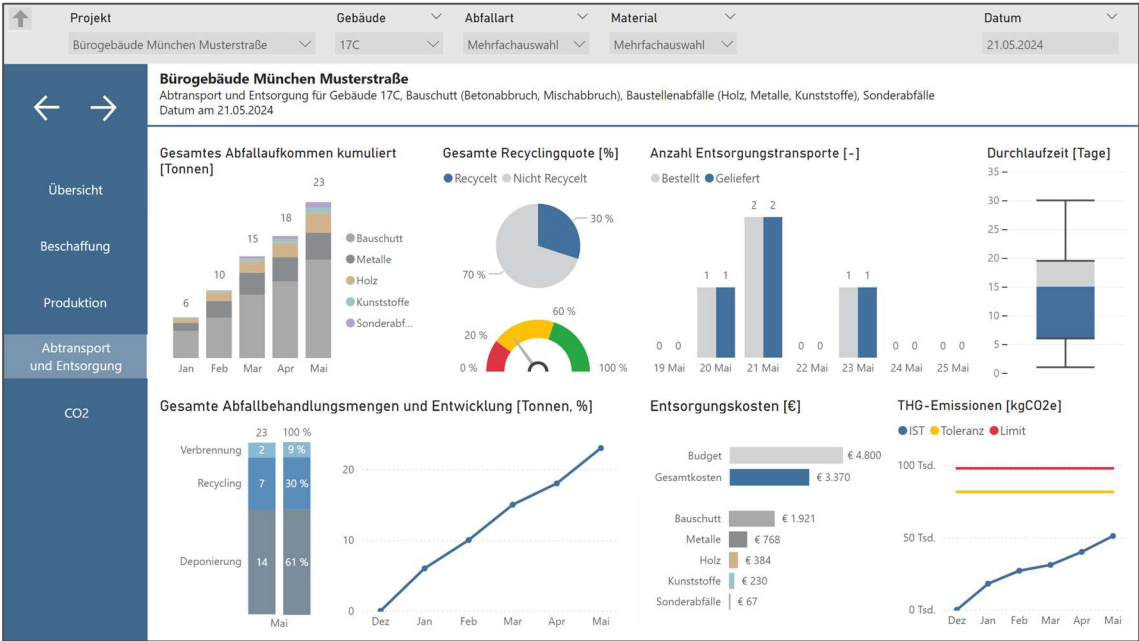


Abbildung 6-3 Dashboard-Mockup Abtransport und Entsorgung

## 7 Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis ist in die folgenden Abschnitte unterteilt, um die relevanten Quellen und Literatur für die vorliegende Arbeit strukturiert darstellen und zu gliedern:

- Bücher;
- Fachartikel;
- Internetquellen;
- Dissertationen;
- Masterarbeiten;
- Verordnung;
- Skriptum und
- Kurse.

### 7.1 Bücher

AMENDOLA, A.: Recent paradigms for risk informed decision making. Volume 40. Safety Science, 2002.

ARNOLD, J.: Learning Microsoft Power BI: Transforming Data into Insights. 1. Auflage. O'Reilly Media, 2022.

BARTH, T.; GIANNAKU, A.: Unternehmensanalyse mit Bilanzkennzahlen. 2. Auflage. München. UVK Verlagsgesellschaft, 2017.

MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. 1. Auflage. Great Britain. Financial Times Prentice Hall, 2012.

BIERMANN, M.: Der Bauleiter im Bauunternehmen. Wiesbaden. Bauverlag, 1997.

DAVEPORT, T.: Big Data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities. Harvard Business Review Press, 2014.

DELLMANN, K.; PEDELL, L.: Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis. Stuttgart. Schäffer-Poeschel, 1994.

DUVE, H.; CICHOS, C.: Bauleiter-Handbuch Auftragnehmer. Neuwied. Werner Verlag, 2008.

DE WIT, B.: Strategy-An International Perspective. 6. Auflage. Cengage Learning, 2017.

FIEDLER, R.: Controlling von Projekten. 7. Auflage. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2016.

- FRIEDRICH, F.; HEIDENREICH, S.: Deutsch für Architekten und Bauingenieure. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2021.
- GADATSCH, A.: Projektcontrolling mit der Earned-Value-Analyse: Projekte planen, überwachen und steuern. In: IT-Controlling. 2. Auflage. Wiesbaden. Springer, 2021.
- GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 1. 3. Auflage. Berlin. Springer Vieweg, 2014.
- GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. 2. Auflage. Berlin Heidelberg. Springer, 2010.
- GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. Berlin Heidelberg. Springer, 2007.
- GLADEN, W.: Performance Measurement – Controlling mit Kennzahlen. 6. Auflage. Wiesbaden. Springer Gabler, 2014.
- GRALLA, M.: Baubetriebslehre Bauprozessmanagement. Köln. Werner Verlag, 2011.
- JACOB, D.; STUHR, C.; WINTER, C.: Kalkulieren im Ingenieurbau. 2. Auflage. Wiesbaden. Vieweg+Teubner, 2011.
- Hochtief Software GmbH (HTS): KUBUS – Baubetriebliches Steuerungssystem für Projektleitung und Bauleitung. 1997.
- HOFSTADLER, C.; KUMMER, M.: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft. Graz. Springer Vieweg, 2017.
- HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin-Heidelberg. Springer, 2007.
- HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb – Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste. Berlin- Heidelberg. Springer, 2014.
- HOFSTADLER, C.: Projektvorlaufzeit und Bauzeit. Graz. Springer Vieweg, 2022.
- HOFSTADLER, C.: Schularbeiten. Berlin- Heidelberg. Springer, 2008.
- HOFSTADLER, C.; HECK, D.; KUMMER, M.: Tagungsband 2024. Digitaler Wandel im Bauwesen - Datenschungel oder erfolgsversprechender Gamechanger?. 1. Auflage. Graz. Technische Universität Graz, 2024.
- KEMPER, H.; BAARS, H.; MEHANNA, W.: Business Intelligence - Grundlagen und praktischen Anwendungen. 3. Auflage. Wiesbaden. Vieweg + Teubner, 2010.
- KERZNER, H.: Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards. 4. Auflage. Wiley, 2023.
- KOCHENDÖRFER, B.; LIEBCHEN, J.; VIERING, M.: Bau-Projekt-Management. 6. Auflage. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2021.

LEIMBÖCK, E.; IDING, A.; MEINEN, H.: Bauwirtschaft. 3. Auflage. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2017.

LEIMBÖCK, E.; KLAU, R.; HÖLKERMANN, O.: Baukalkulation und Projektcontrolling unter Berücksichtigung der KLR Bau und der VOB. 12. Auflage. Vieweg + Teubner, 2009.

LORKOWSKI, J.; KREINOVICH, V.: Bounded rationality in decision making under uncertainty: towards optimal granularity. Springer, 2018.

LU, W.; LAI, C.; TSE, T.: BIM and Big Data for Construction Cost Management. Routledge, 2019.

MARQUEZ, F.; LEV, B.: Big Data Management. Springer, 2017.

MARR, B.: Key Performance Indicators - The 75 measures every manager needs to know. Pearson UK, 2012.

MARWALA, T.: Artificial intelligence techniques for rational decision making. Springer, 2014.

MERTENS, P.: Business Intelligence - ein Überblick, Arbeitspapier. Universität Erlangen-Nürnberg. 2002.

MIETH, P.: Weiterbildung des Personals als Erfolgsfaktor der strategischen Unternehmensplanung in Bauunternehmen. Kassel. Kassel Univ. Press, 2007.

OECKING, G.: Qualitätskostenmanagement, in: Kostenrechnungspraxis (krp), o.Jg. Heft 2, 1995. S. 80-86.

PREIßLER, P.R.: Controlling-Lehrbuch und Intensivkurs. 3. Auflage. München-Wien. Oldenbourg Verlag, 1991.

PROPOROWITZ, A.: Baubetrieb- Bauwirtschaft. Cottbus. Carl Hanser Verlag, 2008.

PROVOST, F.; FAWCETT, T.: Data science and its relationship to Big Data and data-driven decision making. Volume 1. Big Data, 2013.

RÖSEL, W.: Baumanagement Grundlagen · Technik · Praxis. Berlin. Springer, 1994.

SCHIRMER, S.: Bau-Projektmanagement für Einsteiger. 1. Auflage. Wiesbaden. Springer Vieweg, 2020.

SCHÖN, D.: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI und Big-Data-Analytics. 3. Auflage. Wiesbaden. Springer Gabler, 2018.

SCHRECKENEDER, B.C.: Projektcontrolling: Projekte überwachen, steuern, präsentieren. 4. Auflage. München. Haufe, 2013.

SCHRÖDL, H.: Business Intelligence mit Microsoft SQL Server 2008. 2. Auflage. München. Hanser, 2009.

- SEELING R.: Auswahl und Kombination der Hauptfördermittel auf Betonbaustellen. Bauwirtschaft. 1978.
- SEYFFERTH, G.: Baustellensteuerung in der Praxis und einige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Arbeit. In: Baustellen-Controlling. Hrsg.: WIRTH, V. Ehningen bei Böblingen, 1989.
- SPANG, K.: Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer Vieweg, 2022.
- SPRANZ, D.: Organisatorische Voraussetzung für den Aufbau eines Controllingsystems. In: Baustellen-Controlling. Hrsg.: WIRTH, V.: Ehningen bei Böblingen, 1996.
- TALAJ, R.: Operatives Controlling für bauausführende Unternehmen. Wiesbaden, 1993.
- WASKOW, J.: Untersuchung von Bauunternehmen in der EU in Bezug auf die Baustellenorganisation und das Aufsichtspersonal. Darmstadt.
- WINKELHOFER, G. A.: Methoden für Management und Projekte. 1997.
- WIRTH, V.: Baustellen-Controlling. Ehningen bei Böblingen. Expert-Verlag, 1989.
- WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. 2022.
- ZILCH, K. et al.: Handbuch für Bauingenieure. 2. Auflage. Springer, 2012.

## 7.2 Fachartikel

- HOFSTADLER, C.; SCHÜTZ, M.: Anwendung des Systems Engineering auf die Arbeitsvorbereitung von Bauprojekten. In: Bautechnik, 11/2012.
- OHRWALDER, P.; WINKLER, L.: Performance im Betonbau. In: Bauaktuell. Technische Universität Wien, 2021.
- Rechnungshof Österreich (2018). Management von öffentlichen Bauprojekten – Verbesserungsvorschläge des Rechnungshofs. Wien.
- RUMP, J.; SCHABEL, F.: Wie Projektarbeit Unternehmen verändert. in: Harvard Business Manager Edition 3, 2011.
- VASILIC, K.: Digitale Lieferkette für Bauprodukte: Das Vorhaben SDaC. DBV-Rundschreiben 267. 2021.
- TERCAN, Ö. et al.: Digitalisierung der Lieferkette im Betonbau – Stand der Entwicklungen und erste Standardisierungsmaßnahmen. In: Beton- und Stahlbetonbau 117. H. 10. <https://doi.org/10.1002/best.202200066>.
- TERCAN, Ö. et al.: Konzept einer durchgängigen Informationskette mit Methoden der Künstlichen Intelligenz am Beispiel der Lieferkette von Be-



ton. Die Zukunft des Bauens heute gestalten: 6. Internationaler BBB-Kongress 16. September 2021 in Weimar. Tagungsband. Hrsg.: Hans-Joachim Bargstädt. Bauhaus-Universität Weimar, 2021.

### 7.3 Internetquellen

<https://projekte-leicht-gemacht.de/blog/methoden/stakeholder/was-ist-ein-stakeholder>. Datum des Zugriffs: 05.03.2023.

<https://projekte-leicht-gemacht.de/stakeholder>. Datum des Zugriffs: 05.03.2023.

[https://projekte-leicht-gemacht.de/shop/produkt/step-by-step-guide-stakeholder/?pk\\_campaign=plg-post-banner&pk\\_kwd=sbs-stakeholder](https://projekte-leicht-gemacht.de/shop/produkt/step-by-step-guide-stakeholder/?pk_campaign=plg-post-banner&pk_kwd=sbs-stakeholder). Datum des Zugriffs: 05.03.2023.

<https://www.strabag.com/databases/internet/public/content.nsf/web/DE-STRABAG.COM-organisationsstruktur.html>. Datum des Zugriffs: 03.04.2023.

<https://www.berufslexikon.at/berufe/3622-BaupolierIn/#:~:text=Sie teilen das Baustellenpersonal ein,sorgen für einen reibungslosen Bauablauf>. Datum des Zugriffs: 07.04.2023.

[https://www.wko.at/service/kollektivvertrag/kv-baugewerbe-bauindustrie-angestellte-2022.html#heading\\_4](https://www.wko.at/service/kollektivvertrag/kv-baugewerbe-bauindustrie-angestellte-2022.html#heading_4). Datum des Zugriffs: 09.02.2023.

<https://www.uhrig-bau.eu/lexikon/vorarbeiter>. Datum des Zugriffs: 07.04.2023.

<https://www.begriffe.vpma.de/hierarchie/hierarchie-Gruppenleiter.html>. Datum des Zugriffs: 07.04.2023.

<https://www.resus-consult.de/was-macht-ein-projektleiter-im-bau-und-wo-ist-der-unterschied-zum-bauleiter>. Datum des Zugriffs: 11.04.2023.

<https://www.juraforum.de/lexikon/architekten>. Datum des Zugriffs: 19.04.2023

<https://dejure.org/gesetze/KWG/1.html>. Datum des Zugriffs: 19.04.2023.

<https://www.investopedia.com/terms/c/ceo.asp>. Datum des Zugriffs: 23.04.2023.

<https://www.investopedia.com/terms/b/boardofdirectors.asp>. Datum des Zugriffs: 24.04.2023.

ANGERMEIER, G.: Earned Value Analyse - Schritt für Schritt erklärt.  
<https://www.projektmagazin.de/methoden/earned-value-management>.  
Datum des Zugriffs: 29.10.2023.

GUBELMANN, J.: Earned Value - Objektive Messung des Projektfortschritts. [https://www.eraneos-ch.blog/resources/1710\\_Earned\\_Value\\_Objektive\\_Messung\\_des\\_Projektfortschritts.pdf](https://www.eraneos-ch.blog/resources/1710_Earned_Value_Objektive_Messung_des_Projektfortschritts.pdf). Datum des Zugriffs: 30.10.2023.

REFA (2023). Kennzahlensysteme. <https://refa.de/service/refa-lexikon/kennzahlensysteme>. Datum des Zugriffs: 12.06.2023.

<https://harzing.de/leistungen/baustellenoptimierung/aufmass-und-abrechnung/voraussichtliche-abrechnungsmengen.html>. Datum des Zugriffs: 05.12.2023.

AUVA (2022). Arbeitsunfallstatistik. <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.777568&version=1684309650>. Datum des Zugriffs: 30.12.2023.

<https://www.dguv.de/de/zahlen-fakten/au-wu-geschehen/au-1mio-stunden/index.jsp>. Datum des Zugriffs: 30.12.2023.

<https://www.quentic.de/fachbeitraege/incident-management-arbeitschutz-daten-und-kennzahlen/#c80230374>. Datum des Zugriffs: 30.12.2023.

<https://biblus.accasoftware.com/de/6-arten-von-kpis-die-im-bauwesen-ueberwacht-werden-sollten/>. Datum des Zugriffs: 01.01.2024.

<https://www.betonverein.de/digitale-lieferkette-fuer-bauprodukte-das-vorhaben-sdac>. Datum des Zugriffs: 08.01.2024.

<https://www.timocom.de/blog/echtzeit-tracking-steigert-effizienz-der-logistik-230894>. Datum des Zugriffs: 21.02.2024.

<https://www.mybeton24.de/informationen-rund-um-beton/beton-mengenberechnung/>. Datum des Zugriffs: 25.02.2024.

[https://www.eder.co.at/fileadmin/user\\_upload/downloads-beton/preisliste-beton.pdf](https://www.eder.co.at/fileadmin/user_upload/downloads-beton/preisliste-beton.pdf). Datum des Zugriffs: 02.03.2024.

<https://www.microsoft.com/de-de/power-platform/products/power-bi/?market=de>. Datum des Zugriffs: 31.03.2024.

<https://www.alexandria.unisg.ch/bitstreams/e741f969-9030-462b-b714-49859804bb9a/download>. Datum des Zugriffs: 01.04.2024.

<https://www.roo.si/>. Datum des Zugriffs: 01.04.2024.

[https://www.ibcs.com/de/ibcs/topten\\_02\\_titles\\_1315x985-2/](https://www.ibcs.com/de/ibcs/topten_02_titles_1315x985-2/). Datum des Zugriffs: 24.05.2024.

[https://www.youtube.com/live/X\\_9vY7dgl9g?si=LOX-6dCikc\\_AmY5m](https://www.youtube.com/live/X_9vY7dgl9g?si=LOX-6dCikc_AmY5m). Datum des Zugriffs: 07.06.2024.

#### **7.4 Dissertationen**

LANG, W.: Führungsteamzusammenstellung bei Hochbaustellen. Dissertation. Graz. Technische Universität Graz, 2013.

MEISERT, G.: Der Einfluß der Organisationsform einer Bauunternehmung auf den Angebotserfolg. Dissertation. Essen. 1988.

NEBE, L.: Kennzahlengestütztes Projektcontrolling in Baubetrieben. Dissertation. Dortmund. Universität Dortmund, 2003.

#### **7.5 Masterarbeiten**

AICHINGER, A.: Systemisches Baustellencontrolling. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2013.

BLÖMEKE, M.: Die Baustellenlogistik als neues Dienstleistungsfeld im Schlüsselfertigbau. Universität Dortmund: Fakultät für Bauwesen, 2001.

DOLLMANN, M.: Umweltbezogenes Kennzahlenmodell. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2023.

HOHNHOLZ, K.: Controlling im Bauprojekt - Eine qualitative Analyse zur Identifizierung von Erfolgsfaktoren. Masterarbeit. FH Vorarlberg, 2022.

ALALI, I.; ALMERI, S.: The application of Big Data technology to improve the information sharing and enhance the decision-making process in construction projects. Masterarbeit. Gothenburg. Chalmers University of Technology, 2020.

#### **7.6 Verordnung**

Europäische Kommission (2023). Delegierte Verordnung (EU) 2023/2772 der Kommission vom 31. Juli 2023 zur Ergänzung der Richtlinie 2013/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates durch Standards Nachhaltigkeitsberichtserstattung. Amtsblatt der Europäischen Union.

#### **7.7 Skriptum**

BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. LV Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2004.

HECK, D.: Bauwirtschaftslehre 1 VU WS19/20. Graz. Technische Universität Graz. 2019.

## 7.8 Kurse

Google (2022). Google Data Analytics Professional Certificate.  
<https://www.coursera.org/professional-certificates/google-data-analytics>.  
Datum des Zugriffs: 01.03.2022.

## A.1 Anhang 1 Scope of work

### Dashboard für operatives Controlling von Betonarbeiten

BI Analyst: BSc. Lukas Kreer

Auftraggeber: Technische Universität Graz

#### Projektziel:

*Beschreibung der Motivation und Ziele des Projektes.*

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines operativen Controlling-Dashboards zur effizienten Steuerung von Betonarbeiten in einem Hochbauprojekt. Im Rahmen des Projekts werden relevante Kennzahlen aus den Bereichen Beschaffung, Produktion und Entsorgung identifiziert und aufbereitet. Auf Basis dieser Messgrößen wird ein Dashboard-Konzept erstellt, das die wichtigsten Informationen grafisch darstellt. Jede Kennzahlengruppe erhält dabei eine eigene Oberfläche, auf der die zentralen Kennzahlen je nach Bereich anschaulich präsentiert werden. Das abschließende Projektergebnis umfasst drei Dashboard-Mockups, die mit Microsoft Power BI umgesetzt werden und das Konzept veranschaulichen sollen.

#### Projektaufgaben:

*Eine spezifische Liste der Projektaufgaben.*

Aufgabe	Beschreibung
Identifizierung relevanter Kennzahlen	Identifikation und Aufbereitung relevanter Kennzahlen zur Steuerung von Betonarbeiten.
Erstellung eines Dashboard Konzepts	Planung und Skizzierung der Oberflächengliederung sowie Darstellung der Dashboards.
Entwicklung von Dashboard Mockups	Umsetzung der konzeptionierten Dashboards mit Microsoft Power BI.

#### Dieses Projekt beinhaltet nicht:

*Angaben zu Nicht-Zielsetzungen dieses Projekts (out of scope).*

- Entwicklung einer vollständigen BI-Lösung für ein gesamtes Hochbauprojekt

## Dashboard für operatives Controlling von Betonarbeiten

**Projektergebnisse:***Eine spezifische Liste der Projektergebnisse.*

Ergebnis	Beschreibung
Liste relevanter Kennzahlen	Eine Liste mit relevanten Kennzahlen in den Bereichen Beschaffung, Produktion und Entsorgung
Dashboard Konzept	Drei schematische Dashboard Skizzen zur Veranschaulichung der Oberfläche
Dashboard Mockups	Drei Dashboard Mockups mit Power BI zur Veranschaulichung einer möglichen BI-Lösung

**Terminplan / Meilensteine:***Der voraussichtliche Zeitplan mit Meilensteinen des Projekts.*

Meilenstein	Fertigstellungstermin	Beschreibung
Liste relevanter Kennzahlen erstellt	28.04.2024	Entsprechend dem Projektergebnis
Dashboard Konzept erstellt	13.05.2024	Entsprechend dem Projektergebnis
Dashboard Mockups entwickelt	30.05.2024	Entsprechend dem Projektergebnis

**\*Voraussichtliches Datum der Fertigstellung:***Das voraussichtliche Abschlussdatum bei optimalem Projektverlauf.*

01.07.2024

## A.2 Anhang 2 Kennzahlen

### A.2.1 Kennzahlen für Hochbauprojekte

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach Dimensionen	Warum? Wozu?	Zielgröße
Kosten	SOLL-Kosten (Planned Value)	PV	= BAC * geplanter Fertigstellungsgrad in Prozent	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die geplanten Kosten für den gesamten Zeitraum des Projekts dar und dient als klare Richtlinie in der Kostenüberwachung.	EURO
	IST-Kosten (Actual Cost)	AC	= Tatsächliche Kosten der bis zu einem Zeitpunkt erledigten Arbeit	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt die tatsächlichen Kosten für den bereits abgelaufenen Zeitraum dar und bietet eine genaue Darstellung der angefallenen finanziellen Aufwendungen.	EURO
	Fertigstellungswert (Earned Value)	EV	= BAC * tatsächlicher Fertigstellungsgrad in Prozent	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt den Wert der tatsächlich geleisteten Arbeit dar und dient zur Bewertung des Fortschritts sowie zur Identifizierung von Kostenabweichungen.	EURO
	Voraussichtliches Gesamtbudget (Budget at Completion)	BAC	= Gesamtbudget des Projekts (skaliert)	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt das erwartete Gesamtbudget für die geplante Leistung dar und dient zur Kostenprognose sowie -kontrolle im Projektverlauf.	EURO
	Kostenabweichung (Cost Variance)	CV	= EV - AC	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Aufschluss über eine Kostenüber- oder Kostenunterschreitung und ermöglicht eine Einschätzung zur Wirtschaftlichkeit des Projekts.	EURO (Prozent)
	Leistungsabweichung (Schedule Variance)	SV	= EV - PV	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Die Kennzahl gibt Aufschluss über eine Leistungsüber- oder Leistungsunterschreitung und dient zur Einschätzung des Projektfortschritts.	EURO (Prozent)
	Kostenindex (Cost Performance Index)	CPI	= (AC / EV) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Die Kennzahl stellt ein Maß für die Einhaltung der geplanten Kosten dar und ermöglicht eine schnelle Kontrolle des Kostenstands.	-
	Leistungsindex (Schedule Performance Index)	SPI	= (EV / PV) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt ein Maß für die Erreichung der geplanten Leistung dar und ermöglicht eine schnelle Kontrolle des Leistungsstands.	-
	Voraussichtliche Gesamtkosten (Estimate at Completion)	EAC	= AC + ETC = BAC / CPI	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl ermittelt die erwarteten Gesamtkosten des Projekts und dient als Prognosegrundlage für die Budgetkontrolle.	EURO
	Voraussichtliche Mehrkosten (Variance at Completion)	VAC	= EAC - BAC	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Auskunft über mögliche Mehrkosten im Vergleich zum ursprünglich geplanten Budget und unterstützt bei der Überwachung finanzieller Abweichungen.	EURO
	Voraussichtliche Restkosten (Estimate ETC to Completion)	ETC	= EAC - AC = BAC - EV	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die erwarteten verbleibenden Kosten für die Fertigstellung des Projekts und ermöglicht eine Einschätzung der finanziellen Anforderungen bis zum Abschluss.	EURO
	Fertigstellungsgrad	-	= (AC / EAC) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt den Fortschritt der erbrachten Leistung im Verhältnis zu den erwarteten Gesamtkosten und dient zur Einschätzung des Projektfortschritts.	Prozent
	Kostenanteil	-	= (Kosten einer Kostenart / Gesamtkosten) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, Delta in %) Bauverknüpfung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den prozentualen Anteil der Kosten einer bestimmten Kostenart (z.B. Personal, Material, Geräte) an und dient zur Projektkostenanalyse.	Prozent



## Anhang 2 Kennzahlen

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach Dimensionen	Worum? Wozu?	Zielgröße
Stunden	PLAN-Stunden	PLAN-Std	= Geplante Lohnstunden	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt die kalkulierten Arbeitsstunden für die geplante Menge dar und dient als klare Richtlinie in der Aufwandüberwachung.	Stunden
	IST-Stunden	IST-Std	= Tatsächliche Lohnstunden	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt die tatsächlichen Lohnstunden für die erbrachte Leistung dar und bietet eine genaue Darstellung der aufgewendeten Stunden.	Stunden
	SOLL-Stunden (AK-Stunden)	SOLL-Std	= Kalkulierte Lohnstunden	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Lohnstunden der erbrachten Leistung gemäß dem Plan an und dient als Grundlage zur Bewertung des Fortschritts sowie zur Identifizierung von Stundenabweichungen.	Stunden
	Stundenabweichung (Pauschlaufträge)	Diff-Std	= SOLL-Stunden * (LV-Menge / VA-Menge) - IST-Stunden	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Aufschluss über eine Über- oder Unterschreitung der geplanten Arbeitsstunden in Bezug auf Pauschalaufträge und ermöglicht eine Einschätzung zur Effizienz des Projekts.	Stunden(Prozent)
	Stundenabweichung (Abrechnungsaufträge)	Diff-Std	= SOLL-Stunden - IST-Stunden	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Aufschluss über eine Über- oder Unterschreitung der geplanten Arbeitsstunden in Bezug auf Abrechnungsaufträge und ermöglicht eine Einschätzung zur Effizienz des Projekts.	Stunden (Prozent)
	Voraussichtliche Gesamtstunden	-	= IST-Stunden + Voraussichtliche Reststunden (oder Schätzwert)	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die voraussichtlichen Gesamtstunden bis zur Fertigstellung und dient als Prognosegrundlage für den weiteren Ressourcenbedarf.	Stunden
	Voraussichtliche Reststunden	-	= Voraussichtliche Gesamtstunden - IST-Stunden (oder Schätzwert)	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die voraussichtlich verbleibenden Lohnstunden bis zur Fertigstellung und dient zur Einschätzung der benötigten Arbeitsressourcen.	Stunden
	Stundenindex	-	= Voraussichtliche Gesamtstunden / AK-Stunden	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt ein Maß für die Einhaltung der Gesamtstunden bis zum Projektende dar und dient als schnelle Abweichungskontrolle der anfallenden Lohnstunden.	-
	Fertigstellungsgrad	-	= (IST-Stunden / Voraussichtliche Gesamtstunden) * 100	Datum Zeitreferenz: DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverköglgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt den Fortschritt der erbrachten Leistung im Verhältnis zu den voraussichtlichen Gesamtstunden und dient zur Einschätzung des Projektfortschritts.	Prozent



Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach (Dimensionen)	Worum? Wozu?	Zielgröße
Termin	PLAN-Dauer (Scheduled completion time)	SCT	= geplanter Endtermin - geplanter Starttermin	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die geplante Dauer für die Fertigstellung von Leistungen oder des Projekts an und bildet eine zeitliche Grundlage für die Projektplanung.	Zeit
	IST-Dauer (Actual completion time)	ACT	= tatsächlicher Endtermin - tatsächlicher Starttermin	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die tatsächliche Dauer für die Fertigstellung von Leistungen oder des Projekts an und dient zur Bewertung der zeitlichen Leistungsfähigkeit.	Zeit
	SOLL-Dauer (Earned Schedule)	ES	= Dauer + [Earned Value (EV)+1] - Planned Value (PV)] / PV+1 - PVt	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die kalkulierte Dauer für die Fertigstellung von Leistungen oder des Projekts an und unterstützt bei der Identifizierung von Terminproblemen. Die Dauer errechnet sich dabei über den kumulierten Earned Value (EV) und Planned Value (PV) des Betrachtungszeitraums.	Zeit
	Terminabweichung (Schedule Variance)	SV	= PLAN-Dauer - IST-Dauer	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die zeitliche Abweichung zwischen der geplanten und tatsächlichen Fertigstellung und ermöglicht eine Bewertung der zeitlichen Leistungsfähigkeit.	Zeit
	Voraussichtliche Restdauer (Time to Completion)	TTC	= TAC - IST-Dauer (vergangene Zeit bis zum Stichtag)	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die geschätzte verbleibende Zeit bis zur Fertigstellung und berücksichtigt dabei die vergangene Zeit bis zum aktuellen Stichtag.	Zeit
	Voraussichtliche Gesamtdauer (Time at Completion)	TAC	= PLAN-Dauer / SPI	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die geschätzte Gesamtdauer bis zur Fertigstellung des Projekts unter Berücksichtigung des aktuellen Leistungsfortschritts.	Zeit
	Voraussichtlicher Endtermin	-	= Zeitpunkt zum Stichtag + TTC	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt den voraussichtlichen Endtermin basierend auf dem Zeitpunkt zum Stichtag und der voraussichtlichen Restdauer.	Datum
	Zeit-Leistungsindex (Schedule performance Index)	SPi	= (ES / ACT) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Auskunft darüber, um wie viel Prozent die tatsächliche Dauer unterschritten werden müsste, um den geplanten Zeitrahmen zu erreichen. Diese Information dient zur Bewertung der zeitlichen Leistungsfähigkeit im Projektverlauf.	Prozent
	Modifizierter Zeit-Leistungsindex (Time-Schedule Performance Index)	TSPi	= (PLAN-Dauer - ES) / (PLAN-Dauer - IST-Dauer) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Auskunft darüber, um wie viel Prozent die verfügbare Zeit überschritten werden müsste, um die noch ausstehende Leistung zu erbringen. Diese Information hilft bei der Einschätzung, ob genug Zeit übrig ist, um die restliche Projektleistung zu erfüllen.	Prozent
	Terminenge	-	= (Anzahl zerkritischer Arbeitspakete) / (Gesamtanzahl Arbeitspakete) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den Anteil der zerkritischen Arbeitspakete in Bezug auf die Gesamtanzahl der Arbeitspakete an und ermöglicht eine schnelle Einschätzung des terminlichen Risikos.	Prozent
	Termintreue	-	= (Fertige Arbeitspakete ohne Verzug) / (Insgesamt fertige Arbeitspakete) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den prozentualen Anteil der fertig gestellten Arbeitspakete ohne Verzug in Bezug auf die Gesamtanzahl der fertig gestellten Arbeitspakete an und dient zur Bewertung der Termintreue.	Prozent

## Anhang 2 Kennzahlen

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach (Dimensionen)	Worum? Wozu?	Zielgröße
Menge	Leistungsverzeichnismenge	LV-Menge	= Ausgeschriebene Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt die im Leistungsverzeichnis ausgeschriebene Menge dar und bildet die Grundlage für das Mengencontrolling.	Mengeneinheit
	Tatsächliche Abrechnungsmenge	RE-Menge	= Erbrachte Abrechnungsmenge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt die tatsächlich erbrachte Leistungsmenge dar und bietet eine genaue Darstellung der geleisteten Abrechnungsmenge.	Mengeneinheit
	Voraussichtliche Abrechnungsmenge	VA-Menge	= Erwartete Abrechnungsmenge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt die bis zur Fertigstellung voraussichtliche Abrechnungsmenge dar und ermöglicht den Vergleich mit der LV-Menge zur Identifikation von Mengenabweichungen.	Mengeneinheit
	Abrechnungsmengenabweichung	Diff.-Menge	= VA-Menge - RE-Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Differenz zwischen der voraussichtlichen und der tatsächlich erbrachten Abrechnungsmenge und dient zur Identifikation von Mengenabweichungen.	Mengeneinheit (Prozent)
	Leistungsänderungsbetrag	-	= (VA-Menge - LV-Menge) * Einheitspreis	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den finanziellen Einfluss von Änderungen in den Abrechnungspositionen an und unterstützt bei der Analyse von Leistungsänderungen.	EURO
	Fertigstellungsgrad	-	= (RE-Menge / VA-Menge) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den Fortschritt der erbrachten Leistung im Verhältnis zur voraussichtlichen Abrechnungsmenge an und dient zur Einschätzung des Projektfortschritts.	Prozent
	Verbrauchsmenge	-	= VA-Menge * Mengensatz pro Leistungseinheit lt. AK	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Verbrauchsmenge gemäß dem Mengensatz der Kostenart an und ermöglicht den Vergleich mit der (VA-Menge zur Identifikation von Mengenabweichungen.	Mengeneinheit
	Mengenabweichung	Diff.-Menge	= Verbrauchsmenge - VA-Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauverkgliedderung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Differenz zwischen der voraussichtlichen Abrechnungsmenge und der Verbrauchsmenge und ermöglicht eine Identifikation von falschen Mengensätzen sowie Mehr- oder Minderverbräuchen.	Mengeneinheit (Prozent)

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach Dimensionen)	Wozu? Warum?	Zeiggröße
Aufwand	Soll-Aufwandswert	SOLL-AW	= Geplante Lohnstundensumme / Geplante Produktionsmenge	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl stellt den geplanten Arbeitsaufwand pro Mengeneinheit dar und bildet die Grundlage für das Aufwandscontrolling.	Stunden pro Mengeneinheit
	Ist-Aufwandswert	IST-AW	= Tatsächliche Lohnstundensumme / Geleistete Produktionsmenge	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt den tatsächlichen Arbeitsaufwand pro Mengeneinheit für die erbrachte Leistung und ermöglicht den Soll-Ist-Vergleich der Aufwandswerte.	Stunden pro Mengeneinheit
	Aufwandswertabweichung	DIFF-AW	= SOLL-AW - IST-AW	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Über- oder Unterschreitung des geplanten Arbeitsaufwands und dient zur Identifikation von Abweichungen.	Stunden pro Mengeneinheit
	Voraussichtlicher Aufwandswert	Vstl. AW	= Auswertung der SOLL-IST-Abweichung	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den voraussichtlichen Arbeitsaufwand pro Mengeneinheit an und dient als Prognosegrundlage für frühzeitige Gegensteuerungsmaßnahmen.	Stunden pro Mengeneinheit
	Durchschnittlicher Aufwandswert	AWvw	= Summe der Aufwandswerte aller Bauabschnitte / Anzahl der Bauabschnitte	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den durchschnittlichen Arbeitsaufwand pro Mengeneinheit an und ermöglicht eine ganzheitliche Bewertung des Aufwands über verschiedene Bauteile oder Bauabschnitte hinweg.	Stunden pro Mengeneinheit

## Anhang 2 Kennzahlen

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach (Dimensionen)	Warum? Wozu?	Zielgröße
Qualität	Qualitätsindex	-	= Aus einer Gruppe von KPIs zusammengesetzt	Datum Zeitreferenz	Diese Kennzahl setzt sich aus einer Reihe von unterschiedlich gewichteten KPIs zusammen und zielt darauf ab, Qualitätsstandards zu überwachen und die Erfüllung der Kundenerwartungen sicherzustellen.	Prozent
	Anzahl Mängel	-	= Anzahl der Mängel	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung	Diese Kennzahl gibt die Anzahl der entstandenen Mängel an und ermöglicht die Identifizierung von Qualitätsproblemen.	Anzahl
	Qualitätskosten	-	= Summe der entstandenen Kosten	Leistungsposition Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung	Diese Kennzahl erfasst alle Kosten, die im Rahmen der Qualitätssicherung und Mängelbeseitigung entstehen und dient zur Optimierung der Kosten im Verhältnis zur Projektleistung.	EURO
	Kundenzufriedenheitsindex	-	= Mittels einer Umfrage ermittelter Wert	Leistungsposition Datum Zeitreferenz Zielgruppe	Die Kennzahl gibt Aufschluss über die Zufriedenheit der Kunden und ermöglicht eine Bewertung der Qualität der erbrachten Leistungen aus Sicht der Auftraggeber.	Skala 1 bis 5
	Mitarbeiterzufriedenheitsindex	-	= Mittels einer Umfrage ermittelter Wert	Datum Zeitreferenz Abteilung	Diese Kennzahl gibt Aufschluss über die Zufriedenheit der Mitarbeiter und ermöglicht eine Bewertung des Betriebsklimas und der Arbeitsbedingungen.	Skala 1 bis 5
	Anzahl Arbeitsunfälle	-	= Anzahl der Arbeitsunfälle	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Unfallort Unfallort Unfallzeitpunkt Art der Verletzung Verletzter Körperteil	Diese Kennzahl gibt die Anzahl an Arbeitsunfällen an und dient zur Einschätzung der Sicherheitslage auf der Baustelle.	Anzahl
	Arbeitsunfallquote	-	= (Meldepflichtige Arbeitsunfälle / Geleistete Arbeitsstunden) * 1.000.000	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Unfallort Unfallort Unfallzeitpunkt Art der Verletzung Verletzter Körperteil	Diese Kennzahl zeigt die durchschnittliche Unfallzeit in Stunden pro Arbeitsunfall in Bezug auf 1.000.000 geleisteter Arbeitsstunden und ermöglicht eine effektive Beurteilung der Arbeitssicherheit im Projekt.	-
	Ausfalltage pro Mitarbeiter	-	= Ausfalltage / Anzahl Mitarbeiter	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Unfallort Unfallort Unfallzeitpunkt Art der Verletzung Verletzter Körperteil	Diese Kennzahl gibt das Verhältnis der gesamten unfallbedingten Ausfalltage zur Anzahl der Mitarbeiter an und ermöglicht eine durchschnittliche Betrachtung der Ausfalltage pro Mitarbeiter. (Arbeitsleistung nicht berücksichtigt)	Tage pro Mitarbeiter
	THG-Emissionen	-	... = Summe der verursachten Menge an Treibhausgasen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant Material	Diese Kennzahl gibt die verursachte Menge an Treibhausgasemissionen an und ermöglicht die Quantifizierung der Auswirkungen, die das Projekt auf die Umwelt hat.	kgCO <sub>2</sub> e
	Wasserverbrauch	-	= Gemessene Menge an verbrauchtem Wasser	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Material	Diese Kennzahl gibt die verbrauchte Wassermenge an und dient zur Steuerung einer nachhaltigen Wassernutzung.	Liter m³
	Energieverbrauch	-	= Gemessene Menge an verbrauchter Energie	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Material	Diese Kennzahl gibt die verbrauchte Energiemenge an und dient zur Steuerung einer nachhaltigen Energienutzung.	Kilowattstunden

Kilometer der Lieferkette	-	= Entfernung zwischen Produktionsort und endgültigem Lieferort	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant Material	Die Kennzahl gibt den Transportweg der Lieferungen an und ermöglicht die Messung der Umweltauswirkungen durch die zurückgelegte Entfernung.	Kilometer
Abfallreduzierungsrate	-	= (Verschwendeter Rohstoff Zeitraum a / Verschwendeter Rohstoff Zeitraum b) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Material	Diese Kennzahl gibt Aufschluss über die Effizienz der Abfallminimierung über unterschiedliche Zeiträume und ermöglicht eine Bewertung der Ressourcennutzung.	Prozent
Abfallrecyclingquote	-	= (Menge der recycelten Abfälle / Gesamtabfallaufkommen) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Material	Diese Kennzahl zeigt den Grad der Wiederverwertung von Abfällen und ermöglicht die Messung der Nachhaltigkeitsbemühungen.	Prozent

A.2.2 Kennzahlen für Betonarbeiten

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach Dimensionen)	Warum? Wozu?	Zeiggröße
Beschaffung	Anzahl Transporte	-	= Summe der Transporte	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Anzahl der Betontransporte an und ermöglicht die Identifizierung von Transportspitzen sowie die zeitliche Koordination des Baustoffflusses zur Baustelle.	Anzahl
	Transportdauer	-	= Differenz zwischen "Zeitpunkt Erstrtransport" und "Zeitpunkt Letzttransport"	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Dauer der Beschaffungslogistik auf der Baustelle in Stunden an und unterstützt bei der Überwachung und Steuerung der Betontransporte.	Stunden
	Transporttage	-	= Summe der Transporttage	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Anzahl der Tage an, an denen Betontransporte stattfinden und ermöglicht die Analyse der Transportlogistik.	Tage
	Transportintervall	-	= Zeitlicher Abstand zwischen aufeinanderfolgende Transporte	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl beschreibt das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Betontransporten und unterstützt die zeitliche Koordination des Baustoffflusses zur Baustelle.	Minuten
	Lieferverzug	-	= Differenz zwischen "zugesagtem Lieferdatum" und "tatsächlichem Lieferdatum"	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt den zeitlichen Verzug der Betonlieferungen an und ermöglicht die Identifizierung von Engpässen und Schwierigkeiten in der logistischen Planung.	Stunden Minuten
	Bestellmenge	-	= Summe der zu betonierenden Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Menge an Beton an, die benötigt wird, um ein Bauwerk, Bauteil oder Bauabschnitt herzustellen. Sie dient der Planung und Steuerung des Betonbedarfs auf der Baustelle.	m3
	Bestellmenge	-	= Summe der bestellten Betonmenge (inkl. Verdichtungsfaktor und Reserven)	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die bestellte Betonmenge an und dient zur Kontrolle der angelieferten Betonmengen auf der Baustelle.	m3
	Liefermenge	-	= Summe der gelieferten Betonmenge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Menge an Beton an, die auf die Baustelle geliefert wird und ermöglicht eine Übersicht über die Liefermengen.	m3
	Restmenge	-	= Summe der Restmenge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Menge an Beton an, die nicht entladen wurde und als Restmenge übrig bleibt. Sie dient zur Überwachung des vollständigen Materialflusses auf der Baustelle.	m3
	Transportleistung	-	= Gesamte gelieferte Betonmenge / Transportdauer	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Menge an Beton an, die innerhalb bestimmter Zeiteinheiten wie Stunden, Tagen oder Schichten auf die Baustelle transportiert wird. Sie ermöglicht die Bewertung der Transporteffizienz.	m3/Zeiteinheit

Lieferfortschritt	-	= (Gelieferte Betonmenge / Bestellte Betonmenge) × 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt den Fortschritt der gelieferten Betonmenge im Verhältnis zur bestellten Betonmenge an und dient zur Einschätzung des Lieferfortschritts.	Prozent
Stichtag	-	= Differenz zwischen "Ankunft Baustelle" und "Beginn Entladung" (bausets bedingt)	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Dauer der Wartezeiten an, die der Betontransport vor der Entladung auf der Baustelle verursacht hat. Sie dient der Überprüfung zusätzlicher Lieferkosten.	Stunden Minuten
Kilometer der Lieferkette	-	= Entfernung zwischen "Produktionsort" und "Lieferziel"	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt den Transportweg der Betonlieferung an und ermöglicht die Messung der Umweltauswirkungen durch die zurückgelegte Entfernung.	Kilometer
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasemissionen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition Lieferant	Diese Kennzahl gibt die Menge der Treibhausgasemissionen (THG) an, die durch die Materialbeschaffung auf der Baustelle verursacht werden. Sie hilft bei der Überwachung und Steuerung der Umweltauswirkungen.	kgCO2e



## Anhang 2 Kennzahlen

Gruppe	Name	Kurzal	Formel	Auswertung nach (Dimensionen)	Worum? Wozu?	Zielgröße
Produktion	Betonmenge	-	= Summe der zu betonierenden Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Menge an Beton an, die benötigt wird, um ein Bauwerk, Bauteil oder Bauabschnitt herzustellen. Sie dient der Planung und Steuerung des Betonbedarfs auf der Baustelle.	m3
	Leistungsverzeichnismenge	LV-Menge	= Ausgeschriebene Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl teilt die im Leistungsverzeichnis ausgeschriebene Menge dar und bildet die Grundlage für das Mengencontrolling.	Mengeneinheit
	Tatsächliche Abrechnungsmenge	RE-Menge	= Ebrachte Abrechnungsmenge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl teilt die tatsächlich erbrachte Leistungsmenge dar und bildet eine genaue Darstellung der geleisteten Abrechnungsmenge.	Mengeneinheit
	Voraussichtliche Abrechnungsmenge	VA-Menge	= Erwartete Abrechnungsmenge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl teilt die bis zur Fertigstellung voraussichtliche Abrechnungsmenge dar und ermöglicht den Vergleich mit der LV-Menge zur Identifikation von Mengenabweichungen.	Mengeneinheit
	Abrechnungsmengenabweichung	Diff-Menge	= VA-Menge - RE-Menge	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Differenz zwischen der voraussichtlichen und der tatsächlich erbrachten Abrechnungsmenge und dient zur Identifikation von Mengenabweichungen.	Mengeneinheit (Prozent)
	Betonierdauer	-	= Differenz zwischen "Startzeitpunkt Entladung" und "Endzeitpunkt Entladung"	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Betonierdauer für Bauteile wie Stützen, Wände oder Decken an. Sie ermöglicht die Überwachung und Optimierung von Betonierprozessen.	Stunden Minuten Sekunden
	Betonierleistung	-	= Gesamte eingebrachte Betonmenge / Betonierdauer	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Menge des eingebrachten Betons pro Zeiteinheit an und ermöglicht die Beurteilung der Betonierleistung auf der Baustelle.	m3/h
	Stiegesgeschwindigkeit	-	= Höhe des Frischbetonspiegels / Betonierdauer	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt die Eintragsgeschwindigkeit von Beton in Bauteile an und ermöglicht die Überwachung von Grenzwertüberschreitungen während des Betonierprozesses.	m/h
	Anzahl Fertigungsabschnitte	-	= Summe der Fertigungsabschnitte	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Status (Offen, Abgeschlossen) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Anzahl der Fertigungsabschnitte für ein Bauwerk oder Bauteil an und dient der Fortschrittskontrolle zur Überwachung des Bauprozesses.	Anzahl
	Fertigstellungsgrad	-	= (RE-Menge / VA-Menge) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den Fortschritt der erbrachten Betonierleistung im Verhältnis zur voraussichtlichen Abrechnungsmenge an und dient zur Einschätzung des Betonierfortschritts.	Prozent
	Anzahl Arbeitskräfte	-	= Summe der Arbeitskräfte	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Anzahl der Arbeitskräfte auf der Baustelle an und ermöglicht die Planung und Steuerung der Arbeitsressourcen.	Anzahl
	Lohnstunden	-	= Summe der Lohnstunden	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Arbeitsstunden an, die eine Fachkraft auf einer Baustelle leistet und für die sie bezahlt wird. Sie dient der Überwachung der Arbeitsleistung sowie zur Kontrolle der Lohnkosten.	Stunden



Lohnkosten	-	= Lohnstunden * Stundensatz	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Lohnkosten an, die für die geleisteten Lohnstunden einer Fachkraft angefallen sind. Sie dient der Überwachung der Lohnkostenentwicklung.	EURO
Aufwandwert	-	= Lohnstundensumme / Betonmenge	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt das Verhältnis zwischen den eingesetzten Arbeitsressourcen und der realisierten Betonmenge. Sie unterstützt die Bewertung der Effizienz und Produktivität der Betonarbeiten.	Std/m3
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasemissionen	Datum Zeitreferenz Daten Typ (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Menge der Treibhausgasemissionen (THG) an, die im Rahmen der Betonarbeiten auf der Baustelle verursacht werden. Sie hilft bei der Überwachung und Steuerung der Umweltauswirkungen.	kgCO2e

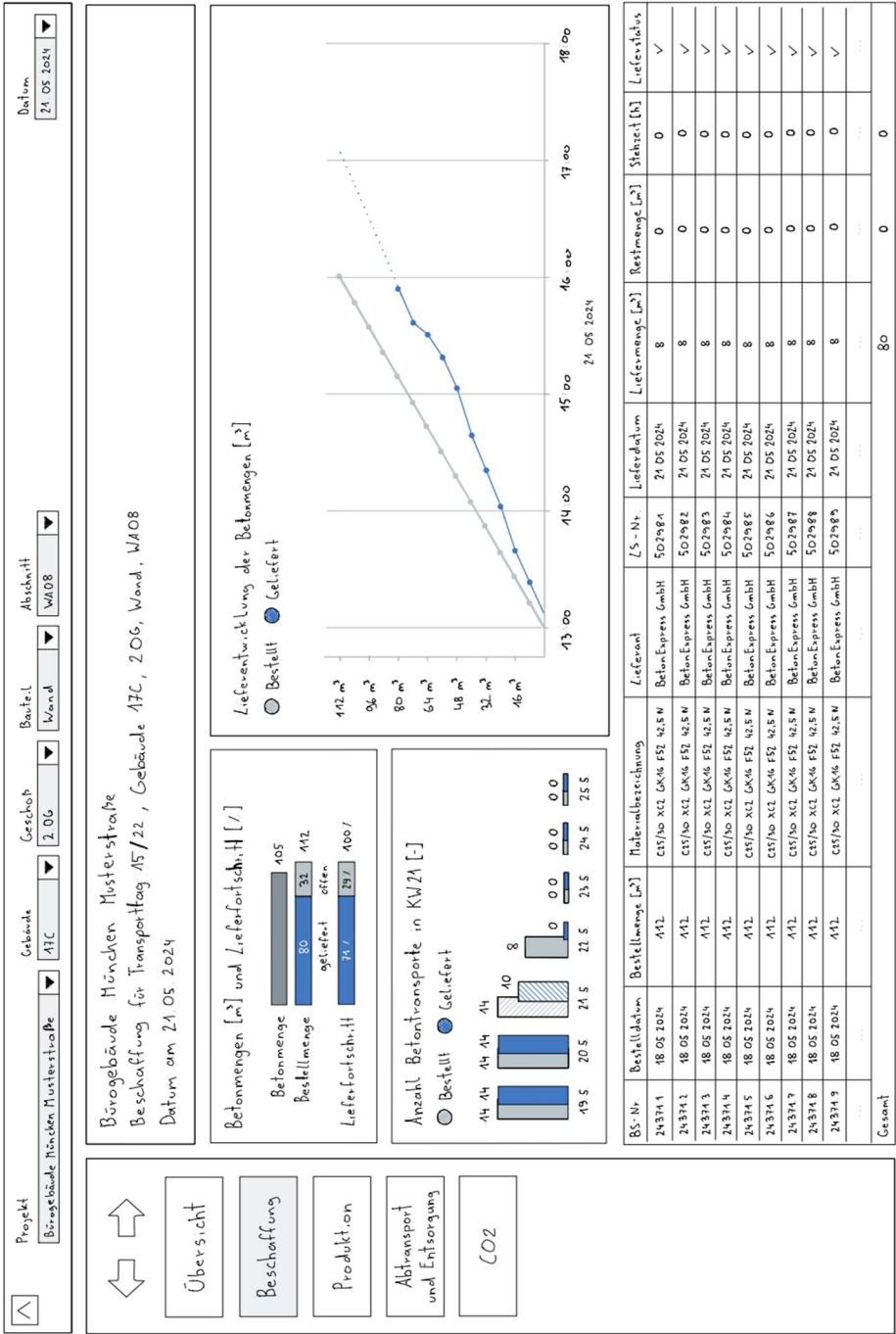
## Anhang 2 Kennzahlen

Gruppe	Name	Kürzel	Formel	Auswertung nach [Dimensionen]	Warum? Wozu?	Zielgröße
	Gesamtmenge des Abfallaufkommens	-	= Gesamtsumme der Abfallmengen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl summiert alle Arten von Abfällen, die auf der Baustelle anfallen. Sie gibt einen Überblick über das gesamte Abfallaufkommen.	Tonnen Kilogramm
	Abfallverwertungsmenge	-	= Summe der Abfallverwertungsmengen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Verwertungsverfahren Gewichtsklasse Gefährlichkeit Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Menge der verwerteten Abfälle (z.B. nach Gewichtsklasse) an. Sie hilft bei der Bewertung der Effizienz der Abfallverwertung.	Tonnen Kilogramm
	Abfallbehandlungsmenge	-	= Summe der Abfallbehandlungsmengen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Behandlungsart Gefährlichkeit Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Menge der behandelten Abfälle (z.B. nach Behandlungsart, Gefährlichkeit) an. Sie gibt einen Überblick darüber, wie die Abfälle behandelt werden und nach welcher Gefährlichkeit diese aufgeschlüsselt sind.	Tonnen Kilogramm
	Gesamte Abfallbehandlungsmenge	-	= Gesamtsumme der Abfallbehandlungsmengen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Behandlungsart Gefährlichkeit Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die gesamte Menge der behandelten Abfälle (z.B. nach Behandlungsart, Gefährlichkeit) an. Sie gibt einen Überblick darüber, wie die Abfälle behandelt werden und nach welcher Gefährlichkeit diese aufgeschlüsselt sind.	Tonnen Kilogramm
	Gesamtmenge nicht recycelter Abfälle	-	= Gesamtsumme der nicht recycelten Abfälle	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Gesamtmenge der Abfälle an, die nicht recycelt werden. Sie hilft bei der Bewertung der Effizienz der Abfallvermeidung und Recyclingprozesse.	Tonnen Kilogramm
	Anteil nicht recycelter Abfälle	-	= (Nicht recycelte Abfälle / Gesamtabfälle) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt den Prozentsatz der Abfälle an, die nicht recycelt werden. Sie ist wichtig zur Bewertung der Recyclingquote.	Prozent
	Gesamtmenge gefährlicher Abfälle	-	= Gesamtsumme der gefährlichen Abfälle	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Gesamtmenge der gefährlichen Abfälle an. Sie ist wichtig, um die Entsorgung zu ergreifen.	Tonnen Kilogramm
	Abtransport und Entsorgung	-	= Gesamtsumme der radioaktiven Abfälle	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Gesamtmenge der radioaktiven Abfälle an. Sie ist entscheidend für die sichere Handhabung und Entsorgung von radioaktiven Materialien.	Tonnen Kilogramm
		-				
		-				

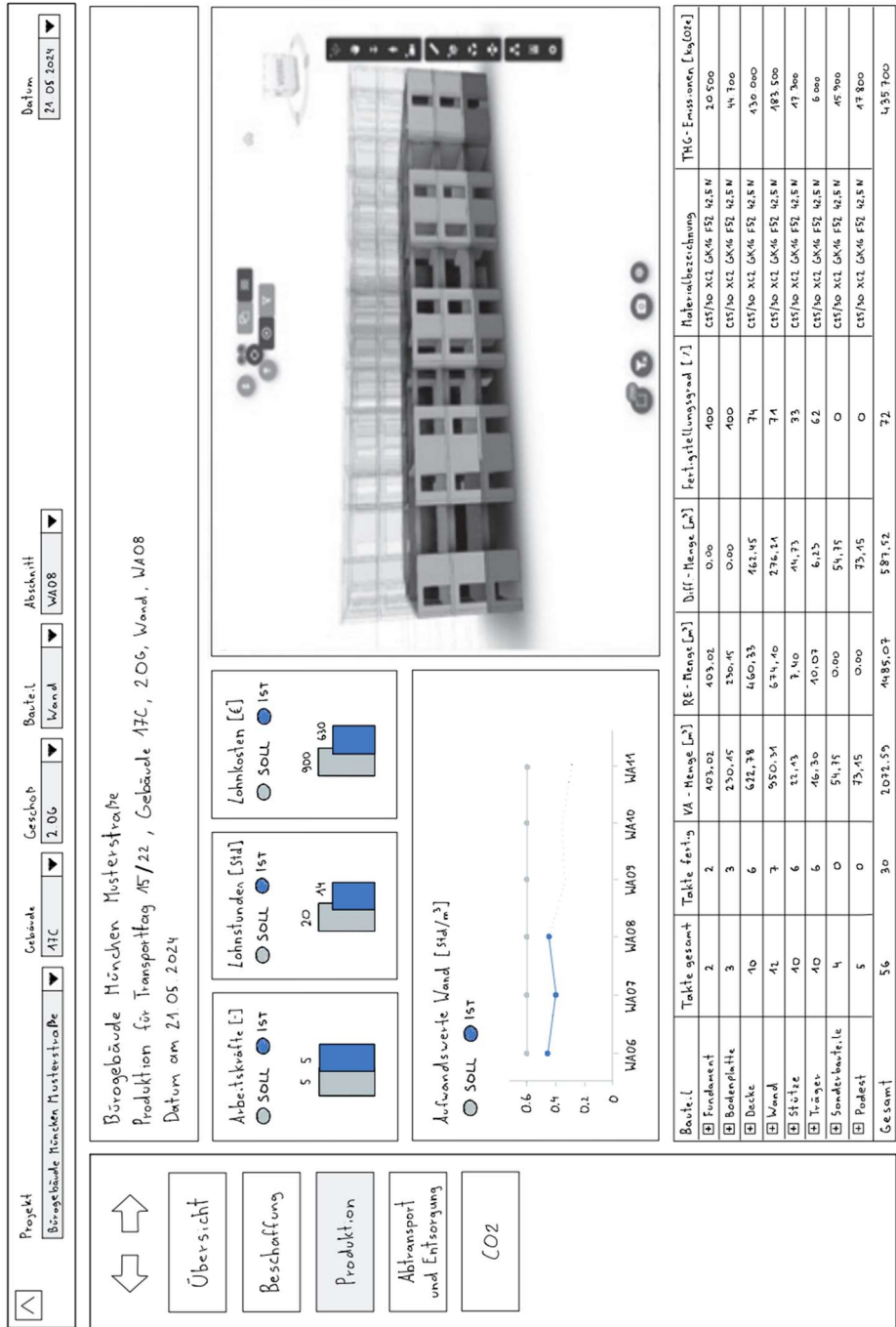
Abfallreduzierungsrate	-	= (Verschwendeter Rohstoff Zeitraum a / Verschwendeter Rohstoff Zeitraum b) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt Aufschluss über die Effizienz der Abfallminimierung über unterschiedliche Zeiträume und ermöglicht eine Bewertung der Ressourcennutzung.	Prozent
Abfallrecyclingquote	-	= (Menge des recycelten Abfalls / Gesamtabfallaufkommen) * 100	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl zeigt den Grad der Wiederverwertung von Abfällen und ermöglicht die Messung der Nachhaltigkeitsbemühungen.	Prozent
Anzahl Transporte	-	= Summe der Transporte	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Lieferant Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Anzahl der Abtransporte an und ermöglicht die zeitliche Koordination des Baustoffflusses.	Anzahl
Durchlaufzeit	-	= Zeitraum zwischen "Beginn Sammlung" und "Beginn Entsorgung"	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Lieferant Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Durchlaufzeit von der Sammlung bis zur Entsorgung in Tagen an. Sie deutet auf die Effizienz der Entsorgung hin.	Tage
Entsorgungskosten	-	= Summe der Kosten für die Abfallentsorgung	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Kosten der Abfallentsorgung an und hilft bei der Budgetierung und Kostenkontrolle.	EURO
THG-Emissionen	-	= Summe der verursachten Menge an Treibhausgasemissionen	Datum Zeitreferenz DatenTyp (SOLL, IST, DELTA, DELTA in %) Abfallart Material Bauwerksgliederung Leistungsposition	Diese Kennzahl gibt die Menge der Treibhausgasemissionen (THG) an, die durch den Abtransport und die Entsorgung verursacht werden. Sie hilft bei der Überwachung und Steuerung der Umweltauswirkungen.	kgCO2e

A.3 Anhang 3 Dashboard-Konzepte

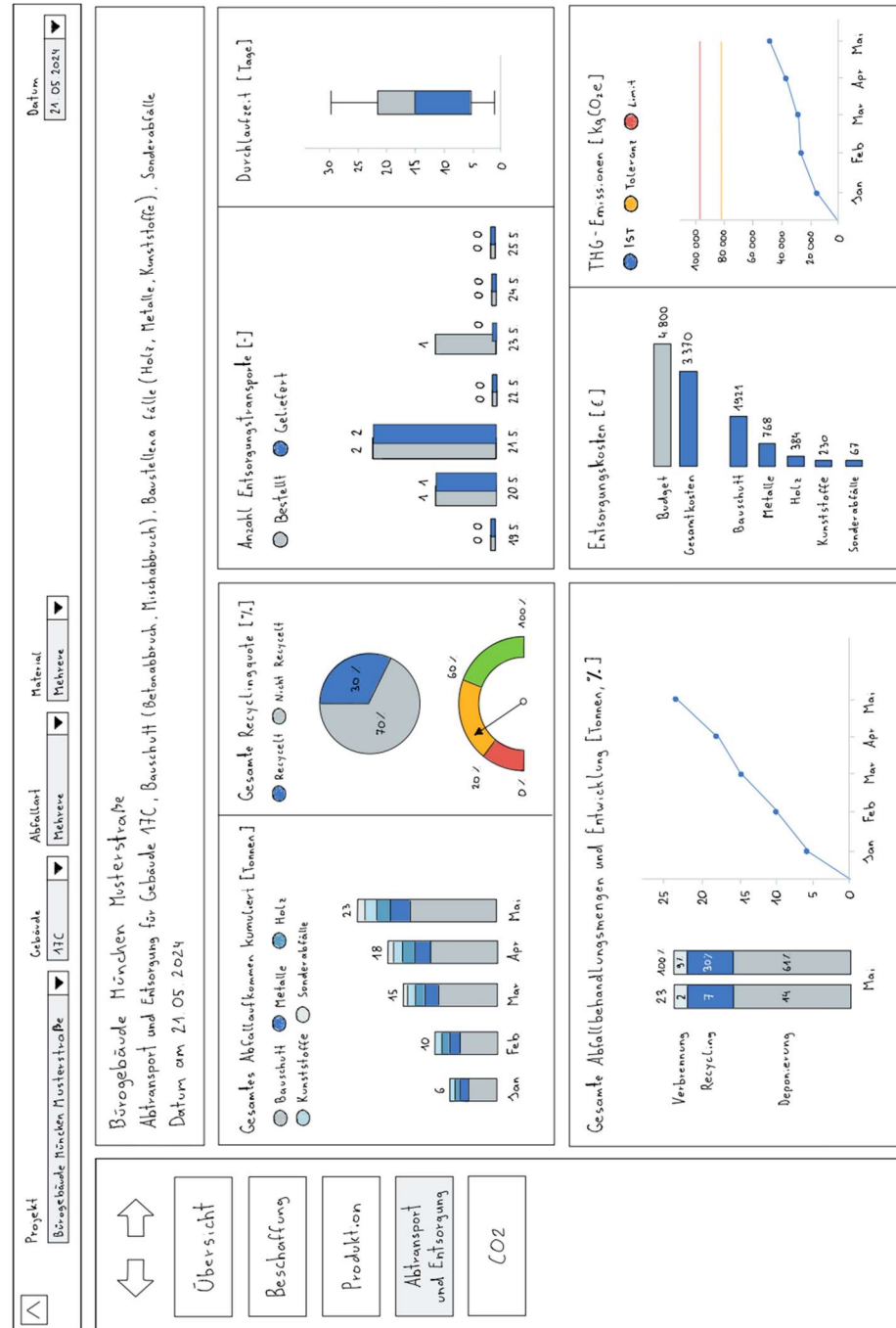
A.3.1 Dashboard-Konzept für Beschaffung



A.3.2 Dashboard-Konzept für Produktion

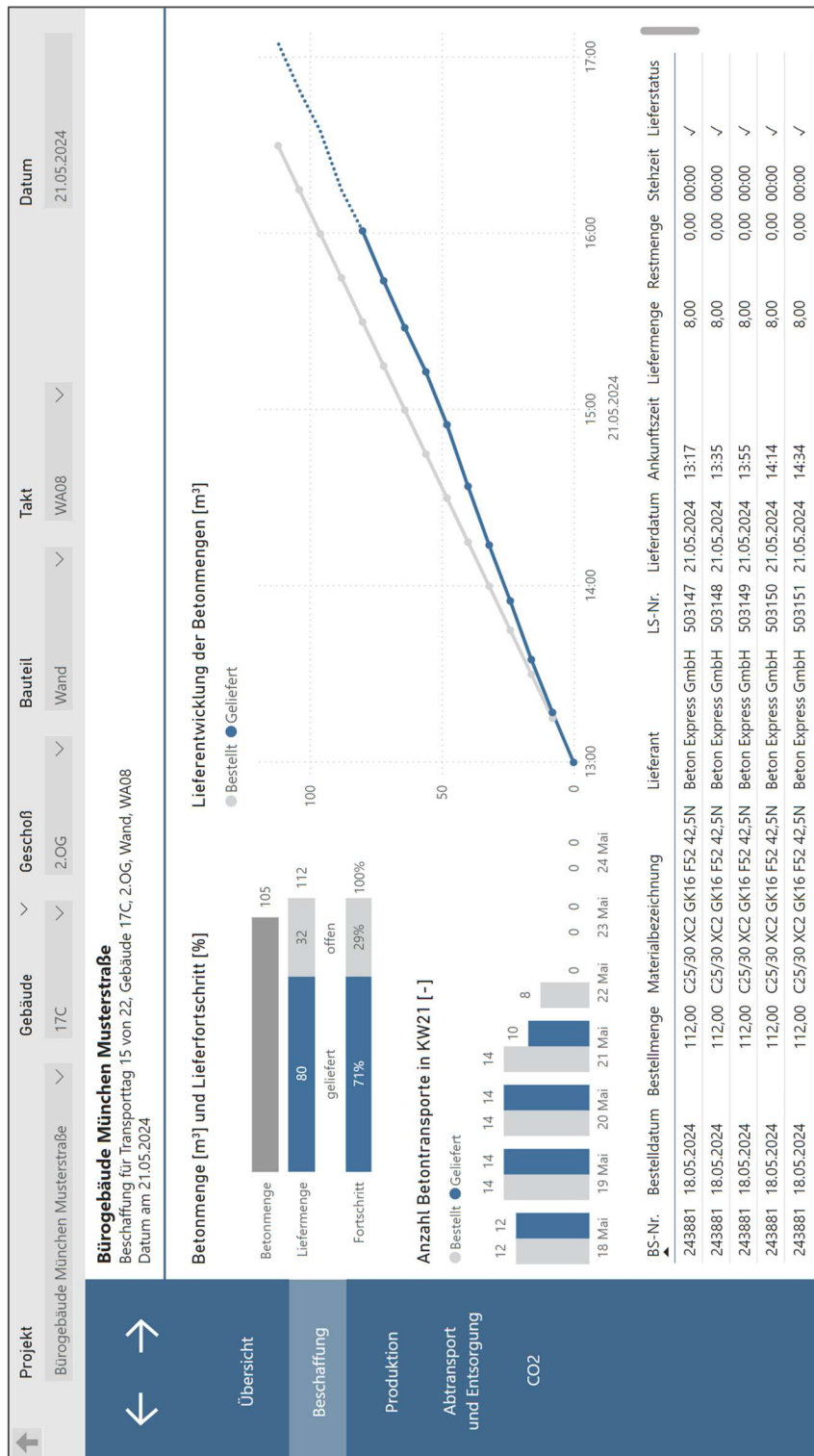


### A.3.3 Dashboard-Konzept für Abtransport und Entsorgung



## A.4 Anhang 4 Dashboard-Mockups

#### A.4.1 Dashboard-Mockup für Beschaffung



## 142





### A.4.3 Dashboard-Mockup für Abtransport und Entsorgung

