

Master's Thesis

The comparison of conventional and digital design process

Especially BIM 4D, BIM 5D automations and TAI - tender, award and invoicing

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

DIPLOMARBEIT

Der Vergleich von konventionellem und digitalem Planungsprozess Spezialisiert auf BIM 4D, BIM 5D Automatisierungen sowie AVA - Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien,
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Stefan GASSLER, BSc

Matr.Nr.: 1025217

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Arch. Dipl.-Ing. **Christoph M. Achammer**
Ing. Markus Schlaffer

E234

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/234-2, A-1040 Wien

Wien, am 07.06.2019

Eidesstaatliche Erklärung

„Hiermit versichere ich, dass ich diese Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie der Literatur wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche gekennzeichnet habe.“

Wien, am 07.06.2019

Danksagung¹

Diese Danksagung ist all jenen gewidmet, die im Laufe meines Studiums entscheidende Rollen gespielt haben.

Meinen besonderen Dank spreche ich Univ.-Prof. Arch. Dipl.-Ing. Christoph M. Achammer aus, der meinen Themenvorschlag sehr unterstützt hat und mir somit die Chance ermöglicht hat, diese Diplomarbeit zu veröffentlichen. Bereits der erste Besuch einer seiner Vorträge, legte den Fokus meines Interesses auf die Lehrveranstaltungen des Forschungsbereiches Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung.

Darüber hinaus bedanke ich mich speziell bei Ing. Markus Schläffer von ATP architekten ingenieure, der mich stets konstruktiv betreut und mir zu wertvollen Gedankenanstöße verholfen hat.

Weiters möchte ich die Chance ergreifen meinen Eltern und meiner Schwester - Annelies, Gerhard und Katrin - herzlich zu danken, die mich während des gesamten Studiums bedingungslos unterstützt haben.

Einen weiteren wichtigen Beitrag haben meine Tante und Onkel - Brigitte und Peter - geleistet. Speziell ihre Hilfsbereitschaft sowie reflektierende Gespräche ermöglichen mir stets entscheidende Weiterentwicklungen in meinem Werdegang.

Ebenfalls spreche ich meinen engsten Freunden - Alexander, Bardija, Paul, Raphael und Sebastian - einen speziellen Dank aus. Die gesamte Studienzeit war von hoher Loyalität und gegenseitiger kollaborativer Unterstützungen geprägt, ich freue mich auf viele weitere gemeinsame Jahre.

Überdies bedanke ich mich bei all jenen Studienkollegen und Studienkolleginnen, die zu großartigen gemeinsamen Momenten beigetragen und somit das Studium Bauingenieurwesen auf der Technischen Universität Wien noch bedeutsamer gestaltet haben.

¹ Der Autor legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG	II
DANKSAGUNG.....	III
INHALTSVERZEICHNIS.....	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
KURZFASSUNG	IX
ABSTRACT	X
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Herausforderung	2
1.3 Zielsetzung.....	2
2 PLANUNGSPROZESS	6
2.1 Planungsphasen	7
2.1.1 Vorbereitungsphase - Kostenrahmen - Terminrahmen.....	9
2.1.2 Vorentwurfsphase - Kostenschätzung - Grobterminplan	11
2.1.3 Entwurfsphase - Kostenberechnung - genereller Ablaufplan	12
2.2 Ausführungsphase - AVA.....	14
2.2.1 Ausschreibung.....	16
2.2.2 Vergabe.....	19
2.2.3 Vertrag.....	22
2.2.4 Abrechnung.....	23
3 BUILDING INFORMATION MODELING - BIM	25
3.1 Vom konventionellen zum digitalen Planungsprozess	26
3.1.1 BIM Level 0 - Konventionell	27
3.1.2 BIM Level 1 - Paradigmenwechsel.....	28
3.1.3 BIM Level 2 - Digital	29
3.2 Digitaler Planungsprozess - BIM Level 3.....	31
3.2.1 Projektphasen - Gliederungen	32
3.2.2 Standardisierter Merkmalsserver	34
3.2.3 BIM-Workflow und BIM-Server.....	35
3.3 Digitale Ausführungsphase	37
3.3.1 Elementkatalog.....	37
3.3.2 Programme zur Auswertung	38
3.3.3 Automatische Mengenermittlung	39
3.4 Sicht des Bauherrn.....	41
4 AUTOMATISIERUNG DES DIGITALEN PLANUNGSPROZESSES MITTELS ITWO.....	43
4.1 Übersicht, Projekt anlegen, Import	43
4.1.1 Navigationsbereich.....	43
4.1.2 Gliederungen.....	44
4.1.3 Import des Modells mittels BIM Qualifier.....	44
4.2 Datenbanken und Teilleistungskataloge TLK	45
4.2.1 Standardisierte Leistungsbeschreibung und Kostenelemente.....	45
4.2.2 EHP als Preisdatenbank und die Weitergabe von Gliederungsinformationen.....	46
4.2.3 Teilleistungskataloge TLK.....	46

4.3	BIM 5D - Kostenplanung	47
4.3.1	Merkmalkatalog	48
4.3.2	Kostenermittlung	49
4.3.3	Objekttypen	52
4.3.4	Objektbuch	55
4.3.5	Modellorientierte Kostenberechnung	56
4.3.6	Kontrollen und Adaptierung der Datenbank	56
4.4	Ausschreibungs-LV und Kostenanschlag	57
4.4.1	Ausstattung	58
4.4.2	Mengenabfrage (QTO) und Mengeneinheit (ME)	61
4.4.3	Bemusterung durch Objekt-Auswahlgruppen	62
4.4.4	Mengenberechnung	63
4.4.5	Modellorientiertes Ausschreibungs-LV.....	64
4.4.6	Kontrollen und Adaptierung der Datenbank	64
4.5	BIM 4D - Terminplanung	66
4.5.1	Verknüpfung modellorientierter LV Auswertungen mit dem Teilleistungen-Baum	66
4.5.2	Modellorientierte Zuordnung	67
4.5.3	Balkenplan.....	69
4.5.4	Simulation und Auswertung	70
5	PLANUNGSaufWAND	71
5.1	Planungsleistungen.....	71
5.1.1	Honorarordnungen: HOA, HIA, HOAI, LM.VM.....	72
5.1.2	Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen	73
5.1.3	Projekt- und Leistungsphasen.....	74
5.2	Aufwandsvergleiche	75
5.2.1	Konventioneller Aufwand	76
5.2.2	Aktuelle Aufwände.....	77
5.2.3	Zukünftige digitale Aufwände	78
5.2.4	Aufwandsvergleich - konventioneller, aktueller und digitaler Aufwände	80
5.3	Diskussion der Leistungsphasen.....	81
6	ZUKUNFTSAUSBLICKE	83
6.1	Entwicklung der Kollaboration	83
6.1.1	Technologie.....	84
6.1.2	Menschen.....	85
6.1.3	Prozesse	86
6.2	Möglicher Kulturwandel des Planungsprozesses.....	87
6.2.1	Vergabe	87
6.2.2	Vertrag.....	88
6.2.3	Abrechnung.....	89
6.3	BIM - Kollaboration.....	90
6.3.1	I - Information	90
6.3.2	Beschaffung von Materialien.....	92
7	ZUSAMMENFASSUNG	94
7.1	Vergleiche	94
7.1.1	Bauherr.....	95
7.1.2	Kosten- und Terminplanung.....	96
7.1.3	AVA - Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung.....	99
	VERZEICHNISSE	101
	Literaturverzeichnis.....	101
	Abbildungsverzeichnis	104

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AEK	Allgemeiner Elementkatalog
AG	Auftraggeber
AGBG	Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch
AN	Auftragnehmer
AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
BAIK	Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten
BAK	Baukosten
BGF	Bruttogrundfläche
BH	Bauherr
BIM	Building Information Modeling
BRI	Bruttorauminhalt
BVergG	Bundesvergabegesetz
BWK	Bauwerkskosten
bzw.	Beziehungsweise
ca.	circa
CAD	Computer Aided Design - computergestützte Planung
D	Dicke
dgl.	dergleichen
EHP	Einheitspreis
ERK	Errichtungskosten
EU	Europa
F	Fläche
FGK	Fertigstellungsgrad Kosten
FGT	Fertigstellungsgrad Termine
GEK	Gesamtkosten

GU	Generalunternehmer
HIA	Honorar Information Architektur
HKLS	Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär
HNF	Hauptnutzfläche
HOA	Honorarordnung Architekten
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IFC	Industry Foundation Classes
IPD	Integrated Project Delivery
Kap.	Kapitel
KG7	Kostengruppe 7
KGR	Kostengruppe
L	Länge
LB	Leistungsbuch
LCM	Lean Construction Management
lfm	Laufmeter
LG	Leistungsgruppe
LM.VM	Leistungsmodell Vergütungsmodell
LOD	Level of Detail
LoD	Level of Development
LPH	Leistungsphase
LV	Leistungsverzeichnis
MAX.	Maximum
m2	Quadratmeter
m3	Kubikmeter
ME	Mengeneinheit
PPC	Project Partnering Contract
PDF	Portable Document Format
PEK	Projektelementkatalog

PLL	Planungsleistungen
Pos.	Position
PPP	Public Private Partnership
QTO	Quantity Take Off - Aufmaß
RVB	Rechtliche Vertragsbestimmungen
TLK	Teilleistungskataloge
ULG	Unterleistungsgruppe
usw.	und so weiter
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
Vol.	Volumen
WKO	Wirtschaftskammer Österreich

Kurzfassung

Die fortschreitende Digitalisierung ist in der Baubranche klar erkennbar und lässt auf einen umfangreichen Kulturwandel des digitalen Planungsprozesses schließen.

Vereinfachungen und Optimierung von komplexen Prozessen sind nur ein Teil der Entwicklungen, die anhand dieser Revolution erwartet werden. Außerdem werden abgestimmte Kommunikationen von Projektbeteiligten und wirtschaftliche Bauprojekte diskutiert, sodass ein großes Potential an Optimierungsmöglichkeiten besteht.

Genauere Studien einzelner Projektphasen maximieren sämtliche Vorteile und minimieren gleichzeitig negative Einflüsse. Darüber hinaus sind Kosten- und Terminplanungen im Wandel der Zeit in den Fokus gerückt.

Bauherrn erwarten sich ein planungs- und ausführungsoptimiertes Bauprojekt zum bestmöglichen Preis und in kürzest möglicher Zeit.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden die Planungsphasen der Kosten- und Terminplanung sowie der AVA - Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung - wissenschaftlich erforscht. Da erst bei ausreichender Recherche, genauem Verständnis und der Umsetzung von Theorien in die Praxis, die Auswirkungen der Digitalisierung zur Gänze nachvollziehbar werden.

Besonders BIM 4D, BIM 5D Automatisierungen, die automatische Erstellung von Leistungsverzeichnissen mittels iTWO sowie Aufwandsvergleiche zwischen konventionellem und digitalem Planungsprozess stehen im Mittelpunkt dieser Arbeit.

Neben der Beschreibung der Grundlagen des Planungsprozesses werden die heutigen Maßnahmen der AVA erläutert. Zum vollständigen Verständnis digitaler Automatisierungsvorgänge werden entscheidende Entwicklungen der Planungsmethode BIM - Building Information Modeling - erklärt.

Überdies wird auf den digitalen Planungsprozess BIM Level 3 und die digitale Ausführungsphase eingegangen. Besonders automatische Mengenberechnungen und die Sicht des Bauherrn sind für zukünftige Fortschritte digitaler Methoden entscheidend.

Im Kapitel Zukunftsausblicke werden die Entwicklung des Planungsprozesses und das große Potential der Digitalisierung diskutiert. Aktuell sind sich viele Experten einig, dass ein Kulturwandel stattfindet.

Welche genauen Auswirkungen der Digitalisierung auf den Planungsprozess und die korrelierende Baustelle zu Folge haben könnten, sind Teil dieser Diplomarbeit.

Abstract

The increasing digitization is clearly recognizable in the construction industry and is pointing out to a cultural change in the digital planning process.

Simplifications and optimizations of complex processes are just a part of the expected developments from this revolution. Furthermore, economic construction projects and collaborative communications of the project participants are in the foreground and demonstrate a great potential for optimization.

In order to maximize all advantages and minimize negative influences, precise studies of individual project phases need to be carried out. Especially cost- and schedule planning are focused in the limelight due to changing times.

Clients usually expect a planning and implementation optimized construction project at the best price in the shortest possible time.

Within the framework of this master thesis, the planning processes of the cost- and schedule planning, as well as the TAI - tender, award and invoicing- are scientifically researched. Only the understanding and the realization of theories into practice deliver the transparency of digitization.

Especially BIM 4D, BIM 5D automation processes, the automatic generation of specifications by using iTWO as well as conventional and digital effort comparisons are the main focus of this thesis.

In addition to the described basics of the planning process, the present steps of the TAI are explained. For a full understanding of the digital automation processes the basic developments are explained by using the BIM Planning Method - Building Information Modelling. Especially the digital planning process BIM Level 3 and the digital implementation phase will be discussed. Particularly automatic quantity calculations and the client's point of view are significant for digital methods.

The development of the planning process and the great potential of digitization is discussed in consideration of future prospects. Many experts agree that a cultural change will take place.

What effects could affect the digital planning process as well as the correlating digital construction site are part of this master thesis.

1 Einleitung

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wird unsere Gesellschaft zunehmend von Digitalisierungen geprägt. Technologische Entwicklungen vereinfachen zunehmend das Leben und entwickeln sich ständig weiter. Außerdem verändert die fortschreitende Globalisierung zunehmend die Art, wie wir denken. Allerdings sind diese Entwicklungen nicht rein positiv zu betrachten, digitale Entwicklungen bringen durchaus auch gesellschaftliche Nachteile mit sich.

Wie wichtig Veränderung in der Menschheitsgeschichte war und ist, erkannte schon der britische Naturwissenschaftler und „Vater der Evolutionsbiologie“ Charles Darwin:²

„Es ist nicht die stärkste Spezies, die überlebt, auch nicht die intelligenteste, sondern eher diejenige, die am ehesten bereit ist sich zu verändern.“

Die Baubranche befindet sich mitten in diesen Veränderungen, technologische Entwicklungen führen zu Fortschritten in Projektabwicklungen. Aus diesem stellt sich aber auch die Frage, in welche Richtung sich diese Veränderungen entwickeln und welche Konsequenzen und Auswirkungen diese Fortschritte mit sich bringen.

Diese Diplomarbeit setzt sich mit diesen Fragen der Digitalisierung auseinander, vergleicht den konventionellen mit dem digitalen Wandel, zeigt klare Änderungen auf und erkennt die Chancen der Digitalisierung als Motivation für neue Entwicklungen und Ideen.

1.1 Motivation

Optimierungsmöglichkeiten bieten Motivation für immer weitere Fortschritte unserer Gesellschaft.

Für die erfolgreiche Abwicklung von Bauprojekten ist während der gesamte Wertschöpfungskette vor allem eine stetige Weitergabe von Informationen entscheidend.

Konventionelle Planungsprozesse basieren auf Informationsbrüchen der beteiligten Fachplaner. Bevor Expertisen eingearbeitet und das Kerngeschäft verfolgt werden können, steht die Aufarbeitung entscheidender Informationsstände im Vordergrund. Durch diese aufwändige Arbeitsweise werden wirtschaftliche und zeitliche Aspekte nebenbei eingearbeitet und meist nur sekundär betrachtet.

Bauherrn erwarten sich jedoch ein planungs- und ausführungsoptimiertes Bauprojekt zum bestmöglichen Preis in der kürzest möglichen Zeit.

Digitale Entwicklungen sind besonders für die stetige Beibehaltung des Informationsstands hilfreich sowie für die Automatisierung von aufwendigen Arbeitsschritten. Somit richtet sich

² (Scherer, 2016), Seite 27

der Fokus von Fachplanern letztendlich auf ihr Kerngeschäft und auf die erfolgreiche Abwicklung von Bauprojekten.

Besonders die AVA ist von den digitalen Entwicklungen betroffen, da die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen vom Informationsstand der gesamten Planungsleistungen abhängt und einen großen Einfluss auf die darauffolgende Bauausführung hat.

1.2 Herausforderung

Um das Potential der digitalen Entwicklungen zur Gänze ausschöpfen zu können, gilt es, die Herausforderung der Umsetzung dieser digitalen Methoden und den umfangreichen Entwicklungsprozess bis zur Umsetzung, zu meistern.

Als Ausgangssituation wird der konventionelle AVA-Prozess beschrieben, der auf händischen Berechnungen basiert und anhand zweidimensionaler Bemaßungen stattfindet. Projektbezogene Kosten und Termine werden ebenfalls manuell von den Projektbeteiligten erfasst.

Einerseits müssen sich Unternehmen auf einen Kulturwandel einlassen und bereit sein auch neue Technologien zuzulassen, damit es zu Veränderungen in den Arbeitsschritten kommen kann und zugleich neue Berufsbilder entstehen. Andererseits ist der Paradigmenwechsel eine große Herausforderung für die Optimierung von Systemen, da diese viel Zeit für Entwicklung beanspruchen.

Anhand dieser Arbeit wird der Paradigmenwechsel vom konventionellen zum digitalen Planungsprozess analysiert und beschrieben.

1.3 Zielsetzung

Die Zielsetzung dieser Diplomarbeit ist in drei Phasen eingeteilt, wobei die erste Phase der Grundlagenermittlung entspricht, siehe folgende Abb. 1.

Durch die Beschreibung der Planungsphasen und der Ausführungsphase wird auf die generelle Vorgehensweise des Planungsprozesses eingegangen, jedoch liegt das Hauptaugenmerk auf der Kosten- und Terminplanung sowie den Prozessschritten der AVA.

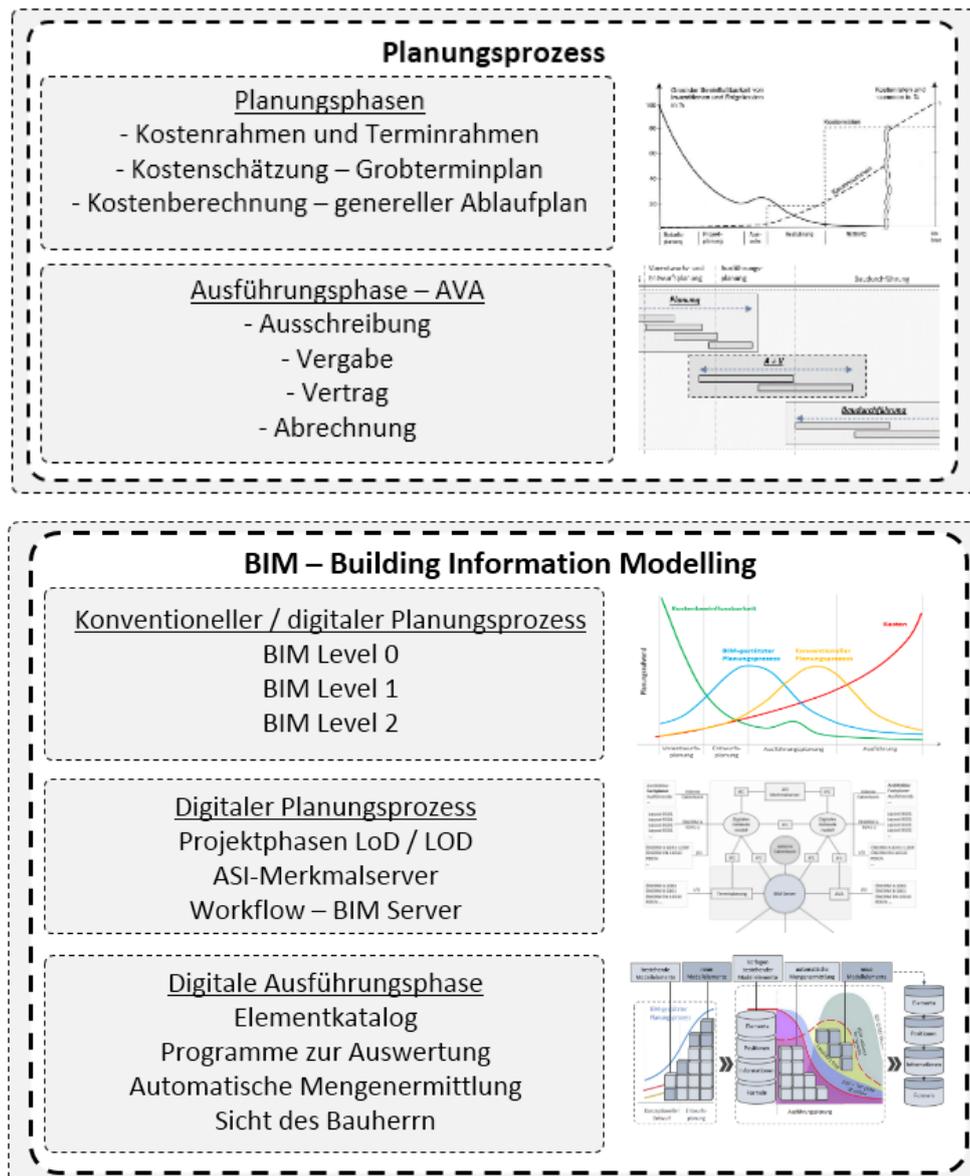


Abb. 1: Phase 1 - Grundlagen

Im weiteren Schritt wird der Übergang vom konventionellen zum digitalen Planungsprozess erläutert. Neben den aktuellen Normierungen werden digitale Fortschritte anhand der Projektphasen, dem standardisierten Merkmalserver sowie dem Workflow beschrieben. Die digitale Ausführungsphase bildet die Grundideen zu den darauffolgenden Automatisierungsprozessen aus.

Die Zielsetzung der ersten Phase ist die Erstellung eines klaren Erscheinungsbilds der grundlegenden Entwicklung sowie die Schaffung eines Vergleichs von konventionellem und digitalem Planungsprozess.

Im Mittelpunkt der Diplomarbeit steht die zweite Phase, siehe folgende Abb. 2. Die Ausarbeitungen der BIM 4D, BIM 5D Automatisierungen sowie die automatische Erstellung des Ausschreibungs-LV werden eigenständig und zur Gänze erforscht. Lediglich

die Handbücher sowie angeführte Literaturquellen tragen zur Analyse bei. Die einzelnen Prozessschritte werden bis zur endgültigen Auswertung verfolgt.

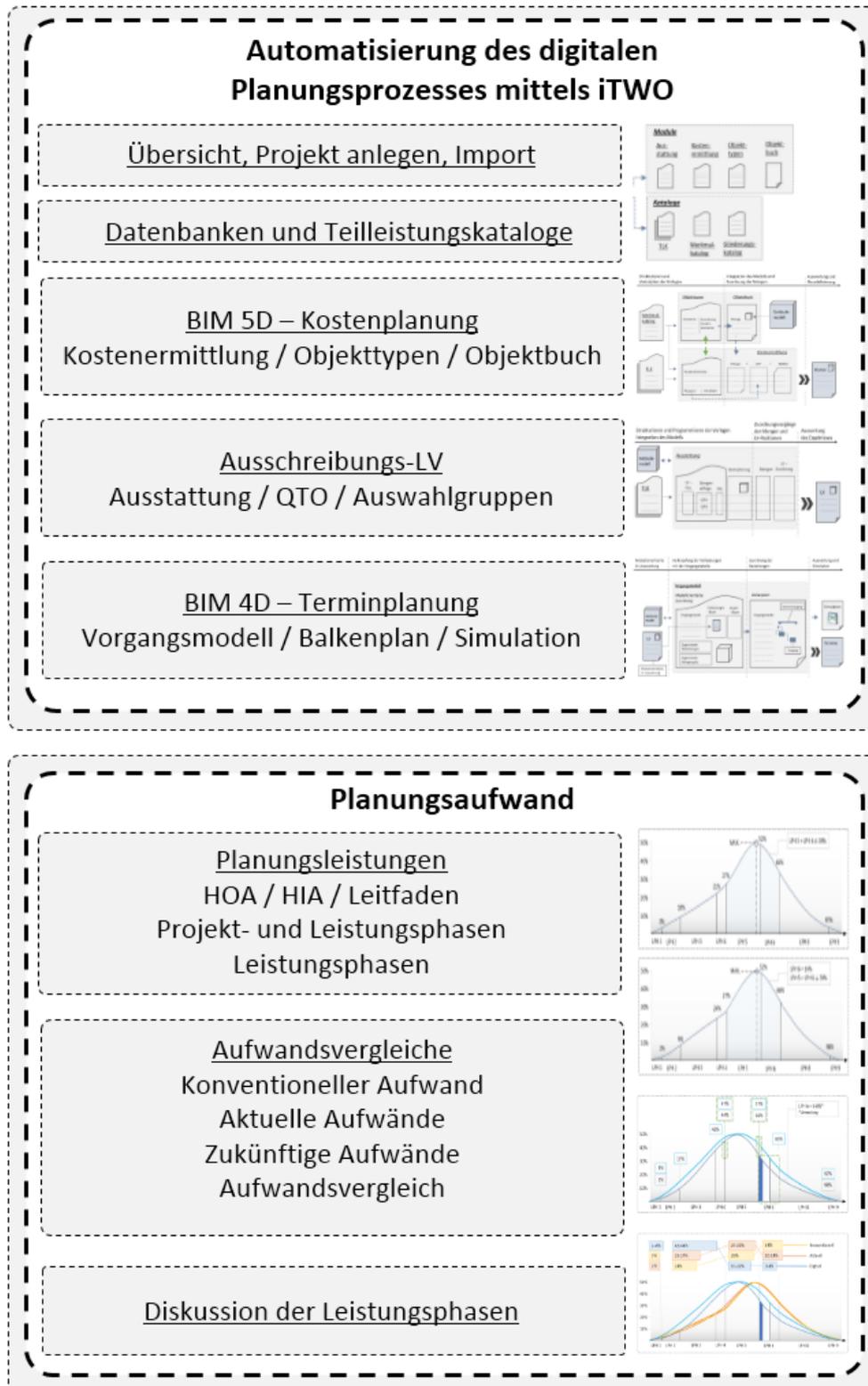


Abb. 2: Phase 2 - Automatisierung des Planungsprozesses und Planungsaufwand

Darüber hinaus finden Aufwandsvergleiche der konventionellen und digitalen Projektphasen statt. Durch die vorzeitige Definition von Planungsleistungen werden die Grundlagen beschrieben. Darauf folgt die Analyse von firmeninternen Daten, die grafisch

veranschaulicht werden. Die Gegenüberstellung theoretischer Honorarordnungen und praktischer Firmendaten soll einen gezielten Vergleich des Planungsprozesses darstellen und Rückschlüsse auf die aktuelle Effizienz moderner Methoden schaffen.

Abschließend werden in der dritten Phase die Zukunftsaussblicke verdeutlicht, die sich generell auf die mögliche zukünftige Entwicklung des Planungsprozesses und auf das große Potential der Digitalisierung richten, siehe Abb. 3.

Da BIM nur ein Teil des zu erwarteten Wandels sein könnte, wird vorerst auf die gesamten Änderungsmöglichkeiten der Entwicklungen von Kollaborationen eingegangen.

Es folgt eine Diskussion über einen möglichen Kulturwandel des Planungsprozesses, die explizit die AVA sowie moderne Vertragsgestaltungen veranschaulicht.

Zu guter Letzt werden BIM - Kollaborationen erwähnt, da stetige Informationsweitergaben für die gesamte Wertschöpfungskette entscheidend sind und somit auch auf der digitalen Baustelle einen Kulturwandel hervorheben könnten.

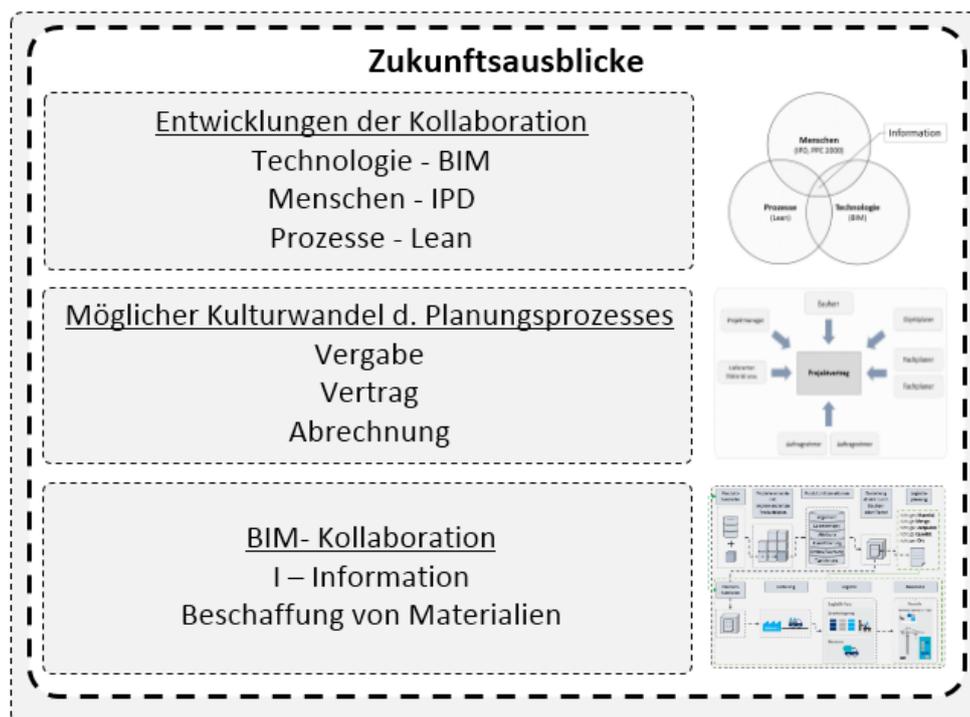


Abb. 3: Phase 3 - Zukunftsaussblicke

2 Planungsprozess

Maßgebend für alle Bauprojekte ist der Planungsprozess, da er einen großen Einfluss auf die Bauausführung und anschließend auf den Lebenszyklus hat. Genaue und gut durchdachte Planungen schaffen nicht nur effiziente Bauvorhaben, sondern verbessern auch die Kosten- und Terminplanung. All diese Komponenten sind entscheidende Kriterien eines jeden Bauherrn.

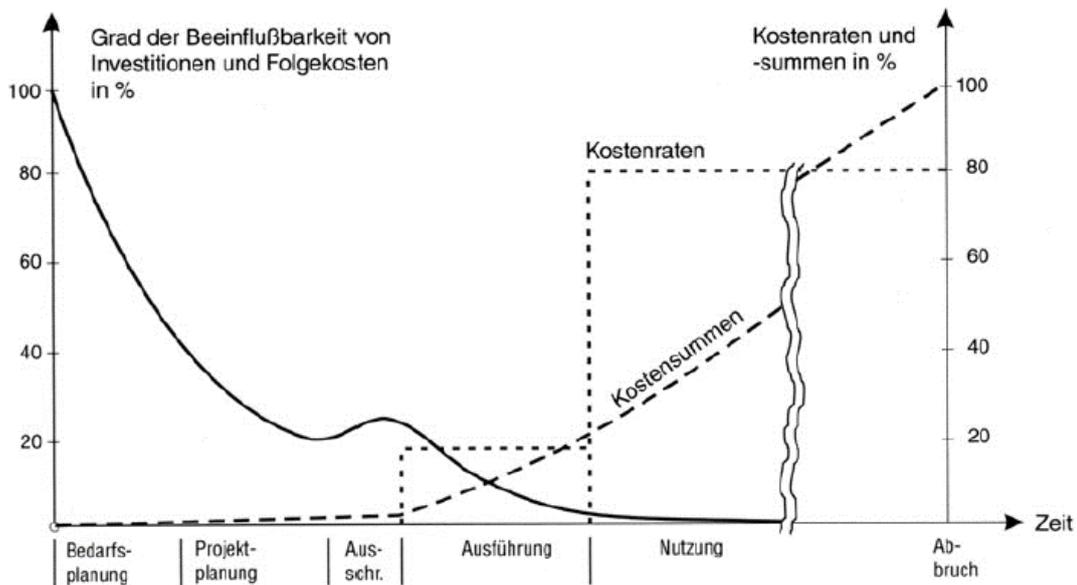


Abb. 4: Grad der Beeinflussbarkeit von Investitionen und Folgekosten³

Abb. 4 stellt den Kostenverlauf dem Grad der Beeinflussbarkeit gegenüber. Die Kosten werden zu dem zeitlich getätigten Aufwand kumuliert und sind während des Planungsprozesses relationsgemäß sehr gering (ca. 2% der gesamten Lebenszykluskosten).

Im Vergleich dazu stellt die Kostenbeeinflussbarkeit einen entscheidenden Faktor dar. Sie liegt zum Projektstart bei 100% und nimmt bis zum Ende der Projektplanung rasant ab.

In der Ausschreibungsphase besteht die Möglichkeit die Kosten noch einmal zu modifizieren, da Planungsleistungen konkretisiert und monetär bewertet werden. Durch den Vergleich mit alternativen Baumaßnahmen findet somit auch eine Gegenüberstellung der Kosten statt. Dieses Prozedere erfolgt vor der Vergabe.

Dieses Kapitel befasst sich mit den Grundlagen des Planungsprozesses, um ein Verständnis der Planungsphasen zu erhalten. Die folgende Beschreibung der Ausführungsphase erläutert die Prozessschritte von Ausschreibung, Vergabe, Vertrag und Abrechnung.

³ (Greiner, Mayer, & Stark, 2005), Seite 120

2.1 Planungsphasen

		Projektphase					
		Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase
Handlungsbereich							
Qualität	Qualität	Qualitätsziel	Qualitätsrahmen	Vorentwurfsbeschreibung	Entwurfsbeschreibung	Ausführungsbeschreibung	Qualitätsdokumentation
	Quantität	Quantitätsziel	Raumprogramm	Vorentwurfsplanung	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Planungsdokumentation
Kosten	Kosten	Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
	Finanzierung	Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan			
Termine	Termine	Terminziel	Terminrahmen	Grobterminplan	Genereller Ablaufplan	Ausführungsterminplan	Terminfeststellung
	Ressourcen	Ressourcenziel	Ressourcenrahmen	Ressourcenplan			
Gliederung							
Baugliederung	1. Ebene						
	2. Ebene						
	3. Ebene						
	Elementtyp						
Leistungsgliederung	Leistungsposition						

Abb. 5: Planungsphasen - Handlungsbereiche - Gliederungen ⁴

Die Planungsphasen können österreichweit nach der ÖNORM B 1801-1 gegliedert werden und sind im oberen Abschnitt der Abb. 5 dargestellt. In diesem Kapitel wird grundlegend auf die Schritte der Vorbereitungs-, Vorentwurfs-, Entwurfs und Ausführungsphase eingegangen.

In der linken Spalte der Grafik sind die Handlungsbereiche vorzufinden. Die generelle Aufteilung in Qualität, Kosten und Termine ist von großer Bedeutung, um klare Trennungen der vielfältigen Schritte zu schaffen. Da die Handlungsbereiche jedoch miteinander korrelieren, sind stetige Abstimmungen während der Planungsphasen unumgänglich.

Der untere Abschnitt zeigt die Gliederungen, die im Verhältnis zum Planungsfortschritt. Je genauer der Planungsstand, desto detaillierter ist die Auswertung, beginnend mit der ersten Ebene. Generell ist zwischen der planungsorientierten Baugliederung und der ausführungsorientierten Leistungsgliederung zu unterscheiden.⁵

⁴ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 6

⁵ a. a. O. Baugliederung - Seite 15 ff.; Leistungsgliederung - Seite 24 ff.

- Baugliederung (planungsorientiert)

Zu Planungsbeginn bezieht sich die Baugliederung auf das Bauwerk (1. Ebene: Bauwerk-Rohbau, Bauwerk-Technik, Bauwerk-Ausbau usw.), in den weiteren Phasen auf dessen Grobelemente (2. Ebene: Gründungen, horizontale Baukonstruktionen, vertikale Baukonstruktionen) sowie auf die Bauelemente (3. Ebene: Außenwandkonstruktionen, Innenwandkonstruktionen, Deckenkonstruktionen) und abschließend auf die Elementtypen.

- Leistungsgliederung (ausführungsorientiert)

Während die Leistungsgliederung 1. Ebene der Baugliederung 1. Ebene entspricht, wird die Leistungsgliederung 2. Ebene in Leistungsgruppen (Beton- und Stahlbetonarbeiten, Maurerarbeiten, Versetzarbeiten usw.) unterteilt. Die untergeordneten Leistungspositionen (3. Ebene: ULG Beton für Decken, ULG Schalung für Decken, ULG Bewehrung) dienen zur Leistungsausführung von Elementtypen.

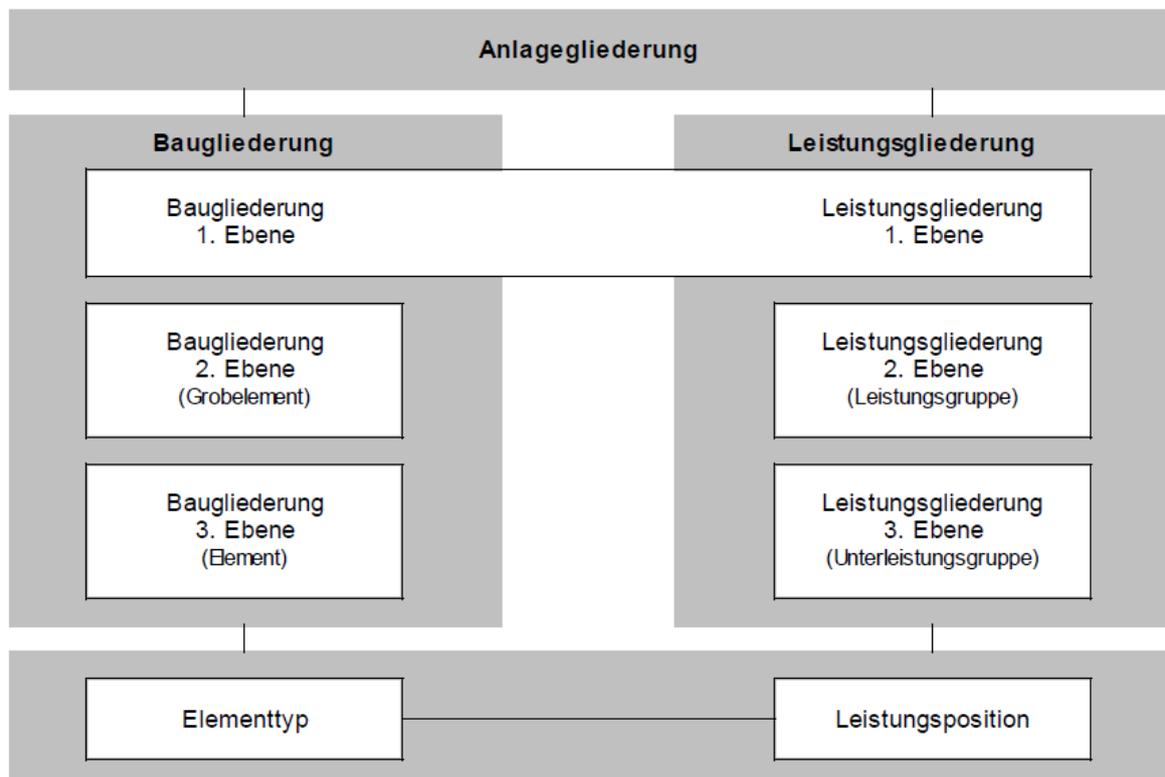


Abb. 6: Vergleich Baugliederung und Leistungsgliederung ⁶

Abb. 6 stellt die Symmetrien der Gliederungen grafisch dar. Im unteren Bereich ist die Verknüpfung zwischen Elementtypen und Leistungspositionen ersichtlich, die den Übergang der Bauwerksplanung zur Leistungserstellung sicherstellt.

Der Vorteil dieser Methode lässt sich anhand eines Beispiels beschreiben. Zur Erstellung einer Stahlbetonwand aus Ortbeton ist die Leistungsposition „Schalung“ notwendig, die

⁶ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 14

durch viele Ausführungsmöglichkeiten (Gleitschalung, Kletterschalung, konventionelle Schalung, Sichtbetonschalung usw.) erfolgen kann. Zu Projektbeginn werden die Zieldefinitionen und der Bedarf des Bauherrn festgelegt.

Die Leistungsansprüche der Ausführung erfolgen erst bei fortgeschrittenem Planungsstand, nachdem die Wandelemente (Baugliederung 3. Ebene) geplant und anschließend auch die Informationen der Elementtypen gegeben sind. Durch die Vorgehensweise entsteht eine planungsoptimierte Bauausführung.

Dieses Beispiel zeigt, dass sich die Planer bis zur Entwurfsphase auf das Bauwerk fokussieren. Erst in der Ausführungsphase werden den Elementtypen Leistungspositionen zugeordnet.

2.1.1 Vorbereitungsphase - Kostenrahmen - Terminrahmen

Die Vorbereitungsphase ist laut ÖNORM B 1801-1 die zweite Planungsphase und erfolgt nach der Projektentwicklung.

Die mit dem Bauherrn abgesprochenen Qualitäts- und Quantitätsziele sind entscheidend für das Bauprojekt und Grundvoraussetzung für die benötigten Raum- und Funktionsprogramme.⁷

Für die Kostenplanung werden abhängig vom Qualitätsrahmen Objektkennwerte festgelegt und mit dem Bruttorauminhalt (BRI) oder der Bruttogeschosßfläche (BGF) multipliziert, siehe folgende Abb. 7, sodass der Kostenrahmen erstellt werden kann.⁸

- Kostenrahmen

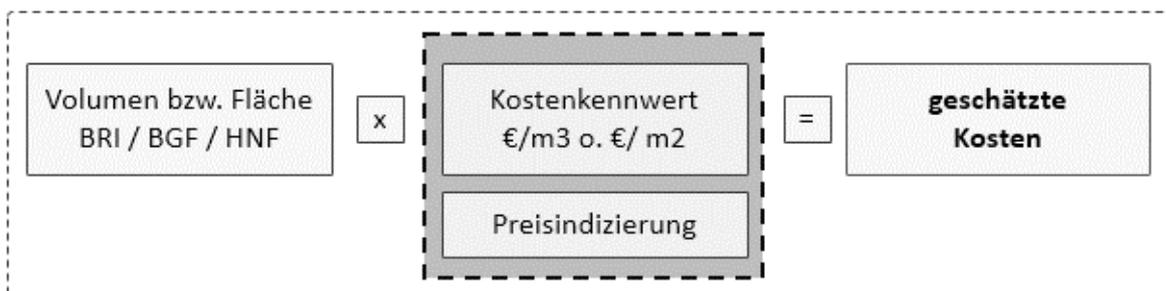


Abb. 7: Kostenermittlung⁹

Der Kostenrahmen ist eine erste Schätzung der anfallenden Kosten des Bauprojektes und dient als Kostenüberblick in der Vorbereitungsphase. Der Aufbau erfolgt nach der Baugliederung der 1. Ebene und ist in folgende Kostengruppen aufgeteilt, siehe Abb. 8, linke Seite.

⁷ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 183

⁸ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 27

⁹ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 145

Auf der oberen Seite sind standardisierte Kostenbegriffe festgelegt, die für eine erfolgreiche Projektabwicklung klar unterschieden werden müssen.

Baugliederung	Abk.	Bauwerkskosten BWK	Baukosten BAK	Errichtungskosten ERK	Gesamtkosten GEK
0 Grund	GRD				
1 Aufschließung	AUF				
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	100 %			
3 Bauwerk-Technik	BWT				
4 Bauwerk-Ausbau	BWA				
5 Einrichtung	EIR				
6 Außenanlagen	AAN				
7 Planungsleistungen	PLL				
8 Projektnebenleistungen	PNL				
9 Reserven	RES				

Abb. 8: Kostenrahmen nach ÖNORM B 1801-1¹⁰

Bauwerkskosten (BWK) stellen die Basis der Berechnung dar.

Mit der zusätzlichen Betrachtung der Einrichtung und Außenanlagen entstehen die Baukosten (BAK).

Für die Errichtungskosten (ERK) werden Planungsleistungen, Projektnebenleistungen und Reserven mitberücksichtigt. Die Planungsleistungen werden im Rahmen des Kapitels 5.1 genauer beschrieben.

Die Gesamtkosten (GEK) ergeben sich aus der zusätzlichen Berücksichtigung der Grundstückskosten. Sie sind die Grundlage für den Finanzierungsrahmen.

Zusätzlich zur Ermittlung der Kosten- und Finanzierungsrahmen, ist der Terminrahmen mit einzubeziehen.

- Terminrahmen

Der Terminrahmen stellt den realisierbaren Zeitraum des Bauprojektes dar und schafft einen Überblick über den geplanten Projektablauf. Generell beinhaltet der Zeitrahmen die Vorentwurfs-, Entwurfs- und Ausführungsphase sowie Bauausführung und Nutzung.

Zusätzlich werden maßgebliche Entscheidungszeitpunkte des Bauherrn eingetragen. Sie definieren beispielsweise die Entscheidung zum Planungsauftrag, des Baubeginns, die Fertigstellung des Rohbaus und so weiter.¹¹

Der Terminrahmen dient als informelle Übersicht und als Zeitablauf der weiteren Phasen.

¹⁰ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 11

¹¹ (Diederichs, 2006), Seite 61

2.1.2 Vorentwurfsphase - Kostenschätzung - Grobterminplan

Auf Grundlage des vom Bauherrn genehmigten Raum- und Funktionsprogramms sowie des Kosten- und Terminrahmens sind Entwurfskonzepte anzufertigen, die vom Planer erfasst und gestalterisch in die Gebäudegeometrie überführt werden. Zusätzlich ist die Einhaltung von normativen Vorschriften für die anschließende Baugenehmigung entscheidend.

Neben der Gebäudegeometrie (Baumassen) und dem Gestaltungsrahmen (grundsätzliche Fassadengestaltung) sind die funktionalen Zusammenhänge der Nutzungen (Räume, Verkehrswege) zu klären. Darüber hinaus müssen konstruktive Systeme (Rastermaße, Geschosshöhen) sowie energetische Systeme (beispielsweise bauphysikalische Rahmendaten und gebäudetechnische Ausstattung) mitberücksichtigt werden.¹² Überdies wird die Kostenschätzung durchgeführt.

- Kostenschätzung

Die Kostenschätzung wird laut ÖNORM 1801-1 anhand der 2. Ebene der Baugliederung erstellt. Da diese Ebene jedoch meistens nicht besonders aussagekräftig ist, beziehen sich die geschätzten Kosten auf Kostenkennwerte der Nutzungen und deren Flächen bzw. Rauminhalte.

Da die Raumhöhe bei klassischen Wohnbauten nicht besonders variiert, erfolgt die Zuordnung nach Flächenkennwerten. Im Gegensatz dazu werden für Industriehallen oder Einkaufszentren Kennwerte des Rauminhalts angewendet, um auf den entscheidenden Einfluss der Raumhöhe Rücksicht zu nehmen. Zusätzlich zur Raumhöhe spielen sämtliche Ausstattungen der technischen Gebäudeausrüstung (Haustechnik, Medientechnik usw.) eine wichtige Rolle.

Darüber hinaus sind korrekte Flächenberechnungen sicherzustellen. Raum- und Flächenwerte sind auf Bruttowerte zu beziehen, um die Gesamtheit des Bauwerks zu berücksichtigen und standardisierte Berechnungen auszuführen.

Alternativ ist die Kostenschätzung auf Basis von Grobelementen (planungsorientierte Baugliederung der 2. Ebene) zu berechnen, die eine detaillierte Vorentwurfsplanung erfordert, siehe folgende Abb. 9.

¹² (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 189 ff.

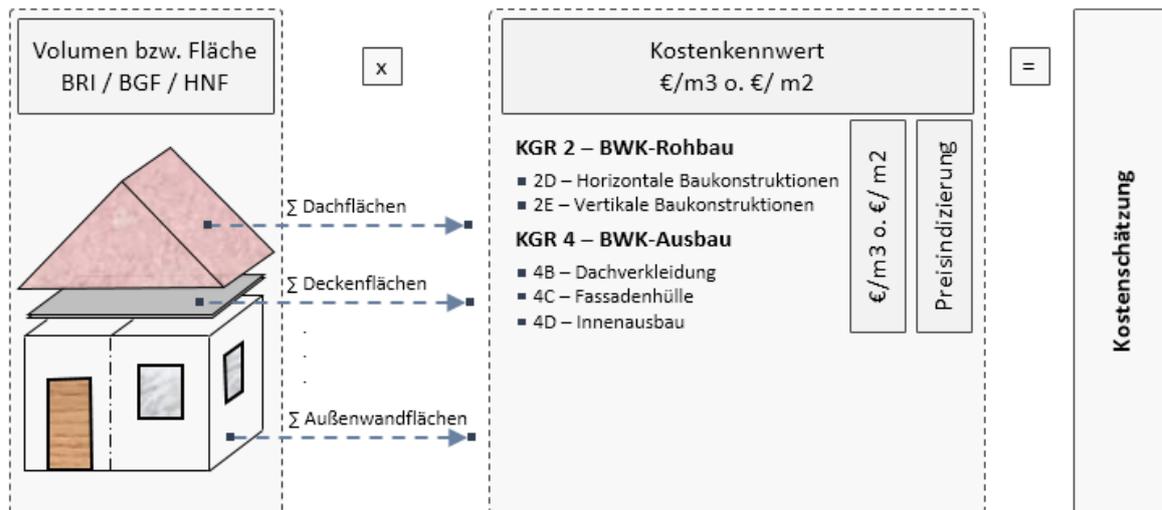


Abb. 9: Kostenschätzung nach Grobelementen¹³

Die Grobelemente werden Kostengruppen zugeordnet. Anschließend sind entsprechende Bauteilflächen und -volumen mit den Kennwerten zu multiplizieren. In Deutschland wird die Kostenplanung nach der Baugliederung weitaus strenger gehandhabt.

Zusätzlich zur Kostenschätzung sind die Termine mitzubedenken, die anhand des Grobterminplans erstellt werden.

- Grobterminplan

Durch die Vorgabe des Terminrahmens und basierend auf der Baugliederung 2. Ebene ist der Grobterminplan zu erstellen.¹⁴

Der Aufbau des Terminplans dient einem groben Überblick über den Projekttablauf. Neben den wichtigsten Meilensteinen werden Sammelvorgänge beziehungsweise Gewerkgruppen erfasst, die beispielsweise in vorbereitende Maßnahmen, Rohbau, Gebäudehülle, Ausbau, Haustechnik, abschließende Maßnahmen eingeteilt und für einzelne Projektphasen erstellt werden.¹⁵

2.1.3 Entwurfsphase - Kostenberechnung - genereller Ablaufplan

Nach Freigabe des Vorentwurfes durch den Bauherrn wird die Planung in der Entwurfsphase konkretisiert, anschließend wird die Einhaltung der normativen Vorschriften durch die Baueinreichung geprüft.

¹³ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 147

¹⁴ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 12

¹⁵ (Falk Würfele, 2012), Seite 35

Neben der Erstellung des Entwurfskonzepts im Maßstab 1:100, sind die Tragwerksplanung sowie die Planung der technischen Gebäudeausstattung notwendig.¹⁶

Nach Fertigstellung der genannten Planungsleistungen, ist die Kostenberechnung zu erstellen.

- Kostenberechnung

Die Kostenberechnung erfolgt anhand der 3. Ebene der Baugliederung. Zur exakten Berechnung werden die Elementtypen miteinbezogen. Der unter 2.1 beschriebene Gliederungsvergleich wird anhand eines Beispiels dargestellt.

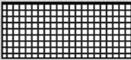
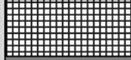
<u>Leistungsgliederung</u>				<u>Baugliederung</u>				
1. Ebene	2	Bauwerk-Rohbau		1. Ebene	2	Bauwerk-Rohbau		
2. Ebene	2.H07	LG	Beton und Stahlbetonarbeiten	2. Ebene	2D	Horizontale Baukonstruktionen		
3. Ebene	2.H07	ULG	Beton für Decken	3. Ebene	2D.01	Deckenkonstruktionen		
		ULG	Schalung für Decken					
		ULG	Bewehrung					
Leistungsposition	Anteil pro m2 Decke:			Elementtyp	Betondecke 30cm, 120 kg/m3			
	Beton für Decke	0,30 m3	€ 100,-/m3 = € 30,-			Betondecke 30cm, 120 kg/m3		
	Deckenschalung	1,0 m2	€ 26,-/m2 = € 26,-					
	Bewehrung (120 kg/m3)	120 x 0,3 = 36,0 kg	€ 1,-/kg = € 36,-					
	Nebenpositionen	ca. 8%	€ 92,- = € 8,-					
Kosten pro m2 Decke				€ 100,-	Kosten pro m2 Decke			
				€ 100,-				

Abb. 10: Vergleich Baugliederung zu Leistungsgliederung anhand einer Betondecke¹⁷

Durch die Multiplikation der Mengen und Kostenkennwerte ergeben sich die Kosten der Elemente. Aus der Gesamtheit wird die Kostenberechnung ermittelt. Nebenbei werden die Termine, mittels generellen Ablaufplan erstellt.

- Genereller Ablaufplan

Zur Erstellung des generellen Ablaufplans sind die Vorgänge in der 3. Baugliederungsebene erforderlich, wobei zusammenhängende Elemente zusammengefasst werden

¹⁶ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 193 - Abb. 8.14

¹⁷ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Anhang B - Seite 33

können. Der generelle Ablaufplan ist anhand der Grobterminpläne, durch die Anordnung von Vorgängen und ihren Abhängigkeiten zu erstellen, siehe Abb. 11.

Baugliederung	Bauleistung	Dauer	Element-Kosten	2015										
				A Mai'15					Jun'15					S
				1	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	AUFSCHLIESSUNG	170	64.640	[Gantt bars for Aufschliessung]										
1A	Aufschliessung allgemein	170	30.000	[Gantt bar for Aufschliessung allgemein]										
1B	Baureifmachung	5	8.300	[Gantt bar for Baureifmachung]										
1C	Erschliessung	10	8.100	[Gantt bar for Erschliessung]										
1D	Abbruch, Rückbau	10	6.240	[Gantt bar for Abbruch, Rückbau]										
1E	Aufschliessung Provisorien	80	12.000	[Gantt bar for Aufschliessung Provisorien]										
2	BAUWERK ROHBAU	80	119.900	[Gantt bars for Rohbau]										
2A	ROHBAU allgemein	80	5.300	[Gantt bar for Rohbau allgemein]										
2B	Erdarbeiten, Baugrube	15	34.000	[Gantt bar for Erdarbeiten, Baugrube]										
2C	Gründungen, Bodenkonstruktionen	5	36.800	[Gantt bar for Gründungen, Bodenkonstruktionen]										
2D	Horizontale Baukonstruktionen	13	23.800	[Gantt bar for Horizontale Baukonstruktionen]										
2E	Vertikale Baukonstruktionen	3	20.000	[Gantt bar for Vertikale Baukonstruktionen]										
3	BAUWERK TECHNIK	10	35.460	[Gantt bars for Technik]										
4	BAUWERK AUSBAU	70	56.950	[Gantt bars for Ausbau]										
4B	Dachverkleidung	5	3.700	[Gantt bar for Dachverkleidung]										
4C	Fassadenhülle	40	19.800	[Gantt bar for Fassadenhülle]										
4D	Innenausbau	60	33.450	[Gantt bar for Innenausbau]										

Abb. 11: Genereller Ablaufplan¹⁸

Vorgangszeiten werden durch die Gliederung verschiedener Element-Varianten berechnet. Der Aufbau von Elementen erfolgt anhand des Elementkatalogs. Er wird vom Bauherrn und den Planern qualitativ festgelegt. Die Erstellungszeiten einzelner Elemente ergeben sich aus ihrer gewählten Qualität und der gegebenenfalls vorhandenen Termin-Kennwerte. Neben der bauteilorientierten Elementvariante kann der generelle Ablaufplan auch lediglich nach Gewerken erstellt werden.¹⁹

Nach Fertigstellung sämtlicher Planungsleistungen wird die Entwurfs- und Genehmigungsplanung freigegeben, sodass anschließend der Antrag zur Baugenehmigung erfolgt.

2.2 Ausführungsphase - AVA

Die bewilligten Ergebnisse aus der Entwurfs- und Genehmigungsplanung sind in der Ausführungsphase zu übernehmen und werden in den, für die Baustelle üblichen, Maßstab 1:50 übersetzt. Zusätzlich sind die Zeichnungen mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben (Maße, Höhenkoten, Materialien, Einbauteile wie Ankerplatten und Bolzen, Aussparungen etc.) zu versehen, sodass die Anordnung von Leistungspositionen zu den

¹⁸ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 39 - Anhang D

¹⁹ (Fellner, Baubetrieb und Baumanagement : Band 1, 2018), Seite 85

Elementen und schließlich ausführungsreife Lösungen entstehen, siehe Abb. 10, linke Spalte.²⁰

Bei gleichzeitiger Anwendung von Bau- und Leistungsgliederung werden die Elementtypen aus einzelnen Leistungspositionen der Leistungsgliederung gebildet. Damit wird eine direkte Verknüpfung der beiden Gliederungen hergestellt. Daten können damit in allen Ebenen der beiden Gliederungen gleichzeitig bearbeitet, dargestellt und ausgewertet werden.²¹

Somit wird ein fließender Übergang zur ÖNORM A 2063 geschaffen, die Ausführung erfolgt in den Prozessschritten der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA). Überdies ist der Bauvertrag zu bestimmen, um die rechtlichen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Der Auftraggeber (AG) erstellt die Ausschreibung, die als vertragliche Grundlage der durchzuführenden Bauleistungen dient. Anschließend werden die Leistungen im Zuge eines Vergabeverfahrens, an einen Auftragnehmer (AN) übergeben, der für die Umsetzung geplanter Leistungen verantwortlich ist und durch die Abrechnung monetär vergütet wird.

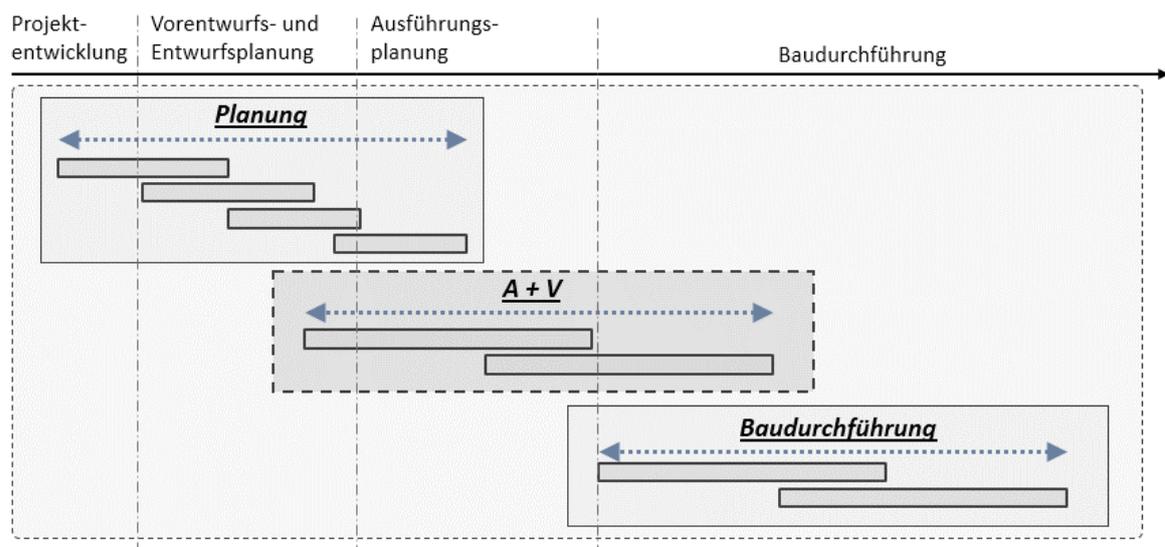


Abb. 12: Ausschreibung + Vergabe als Schnittstelle zwischen Planung und Baudurchführung²²

Abb. 12 stellt Ausschreibung und Vergabe als übergreifende Schnittstelle zwischen der Planung und der Baudurchführung grafisch dar. Die Prozesse sind projektspezifisch auszuwerten, da die Abwicklungsmöglichkeiten eines Bauprojektes sehr vielseitig sind.

²⁰ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 203

²¹ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 33 - Anhang B

²² (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 107

2.2.1 Ausschreibung

*Die Ausschreibung ist die Erklärung des AG an eine bestimmte oder unbestimmte Anzahl von Unternehmern, in der er festlegt, welche Leistung er zu welchen Bestimmungen erhalten möchte.*²³

Der AG hat, je nach Leistung, die Auswahl zwischen funktionalen oder konstruktiven Leistungsbeschreibungen. Sie unterscheiden sich grundlegend am Detaillierungsgrad der zu erbringenden Planungsleistungen und sind abhängig vom Planungsstand. Während die funktionale Leistungsbeschreibung in früheren Planungsphasen erstellt wird, erfordert die konstruktive Leistungsbeschreibung exakte Leistungszuordnungen der geplanten Bauleistungen.

- Funktionale Leistungsbeschreibung

*Bei einer funktionalen Leistungsbeschreibung ist die Leistung als Aufgabenstellung durch Festlegung von Leistungs- oder Funktionsanforderungen zu beschreiben.*²⁴

- Konstruktive Leistungsbeschreibung

*Bei einer konstruktiven Leistungsbeschreibung ist die Leistung eindeutig und vollständig zu beschreiben.*²⁵

Die Leistungen sind genau im Leistungsverzeichnis aufzugliedern, um konstruktive Ausschreibungen zu gewährleisten. Da dieses Kapitel die Grundlagen für die Automatisierung des Ausschreibungs-LV, siehe Kap. 4.4, beschreibt, wird lediglich auf die Auswertung konstruktiver Leistungsbeschreibungen eingegangen.

Neben der Erstellung des Leistungsverzeichnisses sind standardisierte Leistungsbeschreibungen zu berücksichtigen, die als Grundlage der vereinfachten Projektabwicklung dienen.

- Standardisierte Leistungsbeschreibung

Standardisierte Leistungsbeschreibungen haben einen großen Einfluss auf die Bauabwicklung. Sie enthalten standardisierte Leistungspositionen nach gebündelten Leistungsgliederungen, die durch immer wieder auftretende Vorgänge von Bauprojekten vom Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort vereinheitlicht wurden.

Besondere Vorteile kommen den beteiligten Fachplanern zugute. Einerseits wird die Komplexität des Bauvorhabens durch standardisierte Strukturierungsmaßnahmen vereinfacht, andererseits ist die Kommunikation unter den Fachplanern aufeinander abgestimmt.

²³ (ÖNORM A 2050, 2006-11-01), Seite 4

²⁴ (BVerG, 2018), §103. (3)

²⁵ a. a. O. §103 (2)

Die Inhalte und Kenndaten der Leistungsbeschreibung sind der ÖNORM - A 2063:2015 zu entnehmen. Ihre Gliederung erfolgt in: ²⁶

- Leistungsgruppe (LG);
- Unterleistungsgruppe (ULG);
- Wählbare Vorbemerkung bzw. Position

Zusätzlich sind ihre Vorbemerkungen zu berücksichtigen.

OG	07.	Beton- und Stahlbetonarbeiten	Vorbemerkungen Grundtext Langtext	
LG	07.02.	Wände, Balken und Stützen		
ULG	07.02.01	Wände aus Beton (Wand).		
Position	07.02.01E	Beton Wand bis 20cm C20/25 b.3,2m		m3
	07.02.01F	Beton Wand ü. 20 – 30cm C20/25 b.3,2m		m3
	07.02.01G	Beton Wand ü.30cm C20/25 b.3,2m		m3
Gliederung nach ÖN A 2063	Positionsnummer			

Abb. 13: Aufbau des standardisierten Leistungsbuches

Die geplanten Elementtypen werden den entsprechenden Positionen der Bauleistungen zugeordnet, siehe Abb. 10.

Für die Gesamtheit aller zu erbringenden Leistungen müssen übrige (nicht standardisierten) Positionen gesondert mitberücksichtigt werden. Dies können Zusatzpositionen sein, die anhand des Kürzels „Z“ vorgemerkt werden. Außerdem stehen Wahl- und Eventualpositionen zur Leistungsbeschreibung den ausschreibenden Fachplanern zur Verfügung.

Während Wahlpositionen Leistungen erläutern, die einen Teil einer Variante vorsehen (beispielsweise unterschiedliche Teppichbeläge), beschreiben Eventualpositionen Leistungen, die auf besondere Anordnung des Auftraggebers zur Ausführung kommen und im Gesamtpreis nicht berücksichtigt werden.²⁷

Die erstellte Ausschreibung dient als vertragliche Grundlage der Bauausführung und ist die Basis für den Kostenanschlag.

²⁶ (ÖNORM A 2063, 2015-07-15), Seite 8

²⁷ (Fellner, Baubetrieb und Baumanagement : Band 2, 2018), Seite 102

- Kostenanschlag

Der Kostenanschlag ist die Festlegung der anfallenden Kosten von geplanten Leistungen in der Ausführungsphase. Durch das Einbeziehen von Einheitspreisen der Leistungspositionen und der weiteren Zuordnung entsprechender Mengen, entsteht der Kostenanschlag.

Er dient als Entscheidungsgrundlage für die Ausführungsplanung und als Vorbereitung der Vergabe. Bevor die Vorbereitung der Vergabe stattfinden kann, steht die strategische Entscheidung von gesamten oder getrennten Ausschreibungen als Vergabeeinheiten bevor.²⁸

Für die Entscheidung über eine Gesamt- oder eine getrennte Ausschreibung sind wirtschaftliche oder technische Gesichtspunkte, wie z.B. die Notwendigkeit einer einheitlichen Ausführung und einer eindeutigen Gewährleistung oder ein ungewöhnlich großer Leistungsumfang, maßgebend.²⁹

Die traditionelle Ausführung von Baumaßnahmen erfolgt anhand von Einzelvergaben oder durch den Generalunternehmer (GU). In den letzten Jahrzehnten haben sich, abhängig vom Bauprojekt, weitere Abwicklungsformen entwickelt, wie z.B. Arbeitsgemeinschaften, PPP und viele mehr. Um den Rahmen der Grundlagen nicht zu sprengen, befasst sich diese Arbeit nur mit dem Vergleich der Einzelvergabe und der GU-Vergabe.

- Einzelvergabe

Mittels Einzelvergaben werden Planungsleistungen an einzelne Gewerke vergeben, die für die entsprechende Bauausführung verantwortlich sind. Im Gegenzug trägt das planende Fachpersonal die Verantwortung für die Koordination der Bauabläufe und die Kosten-, Termin- und Qualitätssteuerung. Der koordinative Aufwand für eine erfolgreiche Baudurchführung ist nicht zu vernachlässigen, da im Vergleich zur GU-Vergabe ein höheres Kostenrisiko vorliegt.³⁰

Das Kostenrisiko kann jedoch auch als bedeutende Chance betrachtet werden. Durch die Einzelvergabe können Einzelleistungen günstiger ausfallen, da flexible Beauftragungen zusätzlich ein breiteres Marktspektrum erschließen und die einzelnen Gewerke konkurrenzfähig sein wollen. Angesichts geringerer Leistungsbündelungen sind auch kleinere Firmen an den Aufträgen interessiert.

Prinzipiell gilt: Je größer das Bauprojekt, desto komplexer der Koordinierungsaufwand und desto herausfordernder die erfolgreiche Bauausführung einer Einzelvergabe.

²⁸ (Christoph Achammer, 2009), Vorlesung Planungsprozesse und BauProjektManagement 2 - Block 9, Seite 16

²⁹ (ÖNORM A 2050, 2006-11-01), Seite 12

³⁰ (Girmscheid, Projektabwicklung in der Bauwirtschaft: Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer, 2010), Seite 303

- GU Vergabe

Bei einer GU-Vergabe ist, im Vergleich zur Einzelvergabe, der Generalunternehmer der einzige Vertragspartner im Mittelpunkt der Bauausführung. Die Vergabe ist meist „schlüsselfertig“ zum Pauschalpreis geregelt. Da der GU den ganzen Leistungsumfang vertraglich übernimmt, ist dieser auch für die Leistungserbringung seiner gewählten Subunternehmen verantwortlich, sodass der AG keine Haftung Dritter übernimmt, auch nicht im Insolvenzfall.

Das vom AN übernommene Risiko schlägt sich in den GU-Zuschlägen nieder und führt somit zu erhöhten Angeboten. Nicht nur die Erhöhung des Angebotspreises ist für den AG nachteilig. Auch ist dieser zusätzlich verpflichtet, einen erhöhten Planungsaufwand, aufgrund schlüsselfertiger Ausschreibungen zu leisten. Eine Synchronplanung ist stark eingeschränkt, da spätere Änderungen einen großen Einfluss auf das Kosten- und Terminrisiko haben.³¹

Generell spielen viele Entscheidungsfaktoren, beispielsweise die Umgebung oder die marktbedingte Auslastung von Gewerken, eine große Rolle. Besonders die Größenordnung des Bauprojektes und der daraus resultierende Leistungsumfang sind maßgebende Faktoren.

Durch Auswahl der Vergabeeinheiten und Erstellung der Ausschreibungen werden die leistungsorientierten Planungsleistungen an einen AN vergeben.

2.2.2 Vergabe

Die Vergabe ist der entscheidende Übergang von der Planung zur Baudurchführung. Um keine kostenverursachenden Änderungen mehr erwarten zu müssen, sollte sich die Ausschreibung bereits im fortgeschrittenen Stadium befinden.³²

Die Bauleistungen sind unter Beachtung der gemeinschaftsrechtlichen Grundfreiheiten sowie des Diskriminierungsverbotes an den AN zu vergeben. Um jedoch die Wettbewerbsfähigkeit beizubehalten, werden mehrere Angebote eingeholt. Diese sind durch ein entsprechendes Vergabeverfahren zu prüfen.

³¹ (Berner, Kochendörfer, & Schach, 2013), Seite 109

³² (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 209

- Arten der Vergabeverfahren

Die Vergabe von Aufträgen über Leistungen hat im Wege eines offenen Verfahrens, eines nicht offenen Verfahrens, eines Verhandlungsverfahrens, einer Rahmenvereinbarung oder einer Direktvergabe zu erfolgen.³³

Die Auswahl des Verfahrens ist abhängig vom Bauherrn, da der öffentliche Auftraggeber im Gegensatz zu einer Privatperson den AN nicht willkürlich beauftragen darf.

- Öffentlicher AG

Dem öffentlichen AG werden durch das Vergaberecht Regeln vorgegeben, die Transparenz erzeugen und die Bieter schützen. Diese Regelungen sind sowohl auf europäischer als auch auf innerstaatlicher Ebene geschaffen.³⁴

Das Vergabeverfahren ist nach dem Bundesvergabegesetz BVergG durchzuführen, sodass das beste oder billigste Angebot anhand von Wettbewerben ermittelt wird, das von der Art des Auftrages (Bau-, Liefer- oder Dienstleistungsauftrag) und dem geschätzten Auftragswert abhängt.³⁵ Neben dem BVergG ist der öffentliche AG an die Richtlinien der ÖNORMEN gebunden.

- Private AG

Im Vergleich zum öffentlichen AG ist der private AG an keine Vorschriften gebunden, jedoch ist eine Anlehnung an die ÖNORM A 2050 sowie an die ÖNORM B 2110 empfehlenswert. Durch die freie Auswahl der Vergabeart können die Inhalte des Vertrags und die Auswahl des AN selbst bestimmt werden.³⁶ Der AN wird im Rahmen des Vergabeverfahrens generell über das Best- oder Billigstbieterprinzip ermittelt.

Nach der Auswahl des Verfahrens sind die betreffenden normativen Vorgaben einzuhalten, sodass der Ablauf des Vergabeverfahrens richtig umgesetzt wird. Der Ablauf durch die Vergabe von Leistungen wird im Folgenden veranschaulicht.

³³ (ÖNORM A 2050, 2006-11-01), Seite 8

³⁴ (Holoubek, 2014), Seite 1

³⁵ (Fellner, Baubetrieb und Baumanagement : Band 2, 2018), Seite 74

³⁶ a. a. O. Seite 67

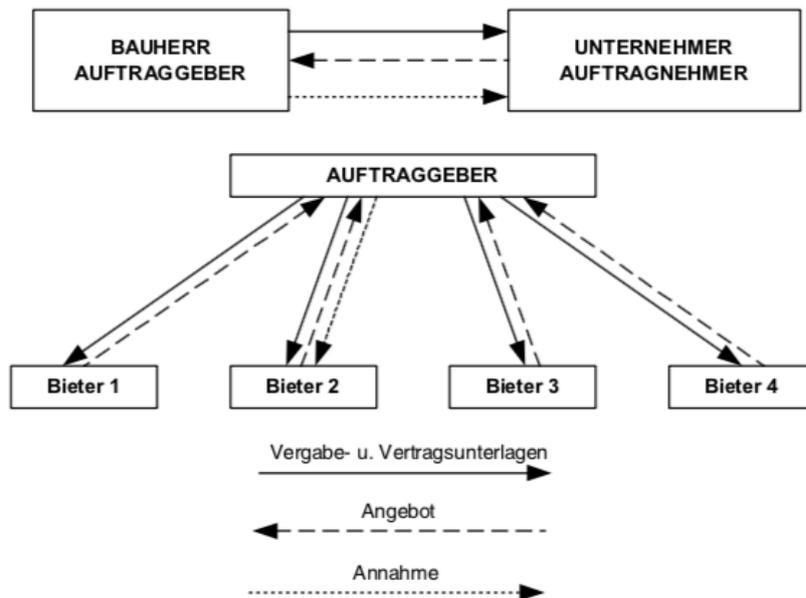


Abb. 14: Genereller Ablauf eines Vergabeverfahrens ³⁷

Abb. 14 stellt die Ablaufschritte des Vergabeverfahrens dar. Die Vergabe- und Vertragsunterlagen werden an einen Bieterkreis versendet, der bis zur Angebotsfrist ein Angebot stellen kann.

*Das Angebot ist die Erklärung eines Bieters, eine definierte Leistung gegen Entgelt unter Einhaltung festgelegter Bestimmungen zu erbringen.*³⁸

Durch die anschließende Erstellung des Preisspiegels werden die Angebote der Bieter untereinander verglichen und anhand des Kostenanschlages der Planer genau überprüft.

Der Preisspiegel erfolgt durch tabellarische Darstellungen der Angebote, die anhand des rechnerischen, technischen und wirtschaftlichen Rahmens verglichen werden. Darüber hinaus wird die Vollständigkeit überprüft. Ein großer Vorteil liegt in der Auswertung mittels Datenträger, da der Aufwand der Einarbeitung relativ gering ist, siehe Kap. 3.3.2.

Anschließend erstellen Fachplaner einen Erläuterungsbericht mit einer Vergabeempfehlung, dieser wird anschließend vom AG freigegeben.³⁹

- Zuschlag

Anhand des Zuschlags wird vom Bauherrn ein Angebot angenommen. Das Vertragsverhältnis ist jedoch von der eingehaltenen Zuschlagsfrist abhängig.

³⁷ (Rösel & Busch, 2008), Seite 22

³⁸ (ÖNORM A 2050, 2006-11-01), Seite 3

³⁹ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 211

Im Falle der Auftragserteilung während der Zuschlagsfrist kommt das Vertragsverhältnis zustande und der ausgewählte Bieter erhält die Benachrichtigung von der Annahme seines Angebotes.

Bei überschrittener Zuschlagsfrist beginnt das Vertragsverhältnis, sobald der Bieter durch eine schriftliche Erklärung angenommen hat. Dem Bieter ist eine angemessene Bestätigungsfrist vorzugeben.

Neben der Erteilung des Zuschlags sind die übrigen Bieter, denen kein Zuschlag erteilt wurde, unmittelbar nach Abschluss des Verfahrens ebenfalls zu benachrichtigen.

Das Verfahren endet mit dem Zustandekommen des Leistungsvertrages gemäß der Erteilung des Zuschlags oder mit dem Widerruf der Ausschreibung.⁴⁰

2.2.3 Vertrag

Vor der Bauausführung werden vertragliche Rahmenbedingungen geschaffen. Die allgemeinen Vertragsbestimmungen für Bauleistungen sind österreichweit in der ÖNORM B 2110: 2013 03 15 ausgeführt, die ergänzend zur ÖNORM A 2050 bzw. zum BVergG ist.⁴¹

Die grundlegenden Regelungen sind im Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch (ABGB) in den Paragraphen §§ 1165 - 1171 festgehalten. Falls die ÖNORM B 2110 nicht vereinbart bzw. Regelungslücken offengelassen wurden, dient das ABGB als Subsidiär. Die ÖNORM ist im Vertrag dezidiert anzuführen, eine stillschweigende Vereinbarung ist nicht möglich.

Die Reihenfolge der Vertragsbestandteile ist zur Erstellung des Bauvertrages von großer Bedeutung, da sie als hierarchische Gliederung der anzuwendenden Vereinbarungen dient. Bei Widersprüchen im Vertrag ist die in der ÖNORM B 2110 geregelte Reihenfolge zu beachten.

Generell unterscheidet man zwischen folgenden Vertragstypen und Abrechnungsgrundlagen.⁴²

- Einheitspreisvertrag

Der Einheitspreisvertrag enthält detaillierte Leistungsbeschreibungen, die anhand von Einzelpositionen sowie Leistungsinhalten gegliedert werden und die Basis zum konstruktiven Leistungsverzeichnis schaffen.

⁴⁰ (ÖNORM A 2050, 2006-11-01), Seite 24

⁴¹ (ÖNORM B 2110, 2013-03-15), Seite 5

⁴² (Fellner, Baubetrieb und Baumanagement : Band 2, 2018), Seite 117 ff.

- Pauschalverträge

Man unterscheidet zwischen dem Detail- und dem Pauschalpreisvertrag. Während die Leistungsbeschreibung des Detail-Pauschalpreisvertrages analog zum Einheitspreisvertrag erfolgt, werden die Leistungen des Global-Pauschalpreisvertrages funktional beschrieben, sodass keine Positionstexte angeführt sind, sondern lediglich der Leistungserfolg angeführt ist.

- Regiepreisverträge

Regiepreisverträge werden meist bei nicht ausreichend bekanntem Umfang der Leistung und der Rahmenbedingungen vereinbart, sodass eine Vergabe durch Einheits- oder Pauschalpreisverträge nicht möglich ist.

Durch den erfolgreich abgeschlossenen Leistungsvertrag werden die geplanten Leistungen vom AN ausgeführt und abgerechnet.

2.2.4 Abrechnung

Mittels Abrechnung findet die monetäre Vergütung des Leistungsaufwands vom AN statt, die generell vom Vertragstyp abhängig ist.

Die Abrechnung von Einheitspreisverträgen erfolgt nach der tatsächlich erbrachten Menge. Die Mengenermittlung ist anhand Aufmaßblättern durchzuführen. Durch Multiplikation der festgestellten Menge mit dem entsprechenden Einheitspreis wird die Vergütung der jeweiligen Positionen sichergestellt.

Die Abrechnung von Pauschalpreisverträgen erfolgt über den pauschal festgelegten Preis, sodass die erbrachte Menge nicht maßgeblich ist.

Die Abrechnung von Regiepreisverträgen erfolgt durch die Vergütung der tatsächlichen Aufwände, sodass die anschließende Rechnungslegung anhand der Berücksichtigung der Vertragstypen stattfindet.⁴³

Im Zuge der Rechnungserstellung werden mit dem Abrechnungsdatenbestand alle Daten ausgetauscht, die zu jeweils einer Rechnung führen. Der Datenbestand beinhaltet alle abzurechnenden Positionen mit den für die Mengenermittlung und Preisumrechnung erforderlichen Informationen.

Optional können im Abrechnungsdatenbestand auch nur Ausmaßblätter ohne Zuordnung zu einer Rechnung ausgetauscht werden.⁴⁴

⁴³ (Fellner, Baubetrieb und Baumanagement : Band 2, 2018), Seite 118 ff.

⁴⁴ (ÖNORM A 2063, 2015-07-15), Seite 24

Sie werden im Laufe eines Bauverfahrens unter Berücksichtigung unterschiedlicher Rechnungsarten angefertigt.⁴⁵

Generell werden größere Aufträge in Form von Teil- und Schlussrechnungen abgewickelt. Dabei stellen Teilrechnungen (Abschlagsrechnungen) einen großen Vorteil für den AN dar. Durch den hohen Aufwand (Material-, Lohnkosten usw.) die Bauleistungen erfolgreich auszuführen, werden diese periodisch vergütet. Somit wird die Liquidität des AN sichergestellt. Alternativ zu den Teilleistungen kann die vollständige Leistung des Werkvertrags anhand der Schlussrechnung erfolgen. Die Summe aller Teilrechnungen ergibt sinngemäß die Schlussrechnung.

Kleinere Aufträge sind normalerweise mittels Einzelrechnungen zu vergüten, da sie mit einer kurzen Leistungsfrist ausgestellt werden. Ihre Anwendung findet vor allem bei Einzelleistungen von Planern, Gutachtern und bei Regieleistungen statt.⁴⁶

Die Rechnungen und Mengenberechnungen sind anschließend durch eine getrennte Berechnung beider Vertragspartner zu prüfen.

⁴⁵ (ÖNORM A 2063, 2015-07-15), Verweis 7.6 Rechnungsarten: *Rechnungen sind als Abschlags-, Teilschluss-, Schluss-, Regie- oder Einzelrechnung zu bezeichnen.* - Seite 25 ff.

⁴⁶ (Fellner, Baubetrieb und Baumanagement : Band 2, 2018), Seite 247

3 Building Information Modeling - BIM

Seit den letzten Jahrzehnten entwickelt sich die Digitalisierung in der Baubranche stark. Diese Revolution hat Auswirkungen auf den Planungsaufwand und auch auf das Zeitmanagement von Unternehmen. Je einfacher Prozesse ablaufen, desto wirkungsvoller sind die Handlungen sämtlicher Fachplaner. Diese These ist genau zu hinterfragen.

Der Vergleich zwischen konventionellen Planungsprozessen und digitalen Entwicklungen kann anhand der McLeamy Kurve dargestellt werden.

Die folgende Grafik wurde jedoch eigenständig umgeändert, da die Übersteigerung der getätigten Aufwände (Kosten) im Vergleich zu den kostengünstigen Änderungsmöglichkeiten (Kostenbeeinflussbarkeit), meist schon in der Entwurfsplanung stattfindet.⁴⁷

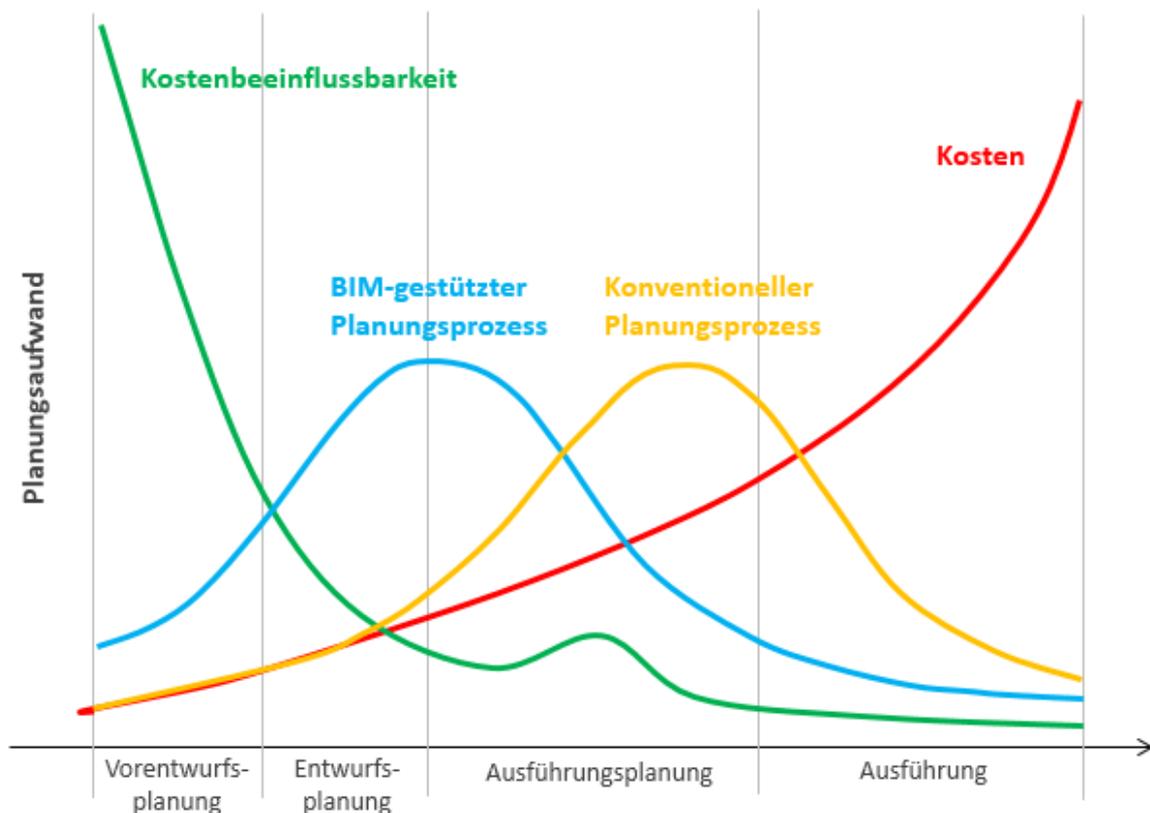


Abb. 15: Gegenüberstellung des konventionellen und digitalen Planungsprozesses⁴⁸

Abb. 15 ist aufbauend zur Abb. 4 zu betrachten, wobei in Abb. 15 ergänzend die Aufwandskurven der Fachplaner dargestellt werden.

Die gelbe Funktion illustriert den Aufwand des konventionellen Planungsprozesses, während die blaue Kurve die digitale Entwicklung veranschaulicht.

⁴⁷ Prof. Achammer - 11. Diplomarbeitgespräch am 03.04.2019

⁴⁸ (André Borrmann, 2015), Seite 6

Durch den digitalen Fortschritt wurde der Begriff „BIM“ stark geprägt, daher ist die blaue Kurve auch als BIM-gestützter Planungsprozess dargestellt.

Die Abkürzung BIM steht für die Modellierungsmethode Building Information Modeling. Das entscheidende Ergebnis dieser Methode ist die Erschaffung eines digitalen Zwillings, der sämtliche Informationen zur Projektabwicklung enthält und in der gesamten Wertschöpfungskette des Bauprojektes wiederverwendet werden kann.

Durch den BIM-gestützten Planungsprozess verschiebt sich der Schwerpunkt des Planungsaufwands in die frühen Phasen, die zeitliche Entwicklung wird im folgenden Kapitel beschrieben.

3.1 Vom konventionellen zum digitalen Planungsprozess

Die Zeitreihe beginnt mit dem konventionellen Planungsprozess (BIM Level 0) und erstreckt sich bis zur digitalen Projektabwicklung (BIM Level 3). Die mittleren Phasen (BIM Level 1 und 2) sind als Paradigmenwechsel zu betrachten und durch den stetig linearen Verlauf des BIM-Reifegrads zur zeitlichen Entwicklung gekennzeichnet, siehe Abb. 16.

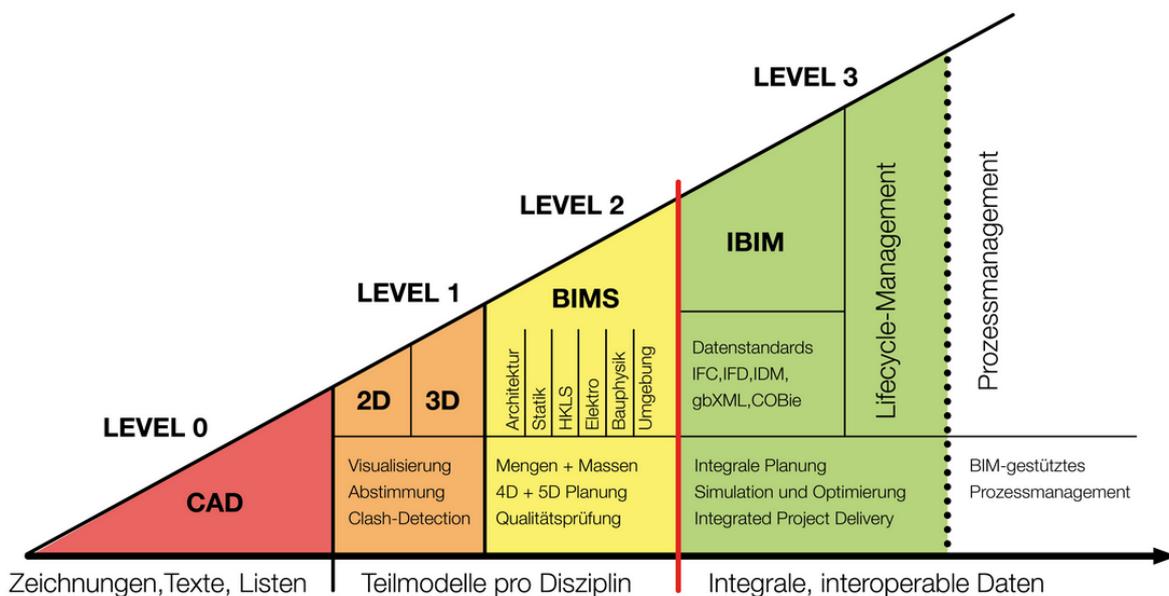


Abb. 16: BIM-Reifegrad⁴⁹

Neben der Gegenüberstellung des Reifegrades sind nutzerspezifische Schnittstellen der Kommunikationswege im unteren Abschnitt gekennzeichnet, die von der konventionellen bis zur digitalen Planung mitberücksichtigt werden. Der Fokus der folgenden Beschreibungen liegt auf der Entwurfs- und der Ausführungsplanung.

⁴⁹ (Plandata, Lars Oberwinter, 2015), abgerufen am 15.03.19 um 12:38

3.1.1 BIM Level 0 - Konventionell

Die Forschungsarbeiten von Prof. Charles M. Eastman haben in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts sichtlich Früchte getragen. Er legte entscheidende Grundlagen in der Verwendung von Computern anstelle von Handzeichnungen und war somit auch verantwortlich für die Fortschritte der CAD-Planung (computer-aided design).⁵⁰

Im Laufe der Zeit sind viele Planungsbüros auf den Umschwung eingegangen, um Aufwandsreduzierungen sicherzustellen und ihre Wettbewerbsfähigkeit beizubehalten. Besonders Entwurfsplaner können den Fortschritt nutzen und beispielsweise Korrekturmaßnahmen geplanter Maßnahmen am Computer schnell umsetzen. Ihre Grundrisse, Schnitte und auch Detailzeichnungen werden zweidimensional (2D) erstellt und in geplotteter Form (bzw. mittels Rohlings) an die Beteiligten weitergeleitet.

Nach konventioneller Fertigstellung des Entwurfes steigen die Planungsaufwände der Ausführungsphase, siehe Abb. 15. Dies deutet auf folgende Rückschlüsse.

Durch die Übernahme der genehmigten Entwurfsplanung sind die Baumaßnahmen von den Fachplanern zu konkretisieren. Da die Planungsleistungen jedoch miteinander korrelieren, sind somit auch aufbauende Informationsstände voneinander abhängig, siehe folgende Abb. 17.

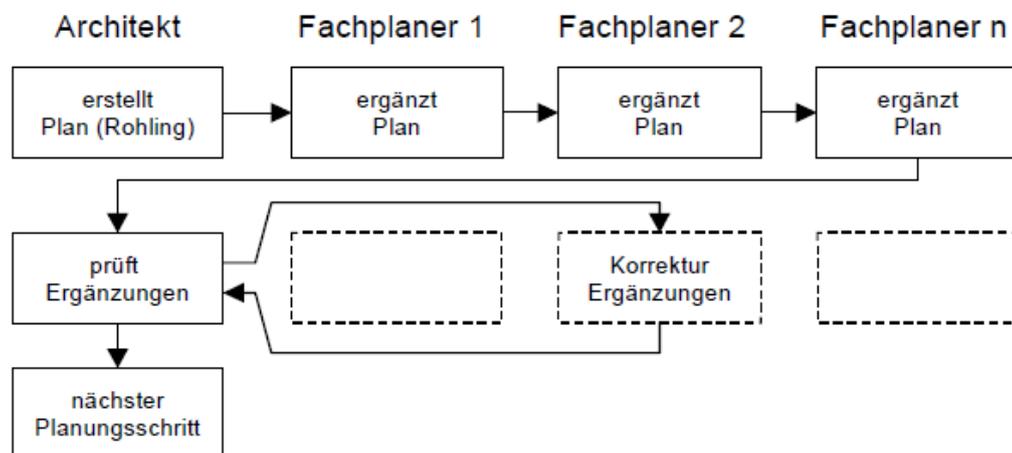


Abb. 17: Systematischer Ablauf der konventionellen Planung⁵¹

Eine exakte Koordination der Leistungen ist daher unumgänglich. Bei nicht Einhaltung der Abfolge entstehen Informationsbrüche, die den gesamten Aufwand der Ausführungsplanung drastisch erhöhen.

⁵⁰ (TBH Editor, 2014), am 12.03.2019 um 17:09

⁵¹ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 194

Darüber hinaus ist das Hauptaugenmerk auf die konventionellen (BIM Level 0) Auswertungsmethoden zu richten, die sehr schlicht sind. Speziell die Erstellung von Kostenermittlungen und Ausschreibungen ist, aufgrund der Mengenauswertungen, aufwendig.

Neben der Tatsache, dass jedes Projekt ein Prototyp ist, ändern sich Elemente und Mengenangaben, die lediglich aus zweidimensionalen Plänen ausgelesen werden. Bei ungeschlossenen Bemaßungen des Plans kommt der Dreikantmaßstab zur Anwendung.

Die Überprüfung der Maße und die daraus folgenden Berechnungen sind mit hohem Aufwand verbunden. Rechenfehler können zu wirtschaftlich untragbaren Folgen führen. Durch die Vielfalt von Elementen erhöht sich zusätzlich die Komplexität, da einzelne Elementtypen genau zu erkennen sind und auch Zuordnungsvorgänge zu den Leistungspositionen viel Zeit in Anspruch nehmen.

Änderungen des Planungsstands, beispielsweise auf Grund von architektonischen Planungen oder konstruktiven und energetischen Systemen, beeinflussen sämtliche Aufwände der Ausführungsphase. Kostenermittlungen und darauffolgende Ausschreibungen sind an diese Änderungen anzupassen und daher auch neu zu berechnen. Die Ausarbeitung der Änderungen führt zu unerwünschten Zusatzaufwänden.

3.1.2 BIM Level 1 - Paradigmenwechsel

Der Paradigmenwechsel ist die Zwischenstufe zum digitalen Planungsprozess. Entwicklungen im Bereich der computergestützten Planung sind entscheidend für die darauffolgenden Automatisierungen.

Zusätzlich zur CAD-Planung haben Unternehmen mit strukturierten Datenablagern auf Servern begonnen. Überdies entstanden firmeninterne Bibliotheken zur Datenspeicherung. Neben den steigenden Speicherkapazitäten von Computern entwickelten sich auch deren Rechenleistungen, sodass viele Softwarehersteller den Aufschwung der computergestützten Planung nutzten und fortschrittlichere Programme auf den Markt brachten. Besonders der Übergang zu dreidimensionaler Planung (3D), zur Vereinfachung des räumlichen Verständnisses, stand an erster Stelle.

Um den digitalen Fortschritt in sämtlichen Planungsphasen umzusetzen, wurden fachspezifische Programme entwickelt, die erste Schritte der Automatisierung einleiteten. Der Ausbau von Softwarelösungen ist nach wie vor entscheidend, damit der zielführende BIM-gestützte Planungsprozess erreicht wird, siehe Abb. 15.

Digitale Herausforderungen führen zu einer behutsamen Schwerpunktverlagerung in die frühen Phasen der Planung, der Paradigmenwechsel ist als Verschiebung der konventionellen Aufwandskurve zu betrachten.

Zur erfolgreichen Bauabwicklung sind sämtliche Planungsleistungen aufeinander abzustimmen. Fortgeschrittene Programme vereinfachen zwar Planungsprozesse, die Informationsweitergaben sind jedoch nach wie vor beschränkt, da nicht aufeinander abgestimmte Programme und inkompatible Datenformate den Datenaustausch erschweren.

Nachteile werden speziell dann ersichtlich, wenn einzelne Fachplaner die Projekte vorwiegend in individuellen Programmen neu erstellen. Die Basis ihrer Auswertung ist zwar digital, doch die Weitergabe findet weiterhin konservativ über einfache Datenformate, wie beispielsweise PDF, statt.

Informationen über Baumassen sowie funktionale Zusammenhänge von Nutzungen (Räume, Verkehrswege) können aus dem erstellten 3D-Modell entnommen und an die Ausführungsplaner, meist anhand von 2D-Plänen und Bauteillisten, weitergeleitet werden. Auswertungsvorgänge von Bauteillisten vereinfachen die Mengenberechnungen, da Mengenangaben digital erfasst sind und beispielsweise mit Hilfe des Excel-Programms zusammengerechnet werden können.

Die halbautomatische Vorgehensweise ist im Vergleich zur konventionellen fortschrittlich, jedoch auch fehleranfällig, da unkontrollierte Mengenauswertungen die Ergebnisse verfälschen und zu negativen Folgen führen können.

Bei Änderungen des Planungsstandes sind betreffende Mengenberechnungen neu zu erstellen. Dies führt weiterhin zu entsprechendem Mehraufwand, der besonders für die Kosten- und Ausführungsplanung unerwünscht ist.

3.1.3 BIM Level 2 - Digital

Anhand fortgeschrittener Automatisierungsgrade bestehen heutzutage vielseitige Planungsmöglichkeiten. Einige Softwarehersteller haben die Informationsbrüche erkannt und entwickeln stetig neue Softwarelösungen, sodass kompatible Datenformate einfache Übergänge ermöglichen. Darüber hinaus haben sich neue Begrifflichkeiten auf dem Gebiet der 4D- und 5D-Planung rasch durchgesetzt.

- BIM 4D

Die 4D-Planung steht für die automatisierte Terminplanung. Anhand modellorientierter Auswertungen erfolgt die virtuelle Simulation des Bauablaufes, siehe Kap. 4.5.

- BIM 5D

Die 5D-Planung ist entscheidend für eine Automatisierung der Kosten. Modellorientierte Mengenauswertungen und deren Zuordnung zu Kostenelementen vereinfachen die gesamte Wertschöpfungskette und gewährleisten auch eine genaue Kostenplanung, siehe Kap. 4.3.

Beide Planungsmethoden sind für eine genaue Kosten- und Terminplanung und somit auch für die Ansprüche des Bauherrn sehr bedeutend, siehe Kap. 3.4 Sicht des Bauherrn. Ihre Umsetzung erfolgt anhand fortgeschrittener Programme, die projektunabhängige Vorgehensweisen ermöglichen. Da der BIM-Reifegrad, siehe Abb. 16 (BIM-Level 2), sich jedoch noch in Entwicklung befindet, befassen sich einzelne Fachplaner mit Teilmodellen, sodass noch keine integralen, interoperablen Daten weitergegeben werden.

Die Ausführungsmöglichkeiten sind generell vom Automatisierungsgrad der Planungsbüros und auch der Komplexität von Bauprojekten abhängig. Je fortgeschrittener die Systematik ist, desto weniger Aufwand entsteht. Die Vorteile der Automatisierung kommen besonders den Ausführungsplanern zugute, sodass BIM 4D und BIM 5D orientierten Planungsprozessen ein großes Potential zugerechnet wird, siehe Kap. 5.2.3.

Zur Ausführung digitaler Planungsmethoden sind BIM-Werkzeuge entscheidend, die ein klares und strukturiertes Vorgehen erzwingen. Dabei sind Vorlagen zu erstellen, die als Datenbanken fungieren und automatisierte Prozesse zur Gänze unterstützen. Ihre Anfertigung nimmt jedoch Zeit in Anspruch, die nicht zu vernachlässigen ist. Darüber hinaus sind neue Rückschlüsse der projektspezifischen Auswertungen stetig einzuarbeiten, sodass schlussendlich ein großer Informationstand und ein hoher Automatisierungsgrad entstehen, siehe in der folgenden Abb. 18.⁵²

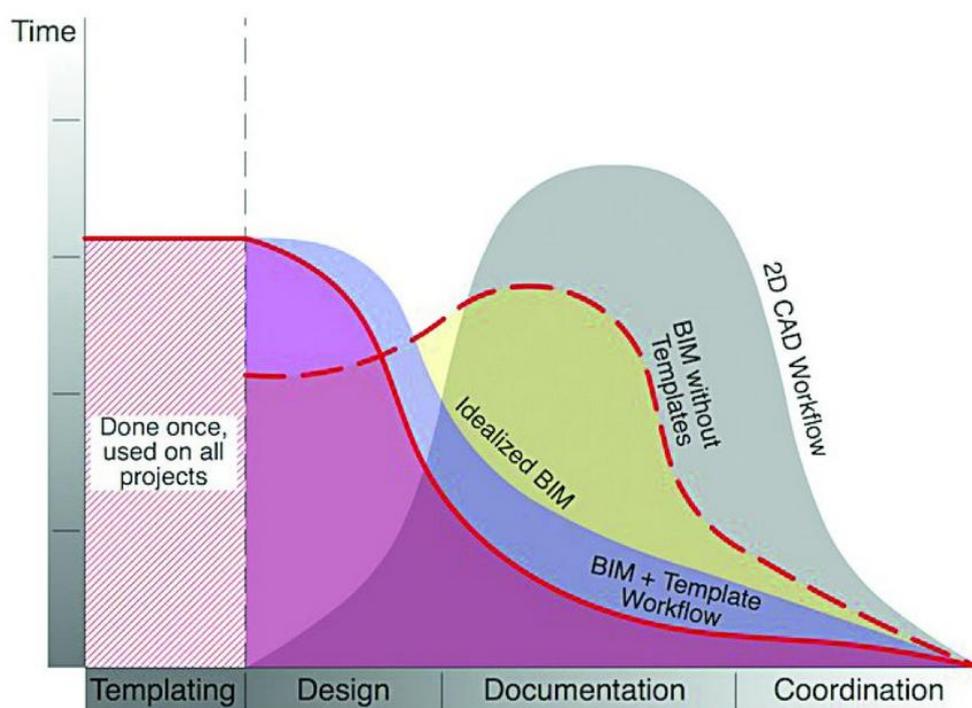


Abb. 18: Übergang vom konventionellen zum BIM-gestützten Planungsprozess⁵³

⁵² (Wildenauer, 2016), abgerufen am 15.03.19 um 14:05

⁵³ a. a. O. abgerufen am 15.03.19 um 14:05

Die Anwendung von Vorlagen (Templates) gewährleistet sukzessive Fortschritte bei der Automatisierung. Je mehr Informationen im Datenbestand der Vorlagen abgerufen werden, desto fortgeschrittener ist der BIM-gestützte Planungsprozess, siehe Kap. 3.3.3.

3.2 Digitaler Planungsprozess - BIM Level 3

Die erweiterte Stufe des digitalen Planungsprozesses - BIM Level 3 wird durch den digitalen Zwilling geschaffen. Anhand der geschichtlichen Entwicklung wurde gezeigt, dass Informationsweitergaben und Aufwandsreduzierungen immer weiter in den Fokus gerückt sind.

Der weitergehende BIM-Reifegrad (BIM Level 3) richtet sich speziell auf Informationsbrüche der gesamten Lebensdauer eines Bauprojektes, sodass sämtliche Informationsstände während der Bauausführung und dem darauffolgenden Lebenszyklus weiterverwendet werden können, siehe folgende Abb. 19.

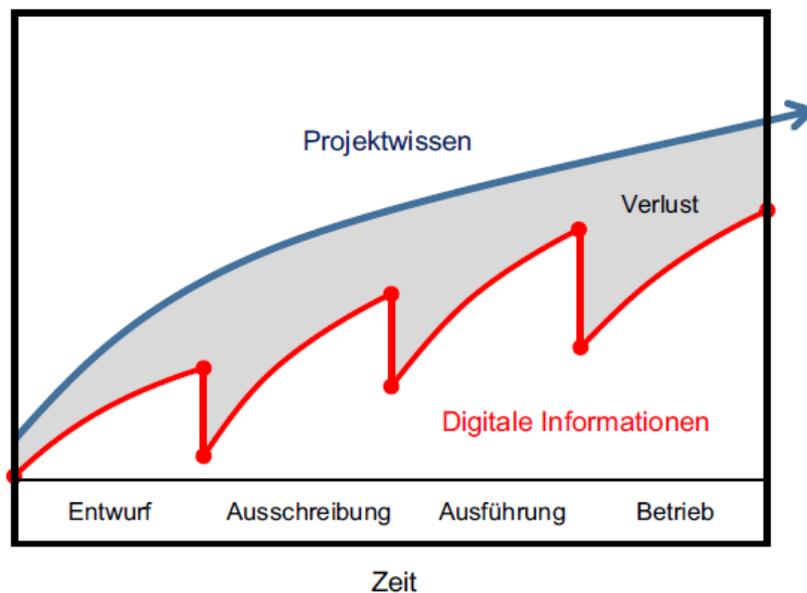


Abb. 19: Verhinderung von Informationsbrüchen⁵⁴

Daher ist die Idee des digitalen Zwillings, eine sinnhafte digitale Darstellung des Bauprojektes zu schaffen, sodass die gesamte Wertschöpfungskette (alle Projektphasen) von den implementierten Informationen profitiert. Die Begrifflichkeit „Zwilling“ entstand durch die digitale Widerspiegelung des realen Bauprojekts.

Besonders im digitalen Planungsprozess sind entscheidende Maßnahmen zu setzen, um weitere Entwicklungen voranzutreiben. Ausgeprägte Normierungen und Programme haben großen Einfluss auf die moderne Abwicklung, sodass der Aufwand während der gesamten Bau- und Nutzungsphase zunehmend minimiert wird.

⁵⁴ (André Borrmann, 2015), Seite 3

3.2.1 Projektphasen - Gliederungen

Die ÖNORM A 6241-2 beschreibt allgemeine Regelungen zum BIM-gestützten Planungsprozess (BIM Level 3). Folgende Abb. 20 zeigt Zusammenhänge konventioneller und digitaler Gliederungen anhand der Projektphasen.

		Projektphase					
		Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase
Handlungsbereich							
Qualität	Qualität	Qualitätsziel	Qualitätsrahmen	Vorentwurfsbeschreibung	Entwurfsbeschreibung	Ausführungsbeschreibung	Qualitätsdokumentation
	Quantität	Quantitätsziel	Raumprogramm	Vorentwurfsplanung	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Planungsdokumentation
Kosten	Kosten	Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
	Finanzierung	Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan			
Termine	Termine	Terminziel	Terminrahmen	Grobterminplan	Genereller Ablaufplan	Ausführungsterminplan	Terminfeststellung
	Ressourcen	Ressourcenziel	Ressourcenrahmen	Ressourcenplan			
Gliederung							
Baugliederung	1. Ebene	LOD 100					
	2. Ebene	LOD 200					
	3. Ebene	LOD 300					
	Elementtyp					LOD 400	
Leistungsgliederung	Leistungsposition					LOD 500	

Abb. 20: Gegenüberstellung ÖN B 1801-1 und VDI 2552 Blatt 3⁵⁵

Die Zusammenhänge sind anhand der Gliederungen, im unteren Bereich, erkennbar. Aufgrund sukzessiver Verdichtungen des Modells steigt der Informationsstand des digitalen Zwillings. Da dieser jedoch von der Planungsphase abhängt, sind die Begrifflichkeiten LOD und LoD entstanden.

- Level of Detail (LOD)

*Beschreibung des Detaillierungsgrades eines Bauelements in Abhängigkeit von der Projektphase.*⁵⁶

⁵⁵ (ÖNORM A 6241-2, 2015-07-01), Anhang B - Seite 18 ff.

⁵⁶ a. a. O. Seite 4

- Level of Development (LoD)

*Beschreibung des Ausarbeitungsstandes der Objektinformationen.*⁵⁷

Planungsfortschritte der Kosten- und Terminplanung werden anhand der digitalen Gliederung definiert, jedoch sind ihre Detaillierungsgrade nach ÖNORM A 6241-2 nicht exklusiv beschrieben. Aus diesem Grund sind sie in Abb. 20 anhand der VDI 2552 - Blatt 3, zugeordnet. Folgende Definitionen kommen dabei zur Geltung:

- FGK - Fertigstellungsgrad Kostenplan \triangleq LODC Level of definition, cost estimate
- FGT - Fertigstellungsgrad Terminplan \triangleq LODS Level of definition, time schedule



Abb. 21: LOD 300 -500⁵⁸

In der Entwurfsplanung sind die Planungsfortschritte auf LOD 300 (FGK 300) zu konkretisieren, sodass der Informationsstand von Modellelementen die Mengenermittlung einzelner Bauteiltypen zur Kostenberechnung ermöglicht.⁵⁹ Zugehörige Terminpläne (FGT 300) sind nach allen Hauptbauwerken und -bauteilen gemäß dem Ausschreibungsumfang zeitlich zu definieren und schaffen somit die vertragliche Grundlage für den FGT 400.⁶⁰

Die Gliederungsebene LOD 400 (FGK 400) muss soweit fortgeschritten sein, dass der Informationsstand der Modellelemente die Mengenermittlung einzelner Bauelemente (Kostenanschlag) sowie Zuordnungen von Leistungspositionen ermöglicht. Die Informationen der Modellelemente entsprechen mindestens der Ausführungsplanung.⁶¹ Der detaillierte

⁵⁷ (ÖNORM A 6241-2, 2015-07-01), Seite 4

⁵⁸ (Paul Meyer-Meierling, 2016), abgerufen am 21.03.2019 um 13:19

⁵⁹ (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE - VDI 2552 Blatt 3, 05 / 2018), Seite 10

⁶⁰ a. a. O. Seite 14

⁶¹ a. a. O. Seite 11

Terminplan (FKT 400) ist entscheidend für eine zeitgerechte Bauausführung und zeigt die geplanten Bauaktivitäten und Baumethoden der einzelnen Bauteile an. Die Bauwerke sind nach Bauteil, Ebene sowie Gewerk getrennt.⁶²

Anschließend wird der Informationsstand auf LOD 500 verdichtet, sodass die vertraglichen Grundlagen geschaffen sind und die detaillierte Terminplanung für die Bauausführung erstellt wird (FGT 500).⁶³

Überdies sind nicht elementbezogene Leistungen (Konzept der Baustelleneinrichtung und dgl.) zu berücksichtigen, die anhand von Daten oder „Dummys“ eingearbeitet werden.⁶⁴

3.2.2 Standardisierter Merkmalsserver

Sukzessive Ausarbeitungen von Modellelementen (LOD) sind in der gesamte Wertschöpfungskette entscheidend, jedoch hängen automatisierte Prozesse (BIM 4D, BIM 5D) nicht nur von Informationen der Elemente, sondern auch von einheitlichen Bezeichnungen und standardisierten Gliederungen ab. Anhand dieser Voraussetzung werden stetige Informationsweitergaben sichergestellt.

Im Laufe der Zeit haben sich firmeninterne Bezeichnungen und Strukturen zur vereinfachten Informationsweitergabe gebildet. Da aber jedes Planungsbüro isolierte Methoden entwickelt hat, liegt in der kollaborativen Projektabwicklung externer Fachplaner eine besondere Komplexität.

Um die weitläufige Planungsvielfalt beizubehalten und den schlüssigen Datenaustausch zu gewährleisten, fungiert der standardisierte Merkmalsserver als grundlegende Lösung der umfangreichen Randbedingungen.

*Der Merkmalsserver ist eine Datenbank, in der die Struktur der Eigenschaften von Bauelementen und Materialien beschrieben ist.*⁶⁵

Die Aufgabe des Planers ist es, die Merkmale der Bauelemente vom standardisierten Merkmalsserver zu übernehmen, sodass übereinstimmende Bezeichnungen die weiteren Auswertungsvorgänge projektunabhängig sicherstellen.

Für den sukzessiven Fortschritt des Planungsstands sind, je nach Planungsphase, zugehörige Informationen (nach LOD) beteiligter Fachplaner zu implementieren.

⁶² (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE - VDI 2552 Blatt 3, 05 / 2018), Seite 14 ff.

⁶³ (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE - VDI 2552 Blatt 3, 05 / 2018) Seite 11 ff.

⁶⁴ (ÖNORM A 6241-2, 2015-07-01), Seite 36

⁶⁵ (ÖNORM A 6241-2, 2015-07-01), Seite 4

3.2.3 BIM-Workflow und BIM-Server

Die gemeinsame Ausarbeitung des BIM-Modells wird als BIM-Workflow beschrieben. Für diesen sind stetige Datenübertragungen individueller Fachplaner entscheidend, sodass keine Informationsbrüche auftreten.

Besonders der integrale Planungsprozess geriet mit fortschreitender Digitalisierung in den Fokus des Interesses.

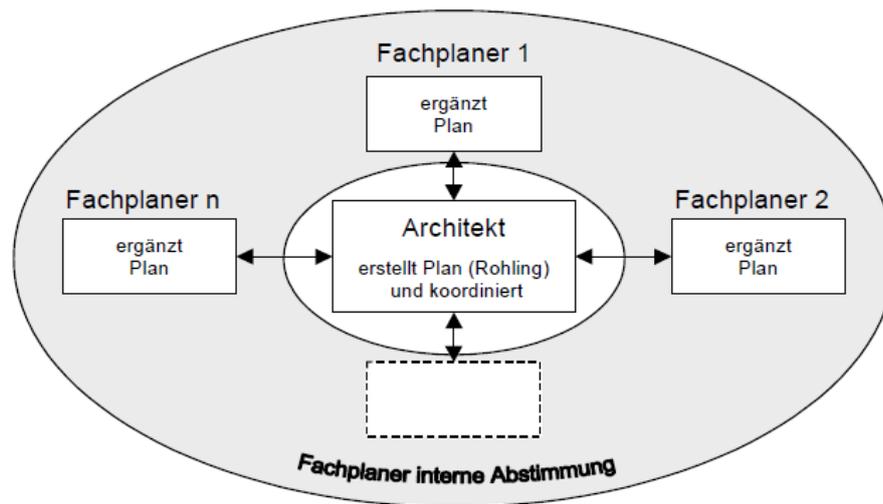


Abb. 22: Integraler Planungsprozess⁶⁶

Ein besonderes Merkmal des integralen Planungsprozesses zeigt sich in den koordinierten Arbeitsweisen der Fachplaner (Architekten, Statik, AVA, Haustechnik, Elektronik). Sämtliche Projekte werden zusammen bearbeitet und die Kommunikationswege vereinfacht, um Informationsbrüche zu reduzieren, siehe Abb. 22.

Ideen integraler Planungsprozesse bilden die Grundlagen für den BIM-Workflow. Um jedoch sämtliche Wettbewerbsfähigkeiten externer Fachplaner beizubehalten, sind kollaborative Modellbearbeitungsmethoden entscheidend, die anhand von BIM-Servern sichergestellt werden. BIM-Server sind Plattformen zur Ablage und Weiterentwicklung des digitalen Zwillings, die unterschiedlich angewendet werden können (proprietäre BIM-Server, Produktmodellserver).⁶⁷

Darüber hinaus haben sich unterschiedliche Abwicklungsmodelle (Little BIM, Big BIM, sowie Closed BIM und Open BIM) am Markt verbreitet, siehe folgende Abb. 23.

⁶⁶ (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 194

⁶⁷ (André Borrmann, 2015), Seite 231 ff.

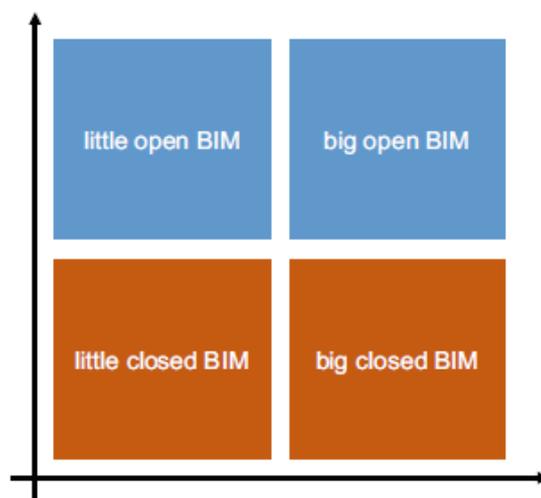


Abb. 23: Projektentwicklungsmöglichkeiten⁶⁸

Während closed BIM Prozesse anhand von Softwareprodukten eines einzelnen Herstellers und somit eigenständigen Datenformaten ablaufen, werden open BIM Prozesse von offenen Formaten gefördert, sodass alle Programme der unterschiedlichsten Softwarehersteller auf den digitalen Zwilling zugreifen können und somit auch individuelle BIM-Workflows sicherstellen.

Um digitale Datenübertragungen sämtlicher Programme zu gewährleisten, hat das Datenformat IFC (Industry Foundation Class) einen hohen Stellenwert erlangt, das zusätzlich zum beispielhaften BIM-Workflow in der folgenden Abb. 24 dargestellt wird.

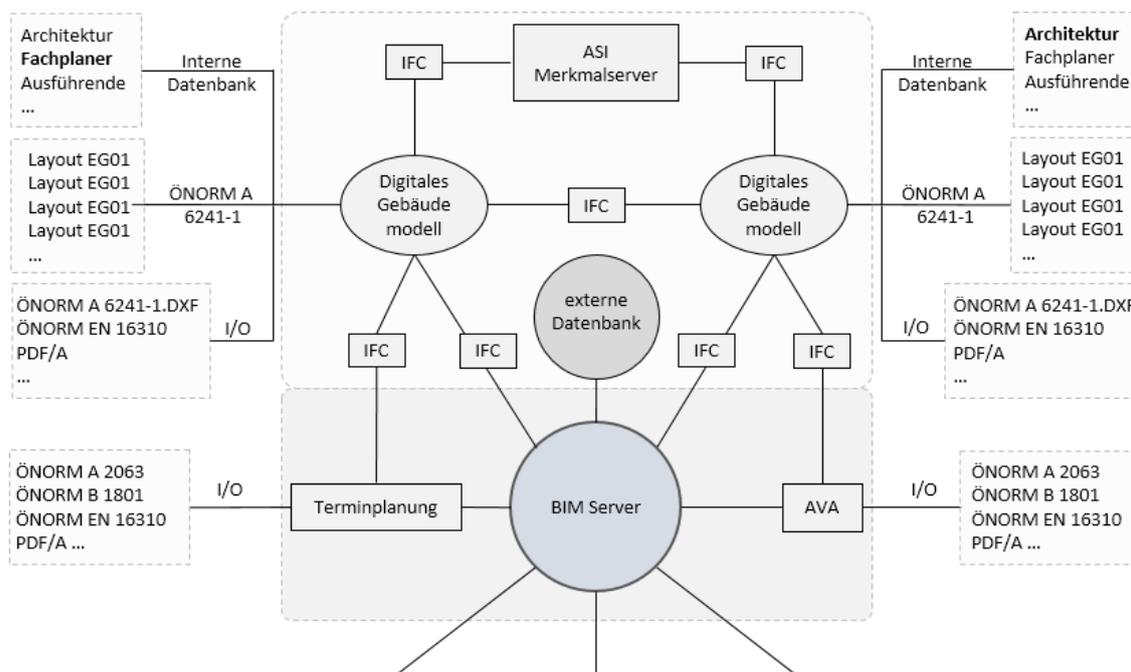


Abb. 24: Beispielhafter BIM-Workflow⁶⁹

⁶⁸ (André Borrmann, 2015), Seite 8

⁶⁹ (ÖNORM A 6241-2, 2015-07-01), Seite 38

In dieser Abbildung sind sämtliche Schnittstellen vorzufinden. Besonders die Prozessschritte der AVA und der Terminplanung sowie Bezüge entsprechender Normen sind für die folgenden Kapitel relevant.

3.3 Digitale Ausführungsphase

Das größte Potential zur Aufwandsminimierung wird der digitalen Ausführungsphase zugeschrieben, da zusätzlich zu den BIM 4D und BIM 5D Prozessen auch die Auswertung des Ausschreibungs-LV automatisiert werden kann.

Standardisierte Leistungsbücher haben im Vergleich zur leistungsorientierten Auswertung entscheidende Vorteile, da geregelte Strukturen die Kommunikationswege der Fachplaner abstimmen.

Überdies können standardisierte Elemente des digitalen Zwillings klare BIM-Workflows schaffen, sodass Datenübertragungen zur Kostenplanung und somit auch zu Leistungsverzeichnissen gewährleistet werden und automatische Mengenberechnungen erfolgen.

Die Vorteile kommen nicht nur den ausführenden Fachplanern zu Gute, sondern auch Bauherrn, die BIM explizit bestellen und planungsoptimierte Bauprojekte erhalten.

3.3.1 Elementkatalog

Elementkataloge werden beispielsweise durch die Sammlung und Zusammenführung von Elementen zu einer bestimmten Gruppierung erstellt. Sie sind besonders für die Kostenplanung entscheidend, aber auch für sämtliche Weitergaben an Informationen über Modellelemente.⁷⁰

Ein EK kann als allgemeiner Elementkatalog (AEK) zusammengestellt werden (z. B. als Standard für Planungsaufgaben) oder als Projektelementkatalog (PEK) vorliegen.⁷¹

Für eine projektunabhängige Automatisierung von Handlungsbereichen des Planungsprozesses sind abgestimmte Vorlagen zum AEK, die BIM Workflows sicherstellen, essenziell, siehe auch Kap. 4.4.3.

Überdies können standardisierte Elementkataloge die digitalen Datenübergaben fördern, da Kommunikationswege externer Fachplaner durch vorgefertigte Strukturen der Modellelemente und durch die Verwendung verschiedenster Programme unterstützt werden können.

⁷⁰ (ÖNORM A 2063, 2015-07-15), Seite 5

⁷¹ a. a. O., Seite 12

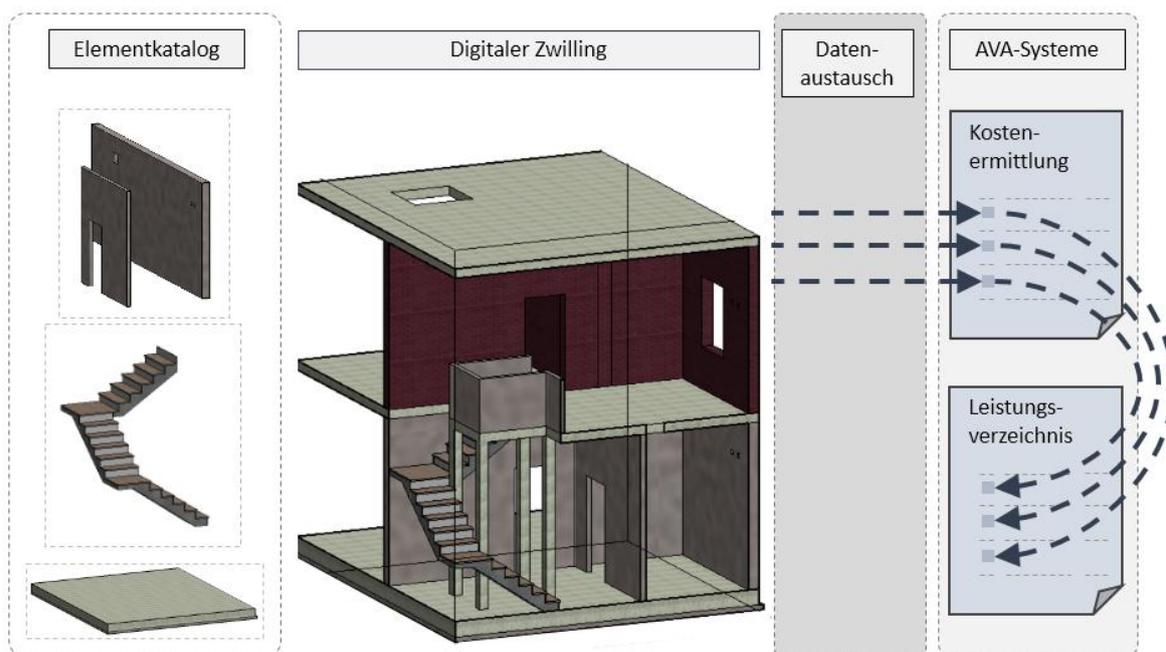


Abb. 25: Digitale Datenübergabe an AVA-Programme

Abb. 25 stellt den übergreifenden Datenaustausch zu AVA - gestützten Programmen bildhaft dar, sodass Modelle einfach importiert und die Modellelemente sinnhaft ausgewertet werden.

Generell schafft der Datenaustausch Schnittstellen zwischen Programmen. Nicht einheitlich übertragene Modellelemente können zu ungewollten Fehlern und somit auch wirtschaftlich untragbaren Folgen führen. Die Erstellung von standardisierten Elementkatalogen ist eine Möglichkeit, Kommunikationswege der Fachplaner abzustimmen und somit auch eine sichere Datenübertragung zu gewährleisten.

3.3.2 Programme zur Auswertung

Heutzutage erfolgen digitale Kosten- und Terminplanungen sowie die Erstellung von Leistungsverzeichnissen mittels AVA-Systemen, die auf die Ausführungsphase spezialisiert sind. Ihre Auswertungen können einerseits anhand manueller Eingaben (BIM-Level 1) und andererseits durch modellorientierte Vorgehensweisen (BIM-Level 2-3) erfolgen.

Besonders die Automatisierung von Ausschreibungsunterlagen sowie von Kosten- und Terminplanung reduzieren den Planungsaufwand, da gespeicherte Informationen und Formeln zu Mengenerrechnungen in darauffolgenden Projekten wiederverwendet werden können. Darüber hinaus sind digitale Datenübertragungen an den Bauherrn sowie anbietende AN möglich.

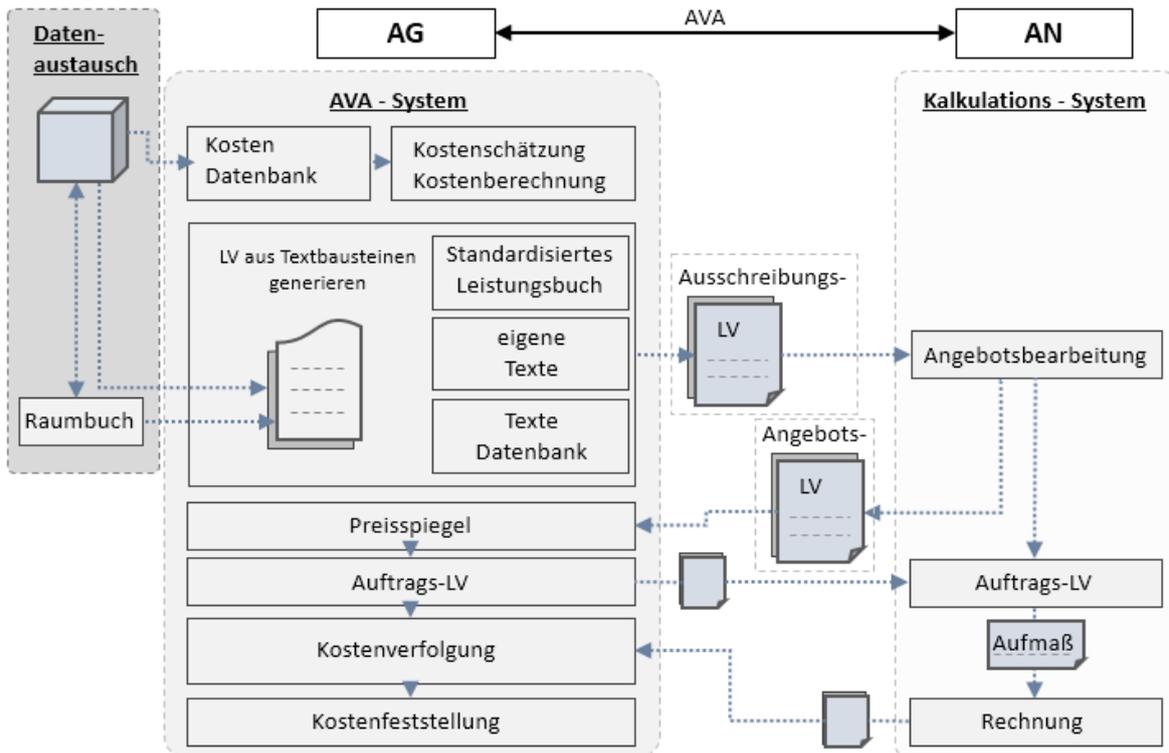


Abb. 26: Datenaustausch der Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung⁷²

Besonders die Übergabe von Leistungsverzeichnissen ist für das Vergabeverfahren und für anschließende Abrechnungen von großem Vorteil, siehe Abb. 26.

Die Weitergabe von Datenträgern unterstützt Kommunikationswege zwischen AG und AN und vereinfacht sämtliche Auswertungen.

3.3.3 Automatische Mengenermittlung

Automatische Mengenermittlungen haben maßgeblich Einfluss auf die digitale Ausführungsphase, da wiederholende Berechnungsvorgänge durch die Verwendung von Vorlagen automatisiert werden können.

Je mehr Informationen gespeichert sind, desto größer wird die Datenbank, die zur automatischen Mengenermittlung verhilft und die Modellelemente den zugehörigen Kostenelementen bzw. Leistungspositionen zuordnet, siehe folgende Abb. 27.

⁷² (Bernd Kochendörfer, 2006), Seite 246

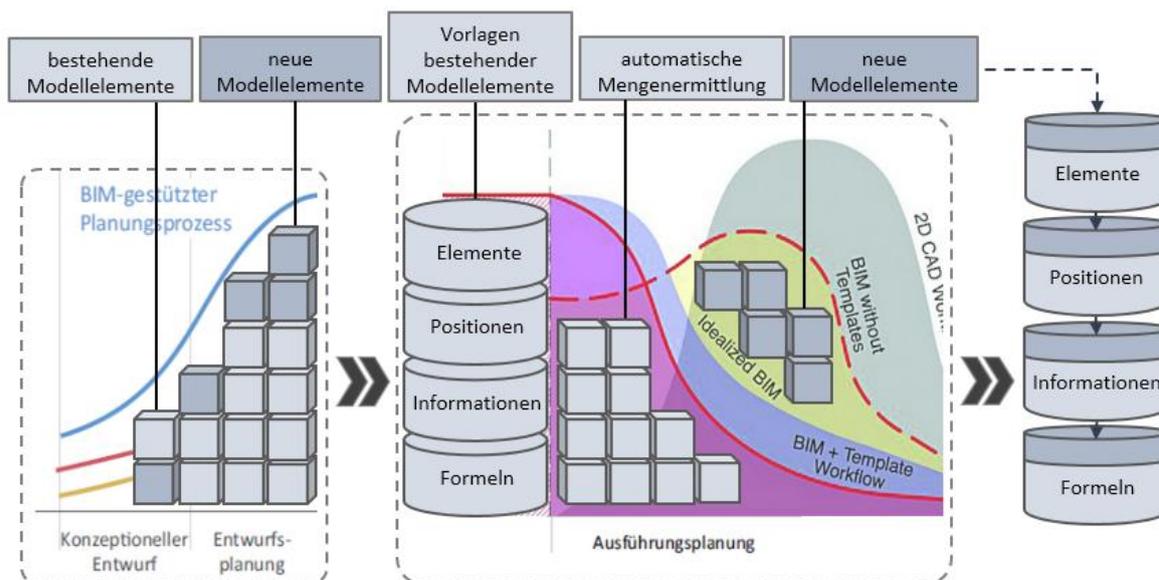


Abb. 27: Automatische Mengenermittlung mittels Vorlagen⁷³

Die automatische Mengenermittlung ist projektunabhängig und vereinfacht sämtliche Planungsaufwände manueller Mengenauswertungen. Der Datenbestand ist jedoch von den individuellen Bauvorhaben abhängig, sodass neue Modellelemente stetig kontrolliert und eingearbeitet werden müssen.

Um Rechenfehler und somit wirtschaftlich untragbare Folgen zu vermeiden, ist zusätzlich das Pareto Prinzip anzuwenden. Generell gilt, dass 20 % des Aufwandes 80% der Lösung ergeben und daher 20% der geprüften Positionen 80% Kostensicherheit ausmachen, siehe Abb. 28. Diese Überprüfungsmethode ist besonders für Mengenberechnungen entscheidend, um Kostenüberblicke und Positionen zu vergleichen.

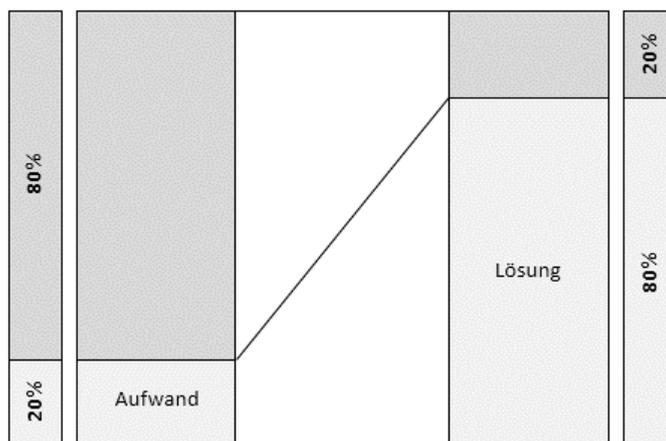


Abb. 28: 80/20 - Pareto Prinzip⁷⁴

⁷³ Abb. 15 und Abb. 18 zusammengefasst und sinnhaft überarbeitet

⁷⁴ (Christoph Achammer, 2009), Vorlesung Planungsprozesse und Bauprojektmanagement 2 - Block 9, Seite 12

Automatische Mengenberechnungen sind besonders bei Planungsänderungen hilfreich, da neue Planungsstände rasch ausgewertet werden können. Darüber hinaus ist ein rascher Vergleich unterschiedlicher Planungsleistungen möglich, um das effizienteste Bauprojekt zur bestmöglichen Kostenplanung sicherzustellen.

3.4 Sicht des Bauherrn

Der Bauherr leistet für BIM-Fortschritte einen wichtigen Beitrag, da er digitale Bauabwicklungen exklusiv bestellen muss. Durch die Beauftragung BIM 4D, BIM 5D durch den Bauherrn, hat dieser einige Vorteile, die im Folgenden nun beschrieben werden.

- Transparenz und räumliches Verständnis

Visualisierungen des 3D-Modells bieten gleich zu Planungsbeginn ein grundlegendes Verständnis für das entstehende Bauprojekt, da sämtliche Raum- und Funktionsprogramme dreidimensional kommuniziert werden und genügend Transparenz für Änderungswünsche besteht. Daher sind nutzerspezifische Anforderungen frühzeitig umsetzbar.

- Kostenbeeinflussbarkeit

Wegen der besonders hohen Kostenbeeinflussbarkeit in den frühen Planungsphasen haben vorzeitige Konkretisierungen auch entscheidende Einflüsse auf die korrelierenden Handlungsbereiche der Kosten- und Terminplanung, siehe Abb. 15.

Die Schwerpunktverlagerung des BIM-gestützten Planungsprozesses gewährleistet somit auch kostenoptimierte Bauprojekte. Durch Automatisierungsprozesse kann besonders das Mengenrisiko reduziert werden, sodass folglich auch höhere Kostensicherheiten entstehen.

Neben der BIM 5D-Kostenplanung wird die BIM 4D-Terminplanung mitberücksichtigt. Anhand visueller Simulationen der Bauabläufe können Bauherrn sämtliche Terminpläne einfach mitverfolgen.

Bei Bestellung beider Dimensionen können anfallende Kosten den Simulationen gegenübergestellt werden, durch ihre zeitliche Kumulation kann der Bauherr zeitoptimierte Investitionsentscheidungen vereinfacht treffen.

Überdies sind abgestimmte Kommunikationswege unter Fachplanern vorgesehen, die sich mittels schlüssiger Datenübertragungen auf das Kerngeschäft konzentrieren und somit auch das Fehlerpotential reduzieren.

- Nutzung der gesamten Wertschöpfungskette

Durch die Schaffung eines digitalen Zwillings sind sämtliche Informationsübergaben sicherzustellen, sodass diese auch während der Bauausführung und anschließender Nutzung erhalten bleiben. Durch die Unterbindung von Informationsbrüchen fallen Neueingaben und

unstetige Datenübertragungen weg, sodass aufwendige und fehleranfällige Arbeit vermieden und ein Zuwachs an Produktivität und Qualität erzielt wird.

Besonders nach der Fertigstellung des Gebäudes sind notwendige Informationen für den Betrieb des Gebäudes zu extrahieren, die anhand des digitalen Zwillings in ein Facility-Management-System übergeführt werden können.⁷⁵

⁷⁵ (André Borrmann, 2015), Seite 3

4 Automatisierung des digitalen Planungsprozesses mittels iTWO⁷⁶

BIM 4D- und BIM 5D - Automatisierungen sowie der Leistungsverzeichnisse sind im digitalen Planungsprozess von großer Bedeutung.

Die Verwendung von Vorlagen ermöglicht exakte Prozessauswertungen. Vor allem automatische Mengenberechnungen ersparen den Fachplanern viel Zeit und Aufwand, siehe Abb. 27. Für die Vorgänge werden Programme benötigt, die Bauprojekte individuell bearbeiten.

Dieses Kapitel beschreibt die entscheidenden Automatisierungsschritte in iTWO. Da jedes Bauprojekt ein Prototyp ist und die Ausarbeitung der Automatisierung iterative Schritte erfordert, werden zusätzliche Kontrollen erläutert, die neue Modellelemente erkennen, um die Informationen stetig in die Vorlagen einzuarbeiten und den Datenbestand sukzessive zu erweitern. Das folgende Kapitel verdeutlicht die Grundlagen der darauffolgenden Prozessschritte.

4.1 Übersicht, Projekt anlegen, Import

In der Regel werden Bauprojekte anhand firmeninterner standardisierter Strukturen abgespeichert, die grundlegend der Projektabwicklung dienen und im Navigationsbereich erfasst werden.

4.1.1 Navigationsbereich

Der Navigationsbereich dient zur Verwaltung von Projekten und Vorlagen. Er ist in vier Kategorien mit voreingestellten Unterordnern aufgebaut, siehe Abb. 29 auf der linken Seite. Auf der rechten Seite sind Module und Kataloge sinnhaft dargestellt.

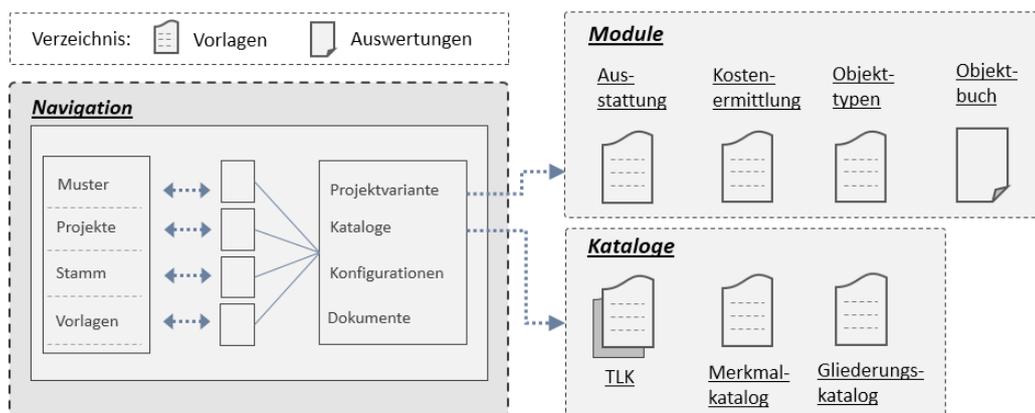


Abb. 29: Struktur Navigationsbereich

⁷⁶ iTWO ist eine BIM fähige Cloud basierte Softwarelösung in der Bauindustrie und unterstützt somit die fortschreitende Digitalisierung

Musterprojekte sind von iTWO vorgegebene Musterbeispiele unterschiedlicher Projektphasen.

Der Ordner *Projekte* dient als Ablagesystem der Bauprojekte. Bei Erstellung eines neuen Projektes ist sowohl ein Schlüssel als auch die Bezeichnung anzulegen. Sämtliche Projekte können individuell bearbeitet werden und sind voneinander unabhängig, sodass projektspezifisch gearbeitet wird.

Erstellte Vorlagen können von Projekt zu Projekt kopiert werden, jedoch sind diese Vorgänge vorzugsweise durch die Ordner *Stamm* oder *Vorlagen* auszuführen. Der Stammordner ist entscheidend und dient zur Automatisierung und dient als Ablagesystem von Vorlagen. Er kann direkt bei der Erstellung eines neuen Projektes übernommen werden. Alternativ zum Stammprojekt können Vorlageprojekte erstellt werden.

Die Ausarbeitung von Bauprojekten in Österreich erfolgt über den Projektmodus ÖNORM A 2063. Da sich die Vorlagen des Stammordners jedoch auf deutsche Normen beziehen, sind die Vorlagen vorzugsweise im Ordner *Vorlagen* abzuspeichern, da er, analog zum Stammordner, als Unterstützung von Kopiervorgängen fungiert.

4.1.2 Gliederungen

Die im Kap. 2 beschriebenen Bau- und Leistungsgliederungen sind für die automatische Auswertung von Leistungsverzeichnissen, Kostenberechnungen und Terminen entscheidend und im Gliederungskatalog zu erstellen.

Angelegte Gliederungen werden mit den darauffolgenden Teilleistungen verknüpft, um die automatische Prozessauswertung zu unterstützen und tragen zur entscheidenden Reduktion des Planungsaufwandes bei.⁷⁷

4.1.3 Import des Modells mittels BIM Qualifier

Generell ist die Auswertung von Projekten manuell (BIM Level 1) oder digital (BIM Level 2-3) möglich.

Für den automatischen Prozess ist jedoch der Import des 3D-Modells erforderlich und erfolgt anhand des BIM Qualifiers. Er ist in chronologisch abzuarbeitende Prozessschritte unterteilt, siehe folgende Abb. 30.

⁷⁷ (RIB, iTWO Basiswissen - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 466



Abb. 30: Prozessschritte des BIM Qualifiers

Der Import ist in drei Datenformaten möglich. Da das Hauptaugenmerk auf den weiteren Prozessschritten liegt, erfolgt die Übertragung des CAD-Modells lediglich mittels CPI-Daten. Das Modell wurde anhand des Zusatzmoduls als CPIXML-Datei abgespeichert und mittels CPI-Import eingespielt.

Nach dem Import und der Qualitätsprüfung erfolgt die CPI-Datenübergabe zur Übertragung des Modells.

4.2 Datenbanken und Teilleistungskataloge TLK

Mittels Teilleistungskatalogen werden die Kostenelemente, LV-Positionen und viele weitere bautechnisch relevante Daten als Teilleistungen gesammelt und anschließend mit den weiteren Vorlagen verknüpft, siehe Abb. 31.⁷⁸

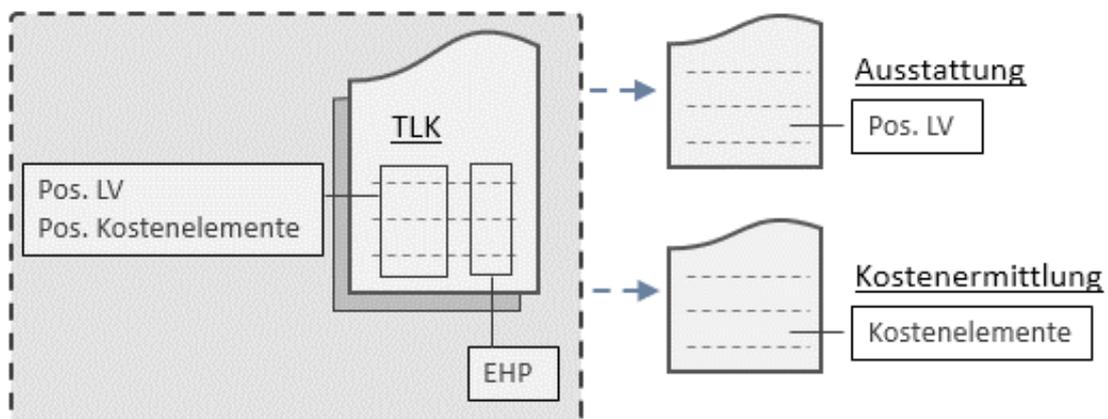


Abb. 31: Verknüpfung der Teilleistungskataloge zu den Vorlagen

Generell ist zwischen dem Aufbau von Leistungspositionen und den Positionen zur Kostenermittlung zu unterscheiden.

4.2.1 Standardisierte Leistungsbeschreibung und Kostenelemente

Standardisierte Leistungsbeschreibungen spielen österreichweit zur Erstellung von Leistungsverzeichnissen eine entscheidende Rolle und können mittels Datenträger eingespielt werden.

⁷⁸ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 40

Das Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort stellt den Datenträger frei als Download zur Verfügung. Der Import erfolgt als ONLB-Format, im Unterordner *Teilleistungen*. Nach der Erstellung eines Teilleistungskataloges kann der Datenträger ausgewählt und eingespielt werden.⁷⁹

Die Gliederungen, Vorbemerkungen sowie standardisierte Positionsnummern werden automatisch vom Datenträger übernommen und stehen für die darauffolgenden Prozessschritte bereit.

Die Erstellung von Kostenelementen ist analog zum Import des standardisierten Leistungsbuches individuell gestaltbar. Nach Schaffung einer geeigneten Struktur und dem Aufbau einzelner Positionen (Elementtypen) werden Einheitspreise zu den Teilleistungen angeordnet, sodass die TLK als Preisdatenbank und somit als Basis der gesamten Wertschöpfungsketten fungieren.

4.2.2 EHP als Preisdatenbank und die Weitergabe von Gliederungsinformationen

Sämtliche Einheitspreise sind nur in die Teilleistungskataloge einzutragen, da sie von den verknüpften Modulen automatisch übernommen werden. Zusätzlich sind die in Kap. 4.1.2 beschriebenen Gliederungen mit den Teilleistungen zu verknüpfen, sodass sie ebenfalls mitberücksichtigt werden.

Gliederungsinformationen sind besonders bei der Weitergabe an die erstellten Leistungsverzeichnisse, Kostenschätzungen, Kostenberechnungen und Termine vorteilhaft, da sie bei der abschließenden Prozessauswertung viel Zeit ersparen.

4.2.3 Teilleistungskataloge TLK

Teilleistungskataloge dienen als Grundlage der Automatisierung und sind, abhängig von ihrer weiteren Funktion, beispielsweise in TLK-Kostenermittlung, TLK-LV usw. aufzuteilen.

Die Trennung ist besonders für eine übersichtliche Arbeitsweise entscheidend, da Auswertungen vom Planungsstand und somit auch von der Bau- und Leistungsgliederung abhängen. Durch die Erstellung einzelner Teilleistungskataloge können die Handlungsbereiche getrennt ausgeführt werden.

Teilleistungen (Positionen, Elementtypen) werden anschließend mit den Modulen (Ausstattung, Kostenermittlung) verknüpft und sind in der folgenden Abb. 32 beispielhaft dargestellt.

⁷⁹ (DI Krauss, 2018), Seite 47

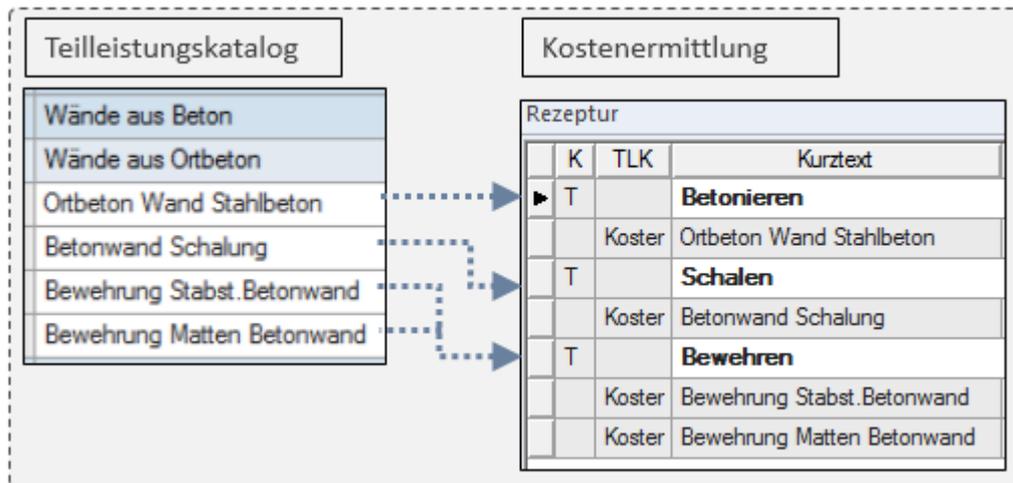


Abb. 32: Verknüpfung der Teilleistungen mit der Kostenermittlung

Auf der linken Seite der Abbildung ist der Aufbau der TLK-Kostenermittlung abgebildet. Die Elementtypen sind als Teilleistungen angelegt und werden an die Rezeptur der Kostenelemente weitergegeben, siehe rechte Seite, sodass Verknüpfungen entstehen. Somit sind grundlegende Prozessschritte zur Kostenermittlung geschaffen.

Zur Auswertung von Leistungsverzeichnissen sind die erstellten Leistungspositionen mit der Ausstattung zu verknüpfen. Nicht standardisierte Positionen sind im Teilleistungskatalog neu zu erstellen und als Zusatzpositionen klar zu kennzeichnen.

4.3 BIM 5D - Kostenplanung

Die BIM 5D Kostenplanung ist besonders für Bauherrn von großer Bedeutung. Ansteigende Automatisierungsgrade können das Fehlerpotential von Mengenermittlungen verringern, die somit zu exakten Berechnungen der Projektkosten führen.

Diese Arbeit befasst sich mit den Prozessschritten der Kostenberechnung, die Kostenschätzung kann analog erfolgen. Falls sich die Kostenschätzung auf Benchmarks der Nutzungen und deren Flächen bzw. Rauminhalte bezieht, sind jedoch sämtliche Brutto- sowie Nettowerte bezüglich der ÖNORM B 1800 stetig zu berücksichtigen, siehe Kap. 2.1.2.

Die Wertschöpfungskette BIM 5D kann generell in drei übergeordnete Folgen gegliedert werden, siehe folgende Abb. 33, oberer Bereich. Im unteren Abschnitt ist die Wertschöpfungskette übersichtlich dargestellt und dient als grafische Orientierung des Kapitels.

4 Automatisierung des digitalen Planungsprozesses mittels iTWO

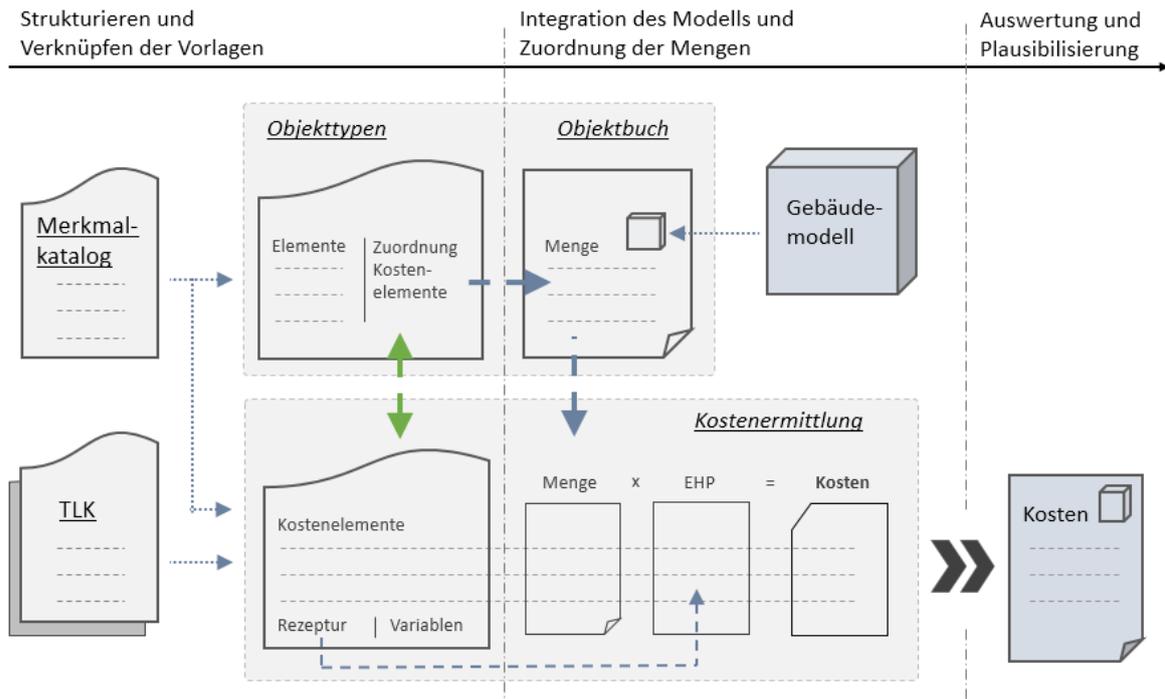


Abb. 33: BIM 5D - Prozessschritte

Zusätzlich zum Merkmalkatalog und den Teilleistungskatalogen sind die Module der Kostenermittlung und Objekttypen zu erstellen. Durch ihre Verknüpfungen sind die BIM 5D Vorlagen generiert. Die Mengenberechnung erfolgt im Objektbuch und leitet die Auswertung an die Kostenermittlung weiter, sodass abschließend die Kostenberechnung erstellt wird.

4.3.1 Merkmalkatalog

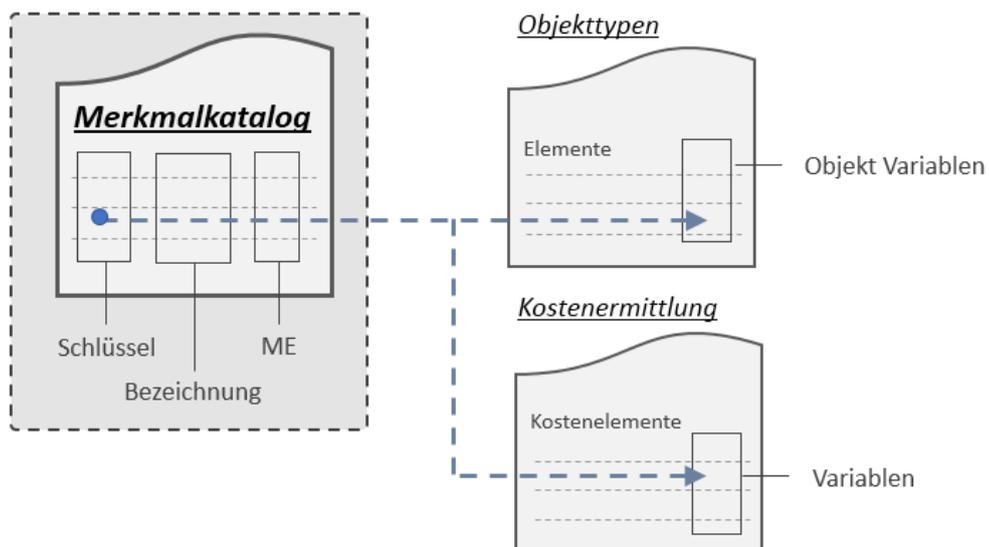


Abb. 34: Aufbau des Merkmalkatalogs und dessen Schnittstellen

Im Merkmalkatalog sind vorzeitig Variablen (Länge, Breite, Höhe usw.) zu definieren, die als Bindeglied der Vorlagen dienen und anschließend den Bezug zu den Parametern (Variablen) des Gebäudemodells herstellen.

Merkmale sind in Schlüssel, Bezeichnung und ME eingeteilt, wobei der Schlüssel als Abkürzung des Merkmals dient und in den Vorlagen der Kostenermittlung und den Objekttypen zuzuordnen ist, siehe Abb. 34. Während Objekttypen ein virtuelles Gebäudemodell mit Hilfe von Variablen erstellen, beziehen sich die Kostenelemente der Kostenermittlung auf die berechneten Mengen der vorbelegten Variablen.

Die Bezeichnung der Merkmale dient zur genauen Beschreibung des Schlüssels und fungiert lediglich als übersichtliche Kontrolle von Programmierungsarbeiten.

Von entscheidender Bedeutung ist die ME. Nicht nur ausgewertete Mengen müssen sich auf die richtige Einheit beziehen, sondern auch sämtliche Umrechnungen in der folgenden Rezeptur der Kostenelemente.

4.3.2 Kostenermittlung

Die Kostenermittlung fungiert als Ablagesystem der Kostenelemente. Entscheidende Prozessschritte sind in der Rezeptur, den Variablen sowie deren Instanzen anzufertigen und werden folglich beschrieben.

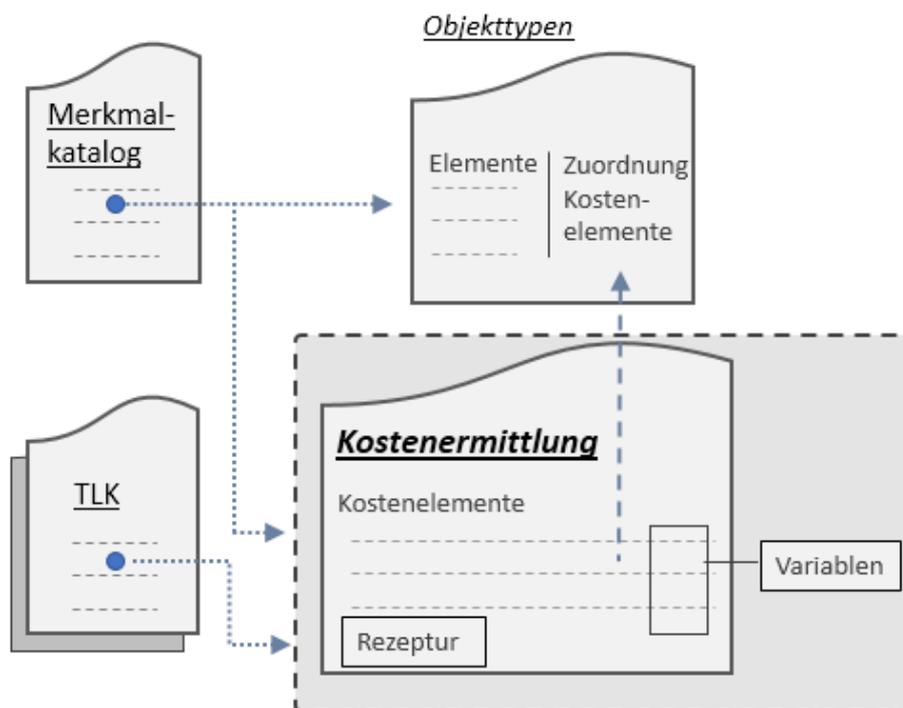


Abb. 35: Die Kostenermittlung und ihre Schnittstellen

Durch die Rezeptur werden Einheitspreise sämtlicher Kostenelemente (z.B. Bodenplatte) berechnet. Ihre Teilleistungen (Planum herstellen, Schalung Fundamentplatte usw.) sind wie ein Rezept zusammenzubauen und den Kostenelementen zuzuordnen.

Rezeptur					
Nr.	Kurztext	Mengenansatz	Menge	EP	GB
Pos 1	Planum herstellen	F	300,00	1,00	300,00
Pos 2	Schalung Fundamentplatte	2 x L + 2 x B	98,00	6,50	637,00
Pos 3	Stahlbeton	Vol	66,00	110,00	7.260,00
Pos 4	Betonstahlmatte	D x 80 x 0,08 x 0,001 x F	17,62	1.260,44	22.208,95

Abb. 36: Aufbau einer Rezeptur⁸⁰

Darüber hinaus dient der Mengenansatz zur Umrechnung der EHP geplanter Leistungen, die von unterschiedlichen Mengeneinheiten abhängen (€/m³, €/l^{fm}, €/m²) und mittels Umrechnungsfaktoren mitberücksichtigt werden können, sodass die Umrechnungen schlussendlich auf den Einheitspreis des Kostenelementes Bezug nehmen.

Auswertungen der Rezeptur können relativ oder absolut berechnet werden, jedoch basieren die weiteren Berechnungsschritte dieser Arbeit auf dem relativen Berechnungsansatz und wurden dementsprechend berücksichtigt.

Nach Erstellung der Rezeptur sind folglich die Mengen zu bestimmen. Zur automatischen Mengenermittlung sind die dazu gehörigen Prozessschritte in der folgenden Abb. 37 sinnhaft dargestellt.

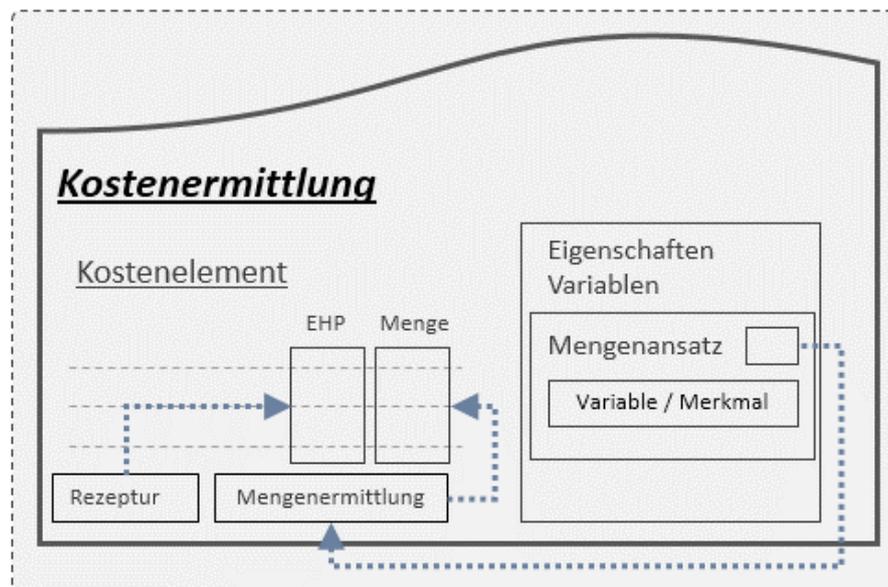


Abb. 37: Vereinfachter Workflow eines Kostenelementes

Der erste Prozessschritt definiert die Variablen bzw. Merkmale des Kostenelementes. Falls in den Umrechnungsfaktoren der Rezeptur Variablen verwendet werden, sind diese

⁸⁰ (RIB, iTWO Kostenermittlung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 29 ff.

ebenfalls zu berücksichtigen. Darauffolgend wird der automatische Workflow anhand der zusätzlichen Vorbelegung des Mengensplits sichergestellt.

Durch die Ausführung der folgenden Prozessschritte, siehe Kap. 4.3.3, stellen die angeordneten Variablen direkte Bezüge zum Objektbuch dar und die Mengen werden den Kostenelementen zugeordnet.

Die Auswahl von Instanzen bringt weitere Vorteile, da die bezogenen Bauteile und ihre Mengenergebnisse einzeln dargestellt werden. Besonders bei einer großen Anzahl an gleichen Bauteilen ist die Aufteilung in Instanzen hilfreich, siehe Abb. 38.

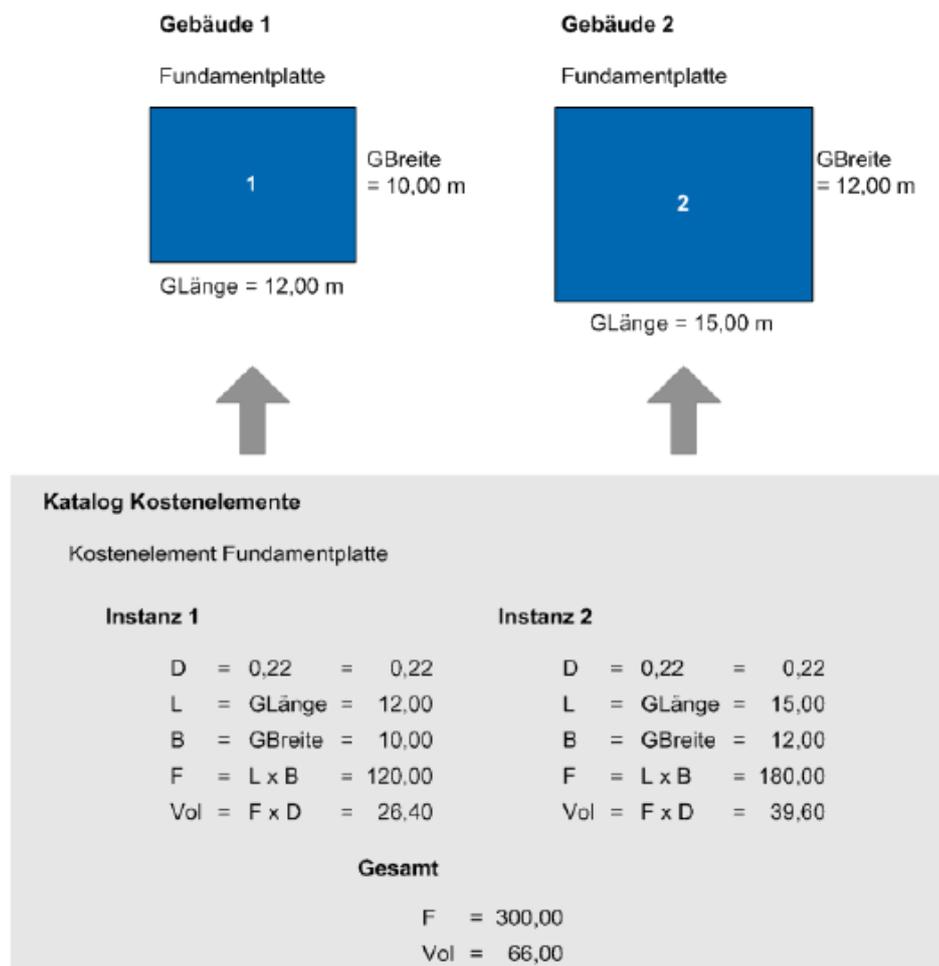


Abb. 38: Instanzen⁸¹

Die notwendigen Prozessschritte der Kostenermittlung sind somit beschrieben, doch bevor die Mengen automatisch berechnet werden, sind weitere Schritte in der Vorlage *Objekttypen* notwendig.

⁸¹ (RIB, iTWO Kostenermittlung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 44

4.3.3 Objekttypen

Objekttypen erstellen ein virtuelles Gebäudemodell mit vordefinierten Variablen, das anschließend dem 3D-Modell gegenübergestellt wird und somit automatische Mengenermittlungen sicherstellt. Abb. 39 stellt den grundlegenden Aufbau und weitere Zusammenhänge dar.

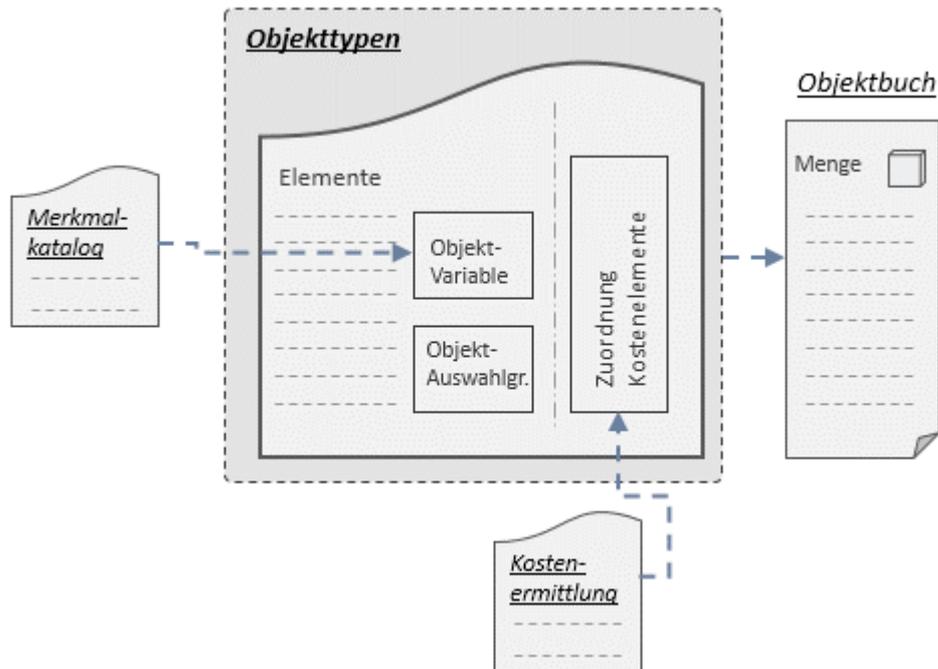


Abb. 39: Aufbau der Objekttypen

Entscheidende Prozessschritte finden in der Objekt-Variablen und Objekt-Auswahlgruppe statt, anschließend sind jedem Objekttypen die erstellten Kostenelemente zuzuordnen.

Anhand der Objekt-Variablen werden den virtuell erstellten Elementen (Wände, Geschößdecken usw.) genaue Parameter (Länge, Breite, Höhe) zugeordnet. Dies erfolgt anhand von Verknüpfungsvorgängen mit den vom Merkmalkatalog erstellten Variablen.

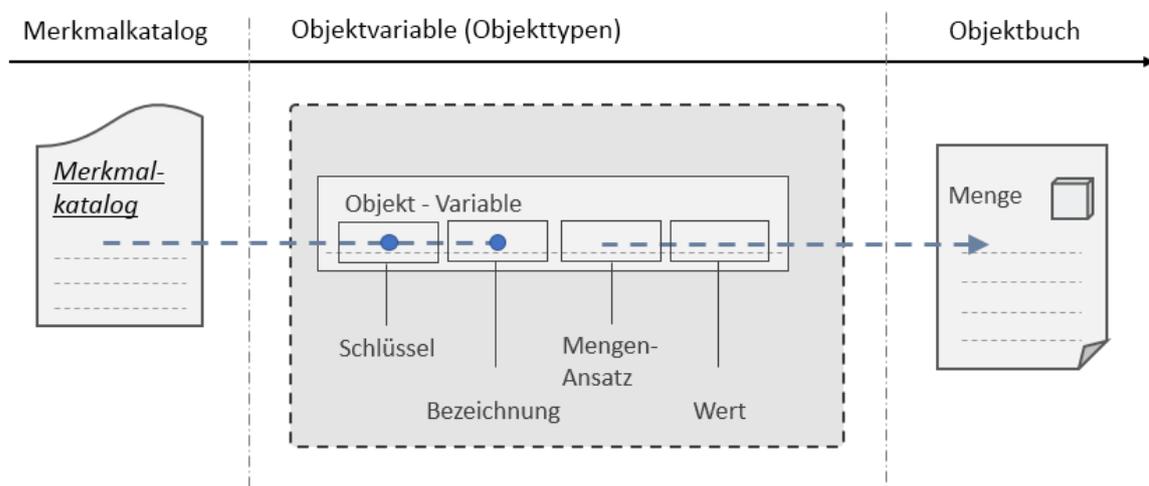


Abb. 40: Objekt-Variablen

Zusätzlich sind Mengenansätze, beispielsweise mittels `Var_Obj()`⁸², den Variablen zuzuordnen, sodass die programmierten Parameter des Modellelementes zugeteilt werden, siehe Abb. 41.

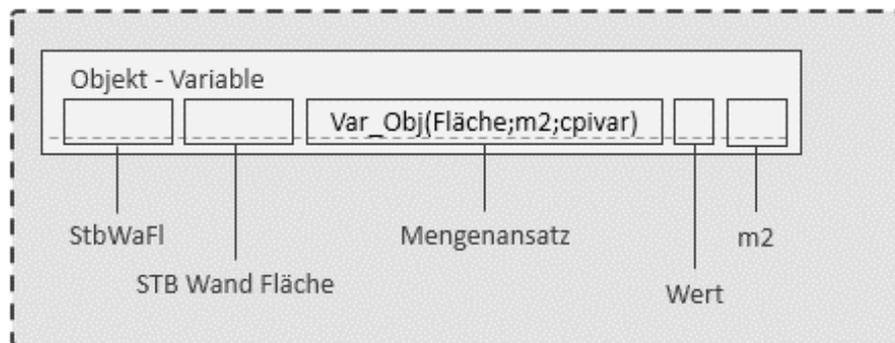


Abb. 41: Schnittstellen

Entscheidend ist jedoch, dass die entnommenen Werte des 3D-Modells mit Vorsicht zu genießen sind. Klare Überprüfungen müssen stattfinden, zum Beispiel, ob die Außenfläche oder die Seitenfläche anhand des Befehls *Fläche* berücksichtigt werden.

Die exakten Mengenwerte werden anschließend im Objektbuch zugeordnet und gewährleisten somit die projektspezifische Mengenermittlung.⁸³

Zur automatischen Zuteilung müssen dynamische Auswahlgruppen den einzelnen Bauelementen der Objekttypen zugeteilt werden, siehe folgende Abb. 42, linke Seite.

Auf der rechten Seite ist die Erstellung von dynamischen Objekt-Auswahlgruppen dargestellt. Die Formel wird durch den Befehl `Object()` erstellt, der Bezug zum 3D-Modell erfolgt innerhalb der Klammern.⁸⁴

⁸² (RIB, iTWO Objektbuch - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 58 ff.

⁸³ (RIB, iTWO Objektbuch - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 33

⁸⁴ (RIB, iTWO Objektbuch - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 55

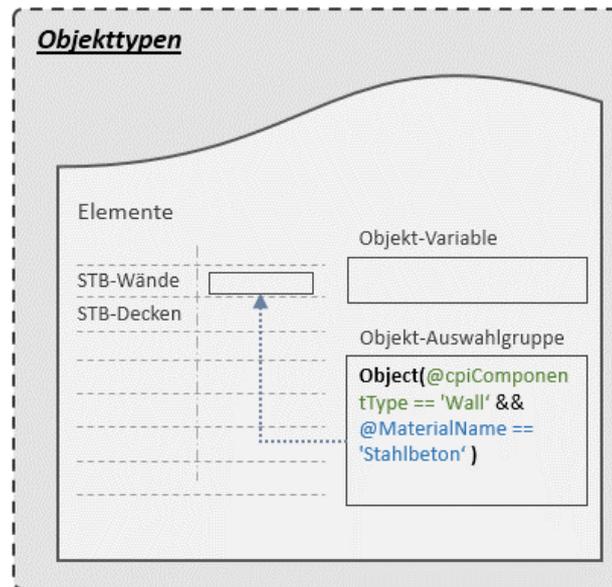


Abb. 42: Objekt - Auswahlgruppen

In einem weiteren Prozessschritt werden Objekttypen Kostenelemente zugeteilt, sodass eine direkte Verknüpfung zwischen Objekttypen und Kostenermittlung entsteht, siehe folgende Abb. 43.

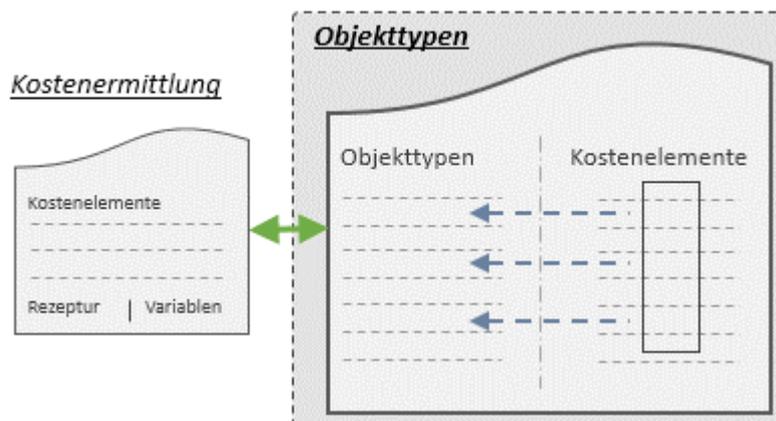


Abb. 43: Zuordnung der Kostenelemente mit Objekttypen und Verknüpfungsregel

Diese Verbindung ist für die Automatisierung des Prozesses sehr wichtig und anhand des grünen Pfeils gekennzeichnet.

So lange die Verknüpfung der Module (Objekttypen und Kostenermittlung) existiert, bestehen auch sämtliche Zuordnungen - die Kostenermittlung ist sozusagen mit dem Objekttypen verheiratet. Falls beispielsweise die zugeordnete Kostenermittlung gelöscht wird, verfallen sämtliche Verknüpfungen zu den Kostenelementen und zerstören die Prozessauswertung, sodass die Vorlagen erneut verknüpft werden müssen. Bei Einhaltung dieser Verknüpfungsregel ist der automatische Prozess gewährleistet.

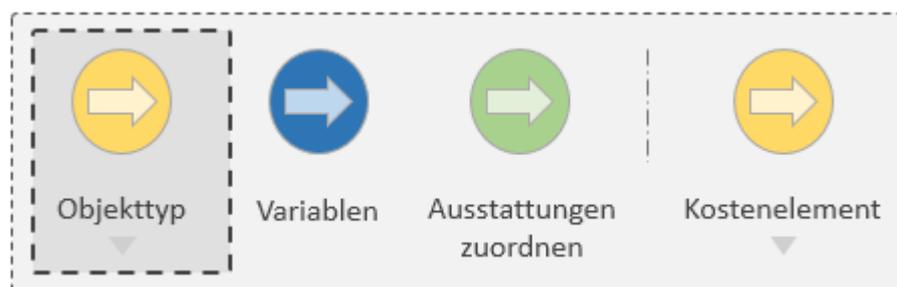


Abb. 45: Setzen der Objekttypen

Durch das Setzen der Objekttypen, siehe Abb. 45 linke Seite, entstehen Verknüpfungen zwischen den virtuellen Elementen und den Modellelementen, sodass die Mengen direkt in die Kostenermittlung übernommen werden.

4.3.5 Modellorientierte Kostenberechnung

Die modellorientierte Kostenberechnung ist schlussendlich das Ergebnis der Wertschöpfungskette und wird durch den Befehl *LV erstellen* abgeschlossen.

Um den Planungsaufwand so gering wie möglich zu halten, müssen die festgelegten Gliederungen, siehe Kap. 4.1.2, mitberücksichtigt werden, sodass sämtliche Zuordnungsschritte sinngemäß von Anfang an weitergeleitet werden.

Die folgende Abb. 46 stellt die Auswertung strukturierter TLK einer Kostenberechnung dar.

Kurztext	Menge	ME	Einheitspreis	Gesamtbetrag
BWK - Rohbau				47.502,52
Beton- und Stahlbetonarbeiten				38.425,89
Flachgründungen, Bodenkonstruktionen				7.642,79
Sauberkeitsschicht				713,25
Sauberkeitsschicht, Beton				713,25
Planum herstellen zul. Abweichung 2cm	79,25	m ²	1,00	79,25
Ortbeton Sauberkeitsschicht Beton C8/10 D 7cm	79,25	m ²	8,00	634,00
Fundamentplatten aus Beton				6.929,54
Fundamentplatten mit Perimeterdämm.				6.929,54
Trennlage PE-Folie D 0,2mm	75,49	m ²	0,80	60,39
Perimeterdämmung CG 0,045W/mK PB D 60mm	75,49	m ²	37,00	2.793,13
Schalung Fundamentplatte H 15-25cm	12,66	m ²	15,00	189,90
Bewehrung Betonstahlmatte BSt500M Lagermatte	898,27	kg	1,70	1.527,06
Bewehrung Betonstabstahl BSt500S	128,33	kg	2,50	320,83
Ortbeton Fundamentplatte Stahlbeton	75,49	m ²	27,00	2.038,23

Abb. 46: Ausschnitt der Kostenberechnung

4.3.6 Kontrollen und Adaptierung der Datenbank

Erstellungs- und Verknüpfungsvorgänge der Vorlagen erfordern sorgfältige und genaue Arbeitsschritte. Kontrollen sind jederzeit notwendig, sodass alle Modellelemente vollständig

zugeordnet werden, um die Gesamtheit an Informationen aus dem 3D-Modell automatisch zu berechnen. Darüber hinaus ist eine Übersicht der modellorientierten Vorgangsweise stetig beizubehalten, sodass fehlerhafte Verknüpfungen verhindert werden.

Im Objektbuch ist es möglich, die Vollständigkeit der Zuordnung zu kontrollieren, siehe Abb. 47.

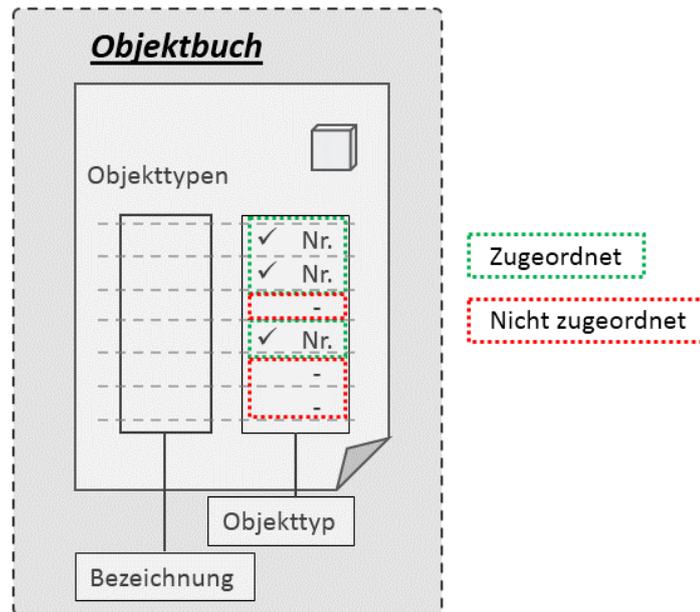


Abb. 47: Überprüfung der Zuordnung

Nach der Zuweisung von Objekttypen, siehe Abb. 45, erfolgt in der Spalte *Objekttyp* die Kontrolle. Die zugeordneten Objekttypen sind mittels Schlüssel hinterlegt und werden plakativ grün dargestellt. Nicht zugeordnete Objekttypen enthalten keinen Schlüssel und sind rot markiert. Das Resultat deutet auf zwei Fehler hin:

Einerseits kann das Problem in den Verknüpfungen der Objekttypen liegen, sodass das Objektbuch diese nicht erkennt. Um Anwendungsfehler zu vermeiden, sind die Verknüpfungen direkt nach der Programmierung der Vorlagen zu kontrollieren.

Andererseits enthält das 3D-Modell neu erstellte Bauteile, die in den Datenbanken und Vorlagen der Prozessschritte noch nicht mitberücksichtigt sind und unmittelbar in die Prozesskette integriert werden müssen, siehe auch Kap. 3.3.3.

4.4 Ausschreibungs-LV und Kostenanschlag

Die automatische Erstellung von Leistungsverzeichnissen ist besonders in der Ausführungsphase vorteilhaft, da aufwändige Mengenberechnungen reduziert und manuelle Positionszuordnungen übergangen werden können.

Die Wertschöpfungskette ist in drei übergeordnete Folgen gegliedert, siehe Abb. 48, oberer Abschnitt. Die folgenden Prozessschritte werden im unteren Bereich überblicksmäßig dargestellt.

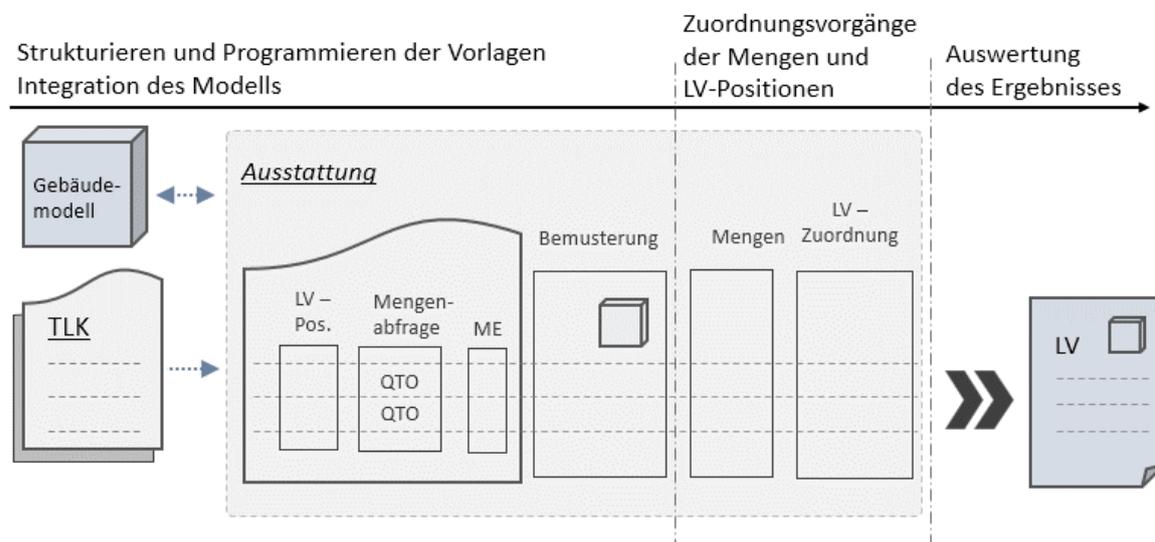


Abb. 48: Prozessschritte zur Ermittlung des Ausschreibungs-LV

Nach Erstellung des TLK und nach dem Import des standardisierten Leistungsbuches, folgen die Prozessschritte in der Ausstattung. Durch die Zuteilung von Mengenabfragen können die Mengen aus den Konstruktionsdaten des CAD-Modells berechnet werden. Zusatz- und weitere relevante Positionen müssen stetig mitberücksichtigt werden. Abschließend ist das modellorientierte Ausschreibungs-LV auszuwerten.⁸⁵

4.4.1 Ausstattung

Die Ausstattung dient als bauteilorientierte Mengenermittlung. Durch den Import des Gebäudemodells liegen dreidimensionale Daten vor, aus denen gezielt Mengen übernommen und den einzelnen Positionen zugeordnet werden.⁸⁶

Neben der zeitlichen Ersparnis im Vergleich zu manuellen Mengenberechnungen, können Rechenfehler gleichzeitig verringert werden. Überdies sind die vorprogrammierten Formeln in der Ausstattung gespeichert und können im nächsten Projekt wiederverwendet werden.

⁸⁵ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 22 ff.

⁸⁶ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 9

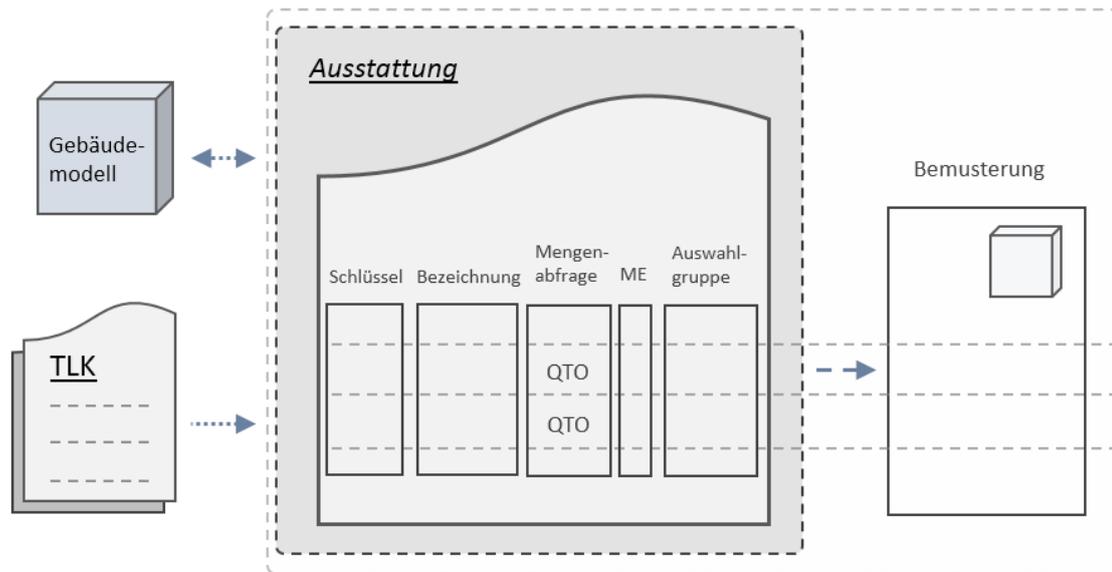


Abb. 49: Aufbau der Ausstattung

Abb. 49 stellt den Aufbau der Ausstattung und die Zusammenhänge zur Bemusterung sinnhaft dar. Die dargestellten Spalten: *Schlüssel*, *Bezeichnung*, *Mengenabfrage*, *Mengeneinheit* sowie die *Auswahlgruppe*, haben entscheidenden Einfluss auf die Prozessschritte.

Dem *Schlüssel* und der *Bezeichnung* ist nach der ÖNORM A 2063:2015 besonderes Augenmerk zu geben.

*Bei einem LV oder Teil eines LV mit Bezug zu einer LB ist die Gliederung von der LB zu übernehmen. Die LV-Positionsnummern ergeben sich unmittelbar aus der entsprechenden LB-Positionsnummer.*⁸⁷

Zusätzlich besagt die Norm:

*Die Überschriften und die ständigen Vorbemerkungen aller übergeordneten Hierarchiestufen sind für die ausgewählten wählbaren Vorbemerkungen und Positionen aus der LB zu übernehmen.*⁸⁸

Nach dem Import von Datenträgern, standardisierten Leistungsbüchern sind fundamentale Maßnahmen gesetzt, um das Ausschreibungs-LV nach der ÖNORM A 2063:2015 auszuwerten, siehe folgende Abb. 50.

⁸⁷ (ÖNORM A 2063, 2015-07-15) Kapitel 6.4.1 - LV mit Gliederung, Seite 18

⁸⁸ (ÖNORM A 2063, 2015-07-15) Kapitel 6.4.1 - LV mit Gliederung, Seite 18

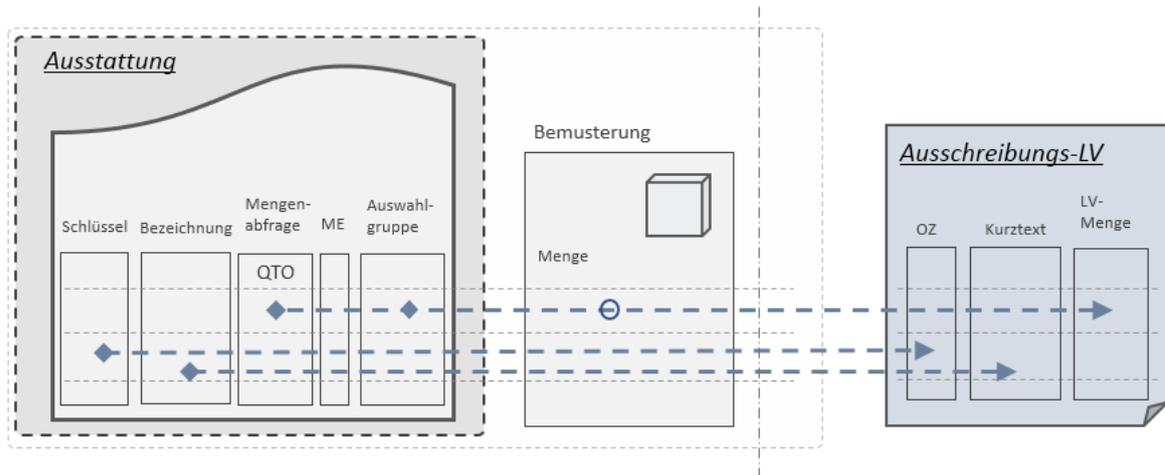


Abb. 50: Flow für LV-Positionen mit Bezug zum LB ⁸⁹

Darauffolgende Mengenabfragen und Auswahlgruppen sind ebenfalls von der LV-Position abhängig.

Die Formulierung der Mengenabfrage ist uneingeschränkt möglich. Da sich viele Positionen einer ULG lediglich von einzelnen Parametern unterscheiden, führen geschickte Aufteilungen zu erheblichen Aufwandsreduzierungen.

Diese Trennung von übereinstimmenden Parametern einer ULG mit den unterscheidenden Parametern einer Position findet anhand der Trennung von Mengenabfragen und Auswahlgruppen statt, siehe Abb. 51.

Diese Methode ist zur Vermeidung von langen, teilweise verwirrenden, Formeln in der Mengenabfrage sehr vorteilhaft.

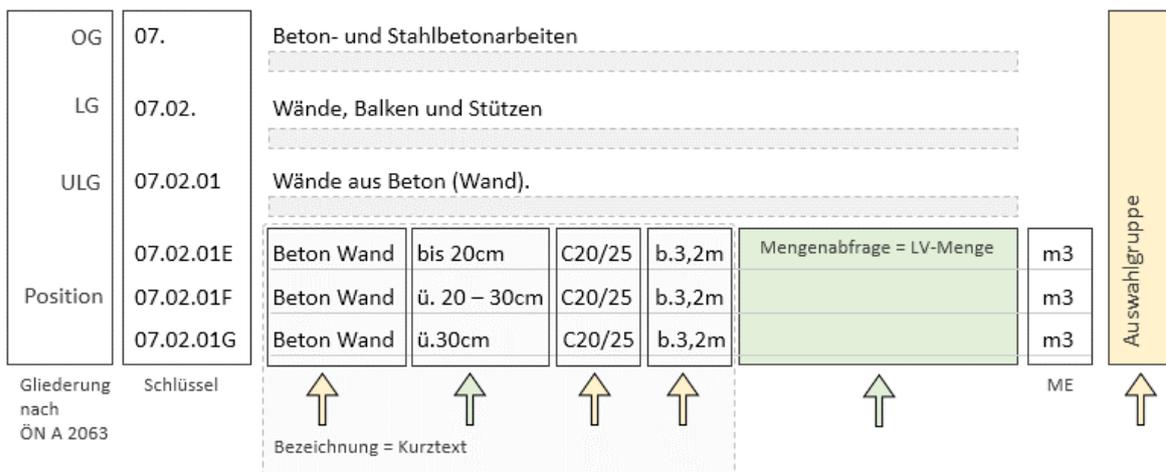


Abb. 51: Aufteilung in Mengenabfrage und Auswahlgruppe

⁸⁹ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 119 ff.

Abb. 51 stellt den Aufbau des standardisierten Leistungsbuches von Stahlbetonwänden der LG 07.02 dar. Die markierten Parameter werden in Mengenabfrage und Auswahlgruppe aufgeteilt.

4.4.2 Mengenabfrage (QTO) und Mengeneinheit (ME)

Die QTO - Mengenabfrage ist das Herzstück zur Mengenermittlung des Ausschreibungs-LV. QTO steht für den englischen Begriff Quantity Take Off⁹⁰, übersetzt: Aufmaß.

Durch die Erstellung von QTO-Formeln werden Mengen aus dem 3D-Modell berechnet und den LV-Positionen zugeordnet. Folgende Abbildung stellt den Aufbau bildhaft dar.

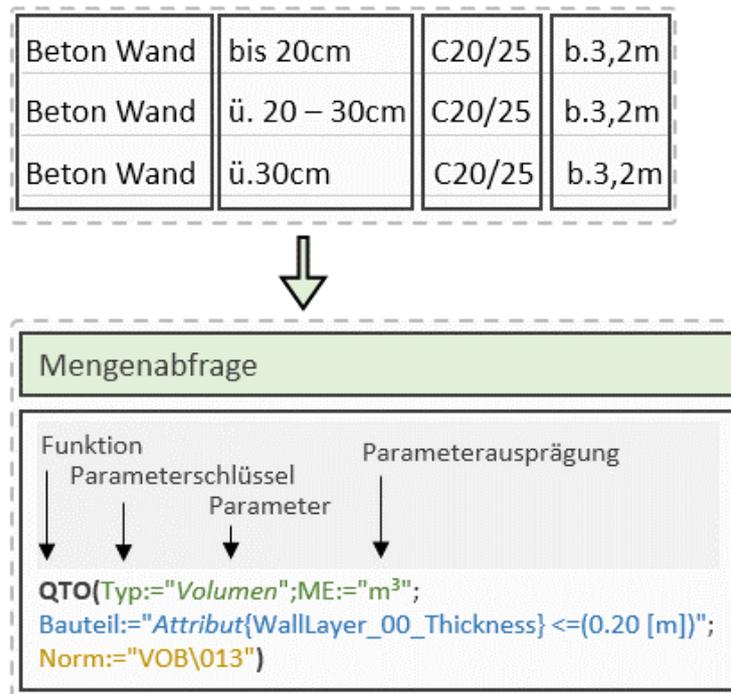


Abb. 52: Aufbau einer QTO Formel

Durch den Befehl `QTO()` wird die Funktion erstellt, weitere Befehle erfolgen innerhalb der Klammern.

Der Aufbau wird allgemein in Parameterschlüssel, Parameter und die Parameterausprägung unterschieden.

Mittels Parameterschlüsseln können alle Informationen zur Mengenermittlung der Teilleistungen aus dem 3D-Modell herausgefiltert werden. Der Parameterschlüssel `Typ` gehört zu jeder QTO-Mengenabfrage, weitere sind optional anwendbar.⁹¹

⁹⁰ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 42

⁹¹ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 44

Die Untermenge der Parameterschlüssel sind Parameter. Beispielsweise berechnet die Formel der Abb. 52 das Volumen. Der Parameter des Parameterschlüssels Typ muss der Mengeneinheit (ME) jeder LV-Position entsprechen.⁹²

Durch die Parameterausprägung kann die Untermenge der Parameter erstellt und fest verankert werden.⁹³

In Österreich basieren die Mengenerrechnungen auf der ÖNORM B 2110 - Werkvertragsnorm. Generell sind zwar vorinstallierte Normen durch den Parameterschlüssel *Norm* enthalten. Allerdings sind österreichweite Werkvertragsnormen, im Gegensatz zu der VOB in Deutschland und weiteren Richtlinien, nicht eingearbeitet. Normenspezifische Mengenerrechnungen sind daher beispielsweise nach Öffnungsbedingungen oder geometrischen Abzugsbedingungen zu formulieren.

Im Kapitel 6 Zukunftsausblicke wird die Frage nach einem möglichen Kulturwandel im Bereich „Abrechnung“ aufgeworfen.

4.4.3 Bemusterung durch Objekt-Auswahlgruppen

Übereinstimmende Parameter einer ULG (z.B. Bauteil, Material, Expositionsklasse usw.) werden anhand dynamischer Auswahlgruppen gruppiert, siehe folgende Abb. 53. Das Setzen von Formeln charakterisiert die Auswahlgruppen, die im unteren Abschnitt dargestellt sind.

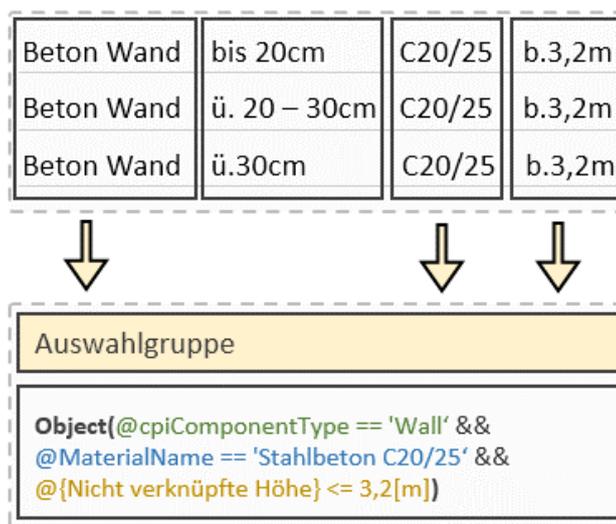


Abb. 53: Bezug Position zur Auswahlgruppe

⁹² (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 49

⁹³ (RIB, iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 49

Durch Formulierungen der dynamischen Auswahlgruppe wird die QTO-Mengenabfrage verkürzt und somit der Programmierungsaufwand erheblich verringert. Die Auswahlgruppen sind den LV-Positionen separat zuzuordnen.

Die Auswahl von exakt definierten Parametern ist für Automatisierungen entscheidend. Zusammenhänge zwischen den Informationen des 3D-Modells und den verwendbaren Parametern sind vorzeitig zu überprüfen. Die Recherche hat vor der Programmierung von Vorlagen zu erfolgen, da die Parameter des 3D-Modells mit den Funktionen übereinstimmen müssen und sich projektspezifisch nicht ändern dürfen. Dementsprechend ist ein standardisierter Aufbau entscheidend.

Nach den Rechercharbeiten zur Bestimmung entscheidender Parameter sind die Auswahlgruppen so wirksam zu programmieren, dass die bevorstehende Mengenermittlung eines neuen Projektes, durch Einhaltung der Standardisierung, automatisch erfolgt.

Anlässlich der Verwendung von dynamischen Auswahlgruppen und der voreingestellten Grundeinstellung *Automatische Bildung von Auswahlgruppen bei Bemusterung von Objekten* wird das 3D-Modell, anhand der Mengenermittlung, automatisch bemustert.

4.4.4 Mengenermittlung

Die Mengenermittlung ist die endgültige Auswertung der erstellten Formeln. Ihr Ablauf ist in der folgenden Abb. 54 bildlich dargestellt.

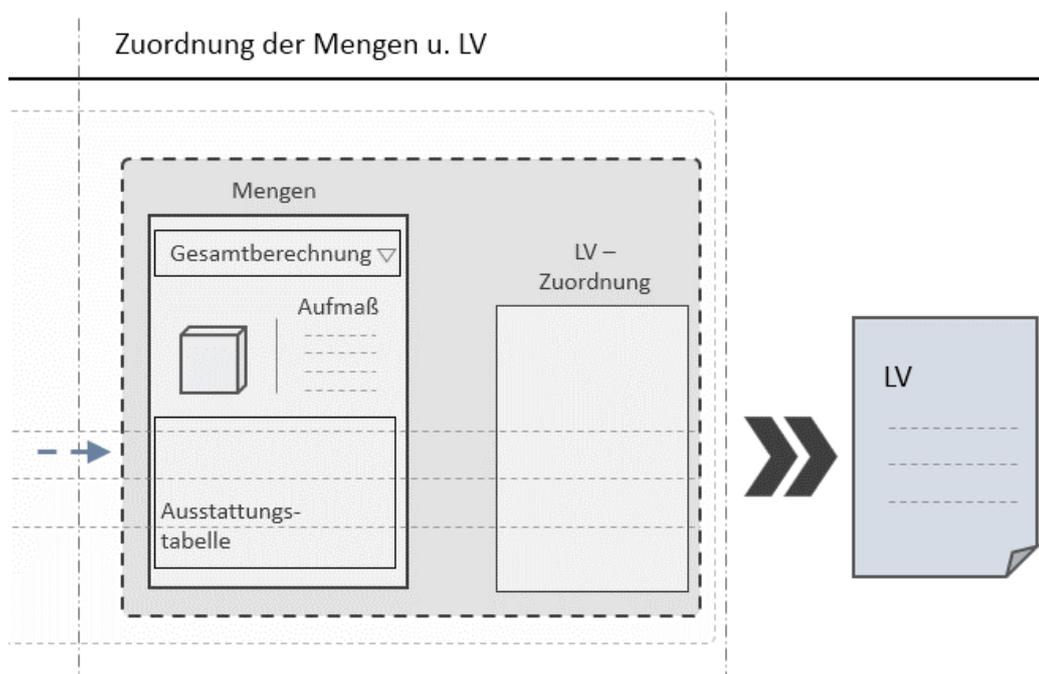


Abb. 54: Aufbau der Mengenermittlung (Fortsetzung von Abb. 49)

Die Gesamtberechnung ist für die Mengenermittlung ausschlaggebend, sodass die zugewiesenen Modellelemente in der Ausstattungstabelle aufgelistet werden.

4.4.5 Modellorientiertes Ausschreibungs-LV

Die Erstellung des modellorientierten Ausschreibungs-LV dient zur endgültigen Auswertung der Automatisierung.

Die Auswertung ist von der Vergabeeinheit abhängig, siehe Kap 2.2.1. Bei der Beauftragung eines GU ist die vollständige Auswertung sämtlicher Planungsleistungen in einem Leistungsverzeichnis möglich. Im Falle eines Beschlusses, die Bauleistungen durch Einzelvergaben abzuwickeln, sind die Positionen nach entsprechenden Gewerken aufzuteilen. Die Gliederungen sind sinngemäß von Anfang an zu berücksichtigen, damit Auswertungsaufwände so gering wie möglich gehalten werden.

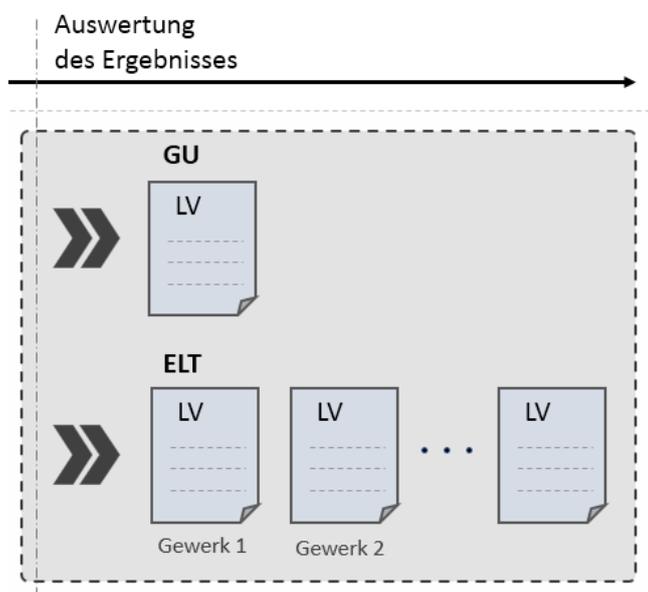


Abb. 55 Auswertung nach Vergabeeinheit

4.4.6 Kontrollen und Adaptierung der Datenbank

Die automatische Erstellung von Leistungsverzeichnissen erfordert eine sorgfältige und genaue Arbeitsweise. Um exakte Ausschreibungen zu erhalten, müssen Kontrollen jederzeit möglich sein.

Besonders Prüfungsvorgänge der Auswahlgruppen sowie die exakte Zuordnung aller Bauteile, sind entscheidend und werden im Folgenden beschrieben.

Die Kontrolle von Auswahlgruppen überprüft die vollständigen Zuordnungen der dynamischen Auswahlgruppen zu dem 3D-Modell. Dieser Vorgang ist besonders beim Import eines neuen Projektes hilfreich, sodass neu erstellte Modellelemente erkannt und in die Vorlagen neu eingearbeitet werden können.

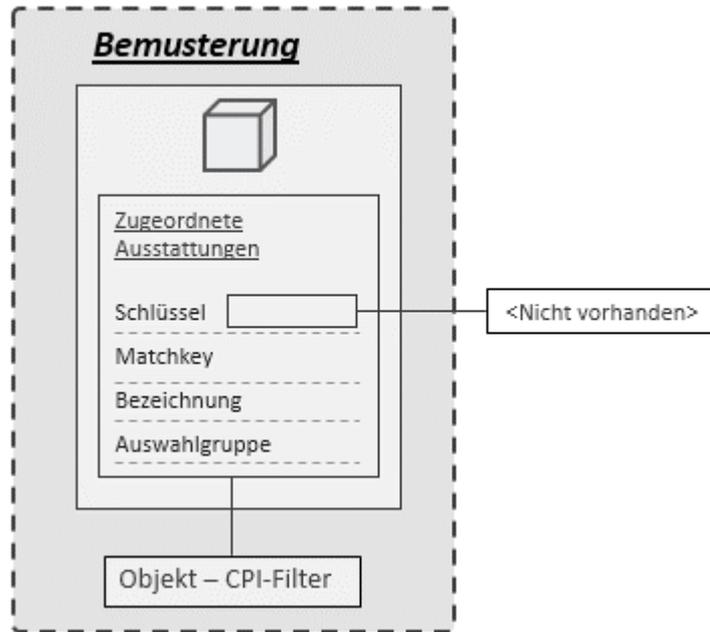


Abb. 56: Kontrolle nicht zugeordneter Bauteile

Die Überprüfung findet anhand des Objekt-CPI-Filters in der Kategorie *Zugeordnete Ausstattung Schlüssel* statt. Durch die Auswahl **<Nicht vorhanden>** werden die, nicht zu den Auswahlgruppen zugeordneten, Bauteile in der Objekt-Visualisierung dargestellt, die folglich zu plausibilisieren sind.

Eine weitere Kontrolle der LV-Zuordnung ist entscheidend, um fehlende modellierte Bauteile in der Auswertung zu erkennen und somit auch eine vollständige Zuordnung der Mengenermittlung sicherzustellen. Die Verknüpfungen sind im Prozessschritt *Modell Prüfung* zu kontrollieren, siehe folgende Abb. 57.

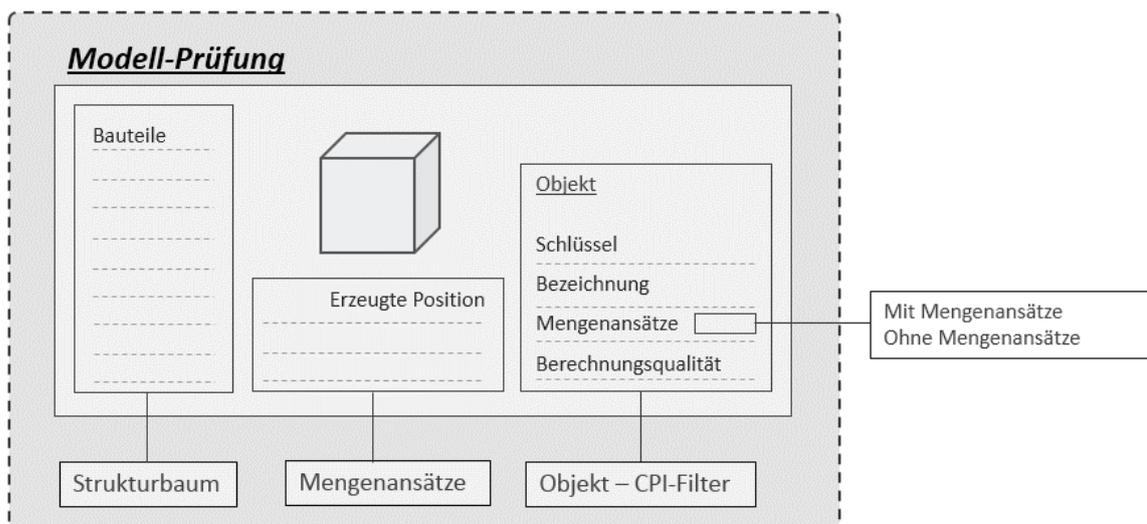


Abb. 57: Zuordnungskontrolle

Durch Anpassungsmaßnahmen des Andockfensters sind die Mengenansätze hinzuzufügen.

Die Bauteile sind im Strukturbaum auszuwählen, sodass die erfolgreich zugeordneten Mengensätze und die jeweilig erzeugte Position überprüft werden können.

4.5 BIM 4D - Terminplanung

BIM 4D Automatisierungen liefern besonders für Bauherren und Fachplaner ansprechende Ergebnisse, da abschließende Simulationen den Bauablauf virtuell nachverfolgen und genau plausibilisieren.

Die folgende Abb. 58 stellt einen Überblick über die Prozesskette dar und dient als grafische Orientierung des Kapitels.

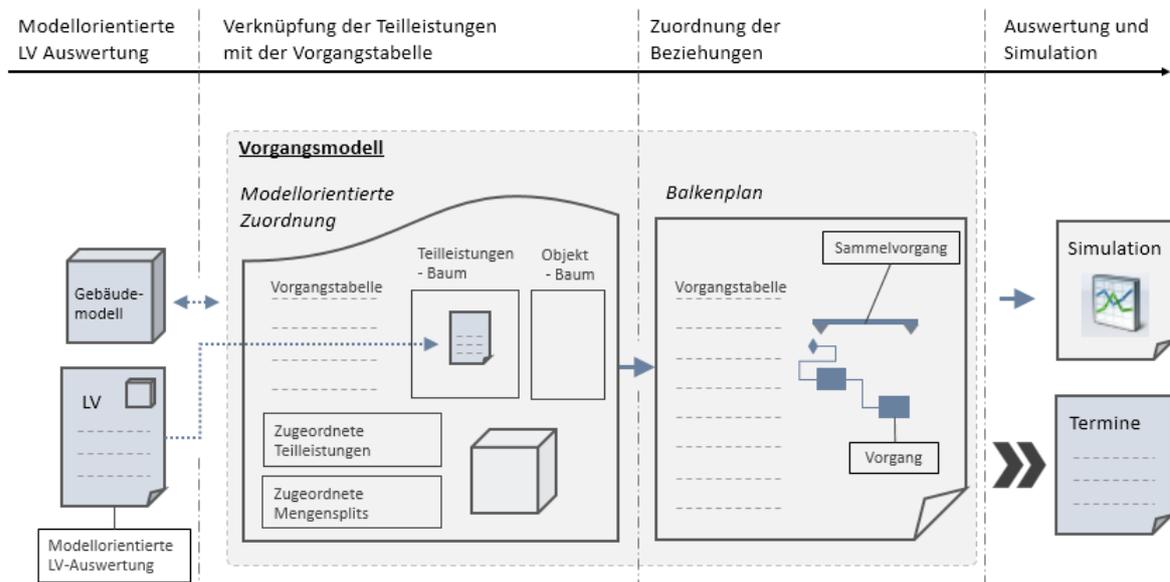


Abb. 58: Prozessschritte zur Terminermittlung

Allgemein werden die Prozessschritte im Vorgangmodell ausgearbeitet. Um den automatischen Prozess zu gewährleisten, sind vorzeitige Strukturierungsarbeiten im Gliederungskatalog und den Teilleistungskatalogen festzulegen. Anhand von modellorientierten Leistungsverzeichnissen werden die Positionen in das Vorgangmodell importiert und anschließend Zuordnungen zwischen den Teilleistungen und der Vorgangstabelle anschließend erzeugt.

Durch Verknüpfung der Vorgänge mit dem Balkenplan, sind Simulationen der Terminpläne möglich.

4.5.1 Verknüpfung modellorientierter LV Auswertungen mit dem Teilleistungen-Baum

Modellorientierte LV Auswertungen haben einen besonderen Charakter, da die erstellten Positionen direkt mit den Modellelementen verknüpft sind und somit grafisch einfach ausgewertet werden können.

Diese Verknüpfungen erfolgen durch die Auswertung der BIM 5D Planungsmethode oder der Automatisierung von Leistungsverzeichnissen, siehe folgende Abb. 59.

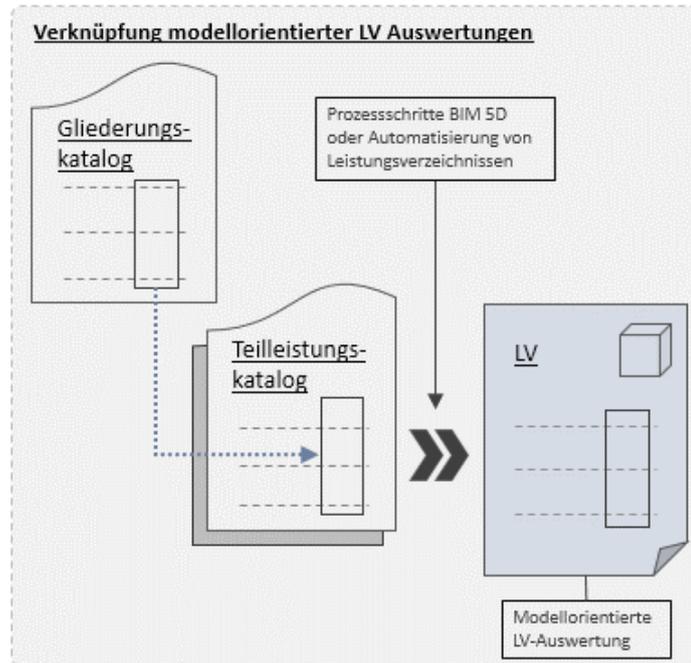


Abb. 59: Entscheidende Schritte zur Verknüpfung modellorientierter LV Auswertungen mit dem Teileleistungen-Baum

Neben den im Kap. 4.3 beziehungsweise 4.4 vorgestellten Prozessen kann analog eine neue Prozesskette exklusiv für die Terminplanung erstellt werden.

Nach der Verknüpfung des modellorientierten Leistungsverzeichnisses mit dem Vorgangsmodell, befinden sich die Teilleistungen anschließend im *Teilleistungen-Baum*.

4.5.2 Modellorientierte Zuordnung

Im Prozessschritt der modellorientierten Zuordnung sind die Positionen mit den Vorgängen der Vorgangstabelle zu verknüpfen.

Die Vorgangstabelle dient zur Strukturierung von Vorgängen und fungiert als Schnittstelle zum darauffolgenden Balkenplan. Je nach Planungsphase sind *Sammelvorgänge*, *untergeordnete Sammelvorgänge*, *Vorgänge*, *untergeordnete Vorgänge*, *Meilensteine* sowie *untergeordneten Meilensteine* erstellbar. Eine standardisierte Gliederung ist zur Weiterverarbeitung der Vorgänge vorteilhaft. Die Vorgangstabelle kann entweder manuell oder automatisch durch Zuweisungsbefehle erstellt werden.

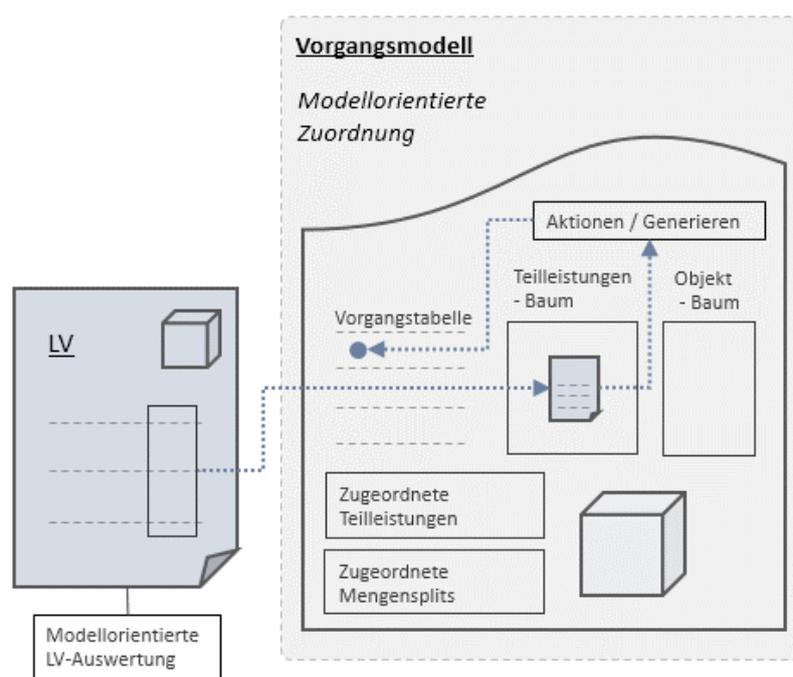


Abb. 60: Automatisierung der Vorgangstabelle

Abb. 60 stellt die erforderlichen Prozessschritte zur automatischen Erstellung der Vorgangstabelle dar.

Für die automatische Zuordnung müssen Gliederungsinformationen mit den Positionen (Teilleistungen) verknüpft sein. Nach dem Import des modellorientierten Leistungsverzeichnisses finden die weiteren Prozessschritte im Teilleistungen-Baum des Vorgangsmodells statt. Der Zuweisungsbefehl *Vorgänge aus Gliederungen generieren* erstellt sämtliche Vorgänge automatisch in der Vorgangstabelle.⁹⁴

Der beschriebene Prozess ist sehr vorteilhaft, da weder eine manuelle Erstellung von Vorgängen noch die Zuordnung per Drag and Drop ausgeführt werden muss. Die automatischen Zuordnungen sind jedoch mit Vorsicht zu genießen, da die Vorgänge chronologisch zum Bauablauf erfolgen müssen.

Manuelle Zuordnungen erfolgen über den Teilleistungen-Baum. Durch geschickt gewählte Filtervorgänge im *Objekt-Baum* sind die ausgewählten Modellelemente per Drag and Drop und anschließend mit dem Befehl *Mengensplits der sichtbaren Objekte* mit den Vorgängen zu verknüpfen. Anhand der Zuordnungssymbole können die Zuordnungen der Positionen ein weiteres Mal kontrolliert werden.⁹⁵

Bei vollständiger Zuordnung der Leistungen ist der Prozessschritt *Modellorientierte Zuordnung* abgeschlossen und der Balkenplan kann erstellt werden.

⁹⁴ (RIB, iTWO Vorgangsmodell - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 16 ff.

⁹⁵ a. a. O. Seite 53 ff.

4.5.3 Balkenplan

Der Balkenplan stellt Bauvorgänge sinnhaft dar, die durch zusätzliche Adaptierungsmaßnahmen von Zeiteinheiten für den darauffolgenden Terminplan entscheidend sind.

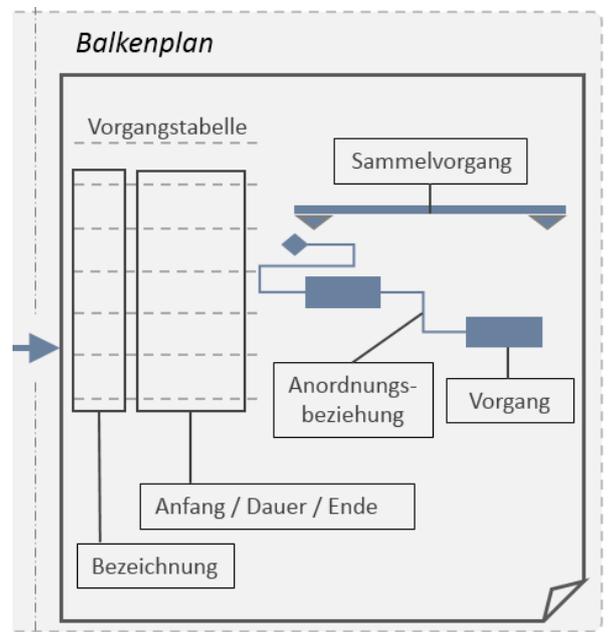


Abb. 61: Balkenplan

Die Gegenüberstellung der Vorgangstabelle mit der grafischen Balkendarstellung ist für den gesamten Prozessschritt bedeutend, siehe folgende Abb. 61. Die Vorgänge sind in *Bezeichnung*, *Anfangsdatum*, *Dauer* und *Enddatum* aufgebaut und werden per Drag and Drop in Beziehung zueinander gestellt und im beiliegenden Balkenplan automatisch dargestellt.

Durch die erstellte Verknüpfung korrelieren die Vorgänge untereinander und sind in Form von Pfeilen dargestellt. Zusätzlich können ihre Anordnungsbeziehungen in den Eigenschaften geändert werden.⁹⁶

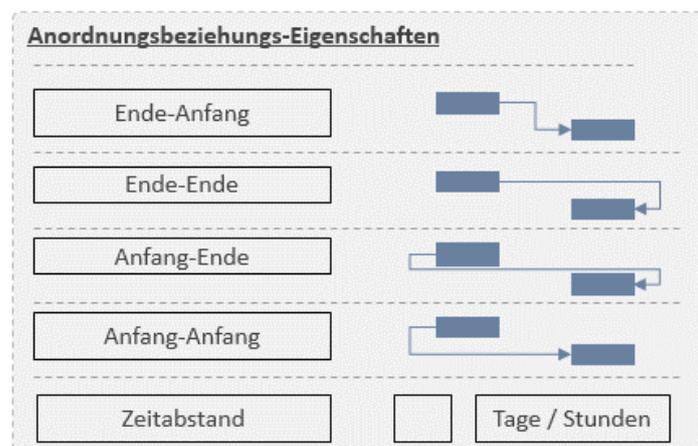


Abb. 62: Anordnungsbeziehungen

⁹⁶ (5D Institut, 2018), abgerufen am 14.02.2019 um 18:40

Abb. 62 stellt die Eigenschaften der Anordnungsbeziehungen dar. Pufferzeiten oder individuelle Abhängigkeiten werden durch die Auswahl des Zeitabstandes automatisch mitberücksichtigt.

Die Vorgänge sind an der Zeitachse überprüfbar, sodass abschließend der Terminplan simuliert werden kann.

4.5.4 Simulation und Auswertung

Die Simulation des Terminplans visualisiert den chronologischen Bauablauf. Für den Fachplaner sind besondere Vorteile klar erkennbar, da er die erstellten Vorgänge im zeitlichen Verlauf veranschaulichen und noch einmal plausibilisieren kann.

Durch die Betätigung der Simulation wird ein neues Fenster erstellt, sodass der Bauablauf anhand des Befehls *Abspielen* startet.⁹⁷

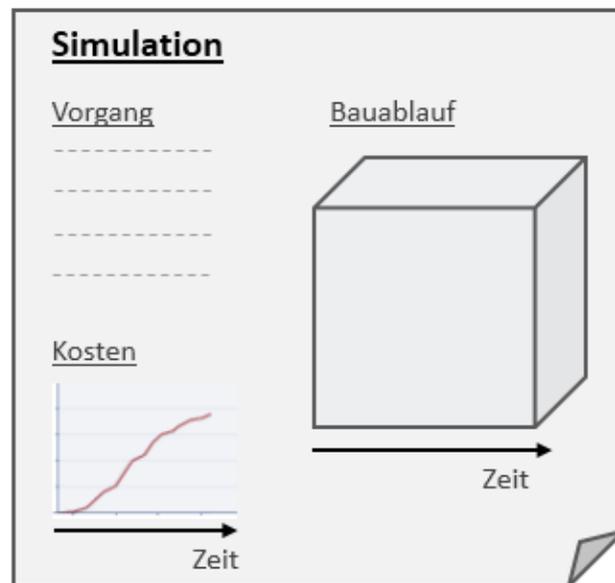


Abb. 63: Simulation

Die Simulation visualisiert die erstellten Vorgänge anhand Modellelementen. Die anfallenden Kosten werden zeitgleich gegenübergestellt, sodass der Bauherr zeitoptimierte Investitionsentscheidungen vereinfacht treffen kann und das Bauprojekt verständnisvoll visualisiert wird.

⁹⁷ (RIB, iTWO Vorgangsmodell - Benutzerhandbuch, 2018), Seite 127 ff.

5 Planungsaufwand

Die grundlegenden Handlungsbereiche der Qualitäts-, Kosten- und Terminplanung sowie die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen sind für eine erfolgreiche Projektabwicklung entscheidend.

Die beteiligten Fachplaner werden jedoch von vielen weiteren Faktoren beeinflusst. Besonders ihr Zeit- und Arbeitsaufwand sind maßgebende Komponenten für eine effiziente Projektumsetzung.

Um sämtliche Planungsleistungen exakt aufzuschlüsseln und dem Bauherrn zu vergüten, stehen den Fachplanern Honorarordnungen zur Verfügung. Sie erläutern besonders die Frage nach der Höhe des prozentuellen Aufwands, wie dieser bewertet werden kann und wie die Aufteilung der Planungsleistungen in den unterschiedlichen Projektphasen erfolgt.

Überdies sind die durch die Digitalisierung entstehenden Aufwandsverlagerungen genau zu überprüfen, sodass Vergütungen der zukünftigen digitalen Planungsleistungen vorausgesagt werden können.

5.1 Planungsleistungen

Für eine erfolgreiche Projektabwicklung sind Planungsleistungen genau zu definieren. Diese werden in der Kostengruppe 7 standardisiert mitberücksichtigt, siehe Abb. 8 PLL. Je nach Bauvorhaben werden unterschiedliche Fachplaner benötigt, sodass die Gesamtheit der vergüteten Planungsleistungen die KG7 ergeben.

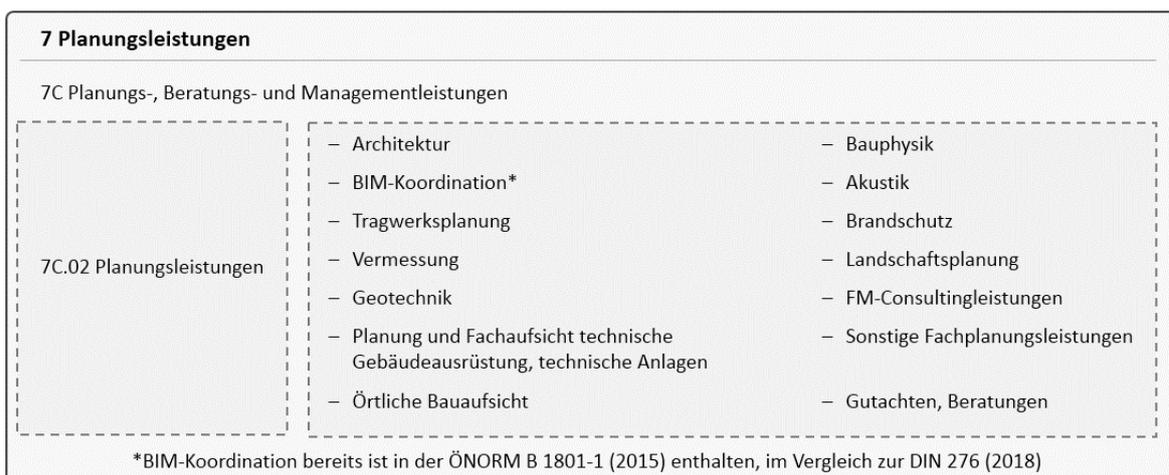


Abb. 64: Planungsleistungen - Kostengruppe 7⁹⁸

Abb. 64 stellt die Aufteilung der Planungsleistungen sowie die beteiligten Fachplaner anhand der ÖNORM 1801-1 in der Baugliederung 3. Ebene dar.

⁹⁸ (ÖNORM B 1801-1, 2015-12-01), Seite 23

Der Bauherr hat die Möglichkeit, Überlegungen zur generellen Einsatzform des Dienstleisters (Generalplaner, Einzelfachplaner, Projektsteuerung usw.) anzustellen, sodass die damit im Zusammenhang stehenden vertraglichen Bindungen der Projektbeteiligten geklärt werden.

Anschließend ist ein Dienstleistungs-Vertragsübersichtsplan zu erstellen, der die Grundlage für Schnittstellenabgrenzungen und Konkretisierungen der Leistungsbilder, Honorare, Termine und Fristen ermöglicht.⁹⁹

Durch die Verwendung von Honorarordnungen werden Berechnungsgrundlagen der zu erbringenden Planungsleistungen gegeben, die sämtliche Vergütungen bestimmen und als vertragliche Regelungen anhand von Dienstleistungsverträgen fungieren.

Die zu erbringenden Planungsleistungen sind nach Leistungsphasen (LPH 2 - Vorentwurf, LPH 3 - Entwurf usw.) aufgebaut, um den generellen Überblick der Planungsphasen zu gewährleisten.

5.1.1 Honorarordnungen: HOA, HIA, HOAI, LM.VM

Österreichweit dienen Ziel- und Aufgabenbeschreibungen als Hilfestellung zur Aufwandskalkulation für die Leistungsbilder der unterschiedlichen Ingenieurdienstleistungen und sind unter dem Namen HIA (Honorarinformation Architektur) angeführt. Die Kalkulation erfolgt nach dem prognostizierten Zeitaufwand. Die HIA ist jedoch nur eine Empfehlung und stellt kein gesetzlich vorgeschriebenes Preisrecht dar.

In Deutschland erfolgt die Honorarkalkulation auf Grundlage der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI).¹⁰⁰ Gemäß HOAI ist das Preisrecht zu beachten, sodass die Preisregelungen zu berücksichtigen sind, wobei allein das Honorar für Grundleistungen innerhalb der Mindest- und Höchstsätze beibehalten werden muss (§ 7 Abs. 1 HOAI 2013). Für Planungsleistungen, die keine Grundleistungen im Sinne der Leistungsbilder zur HOAI darstellen, kann das Honorar frei vereinbart werden.¹⁰¹

Österreichweit haben sich, analog zur HOAI, Leitfäden zur Aufwandskalkulation weiterentwickelt.

Besonders bekannt sind die Leistungs- und Vergütungsmodelle (LM.VM.2014) sowie der Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen, die als vorgeschlagene

⁹⁹ (FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stempkowski, Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Ing. Waldauer, Dipl.-Ing. Huber, & Dipl.-Ing. Rosenberger, Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 1: Grundlagen, 2019), Seite 16

¹⁰⁰ (DI Dr. Kovacic, 2012), Seite 12

¹⁰¹ (Dr. Angermeier, 2016), abgerufen am 09.04.2019 um 15:21

Kalkulationsrichtlinien dienen. Sie stellen jedoch kein gesetzlich vorgeschriebenes Preisrecht dar.

5.1.2 Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen

Der Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen stellt den Fachplanern ein rechtskonformes Werkzeug für die Erstellung von Dienstleistungsverträgen und die Kalkulation von Dienstleistungen zur Verfügung. Durch die Berücksichtigung tatsächlicher Kosteneinflussfaktoren und praktikabler Vertragsgestaltungen können genauere Leistungsbilder sowie nachvollziehbare Kostenermittlungen der Planungsleistungen erreicht werden.

Dem Bauherrn kommen einige Vorteile zugute, da die Erstellung von Dienstleistungsverträgen die optimale Grundlage zur gewünschten und erforderlichen Leistungserbringung bietet.

Für den Auftraggeber liegt die Herausforderung in der Definition gut strukturierter und klarer Vorgaben, sodass eine eindeutige Grundlage zur Leistungsabgrenzung erstellt, sämtliche Kostenbestandteile analysiert und somit auch der Leistungsumfang genau vereinbart werden.¹⁰²

- Dienstleistungsvertrag

Dienstleistungsverträge sind die vertragliche Grundlage und schaffen die rechtlichen Rahmenbedingungen zwischen dem BH und den Fachplanern.

Mögliche Vertragsbestandteile für Dienstleistungsverträge basieren auf dem Leistungsmodell, Vergütungsmodell, Terminmodell oder auf den rechtlichen Vertragsbestimmungen, siehe folgende Abb. 65.¹⁰³

¹⁰² (FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stempkowski, Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Ing. Waldauer, Dipl.-Ing. Huber, & Dipl.-Ing. Rosenberger, 2019), Seite 3 ff.

¹⁰³ a. a. O. Seite 16

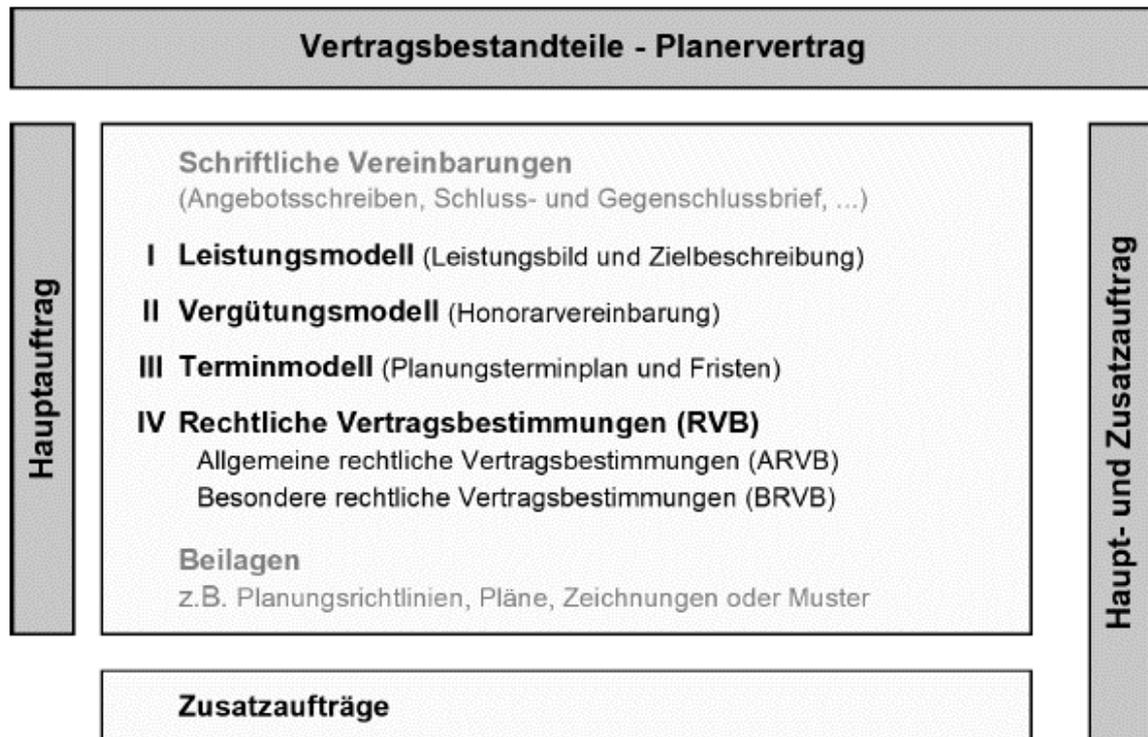


Abb. 65: Vertragsbestandteile - Planervertrag¹⁰⁴

Während das Leistungsmodell die Leistungsbilder und Zielbeschreibungen erfasst, dient das Vergütungsmodell der Honorarvereinbarung.

Darüber hinaus wird der Planungsterminplan und dessen Fristen im Terminmodell eingebracht. Zusätzlich werden die rechtlichen Vertragsbestimmungen (RVB) mitberücksichtigt und sämtliche Zusatzaufträge gesondert einbezogen.

Von Bedeutung ist, dass das Leistungsmodell mit dem Vergütungs- und Terminmodell stets in Zusammenhang steht.¹⁰⁵

5.1.3 Projekt- und Leistungsphasen

Sämtliche Dienstleistungsverträge basieren auf den Projekt- und Leistungsphasen, sodass der Übergang zu den Planungsphasen der ÖNORM 1801-1, siehe Abb. 5, sichergestellt und die Kommunikation der Planungsleistungen vereinfacht wird. Die Phasen werden wie folgt gegliedert, siehe Abb. 66.

¹⁰⁴ a. a. O. Seite 17

¹⁰⁵ a. a. O. Seite 6

Projektphase		Leistungsphase	
PPH 1	Projektvorbereitung		
PPH 2	Planung	LPH 1	Grundlagenanalysen
		LPH 2	Vorentwurf
		LPH 3	Entwurf
		LPH 4	Einreichplanung
PPH 3	Ausführungsvorbereitung	LPH 5	Ausführungsplanung
		LPH 6	Ausschreibung und Mitwirkung an der Vergabe
PPH 4	Ausführung	LPH 7	Begleitung der Bauausführung
		LPH 8	Örtliche Bauaufsicht
PPH 5	Abschluss	LPH 9	Objektbetreuung

Abb. 66: Überblick der Projektphasen und Leistungsphasen¹⁰⁶

Durch die Trennung der Leistungsphasen sind sämtliche Dienstleistungsverträge individuell gestaltbar, sodass zu erbringende Planungsleistungen entsprechender Fachplaner, die anhand von Leistungsbildern ausgeführt werden, genau definiert sind.

5.2 Aufwandsvergleiche

Generell sind digitale Planungsleistungen in der gesamten Wertschöpfungskette zu betrachten, da die Planungsmethode BIM auf der Erstellung eines Modells basiert und somit sämtliche Automatisierungen sichergestellt werden.

Dementsprechend sind die folgenden Aufwandsvergleiche auf den beschriebenen Leistungsphasen aufgebaut, um einen Überblick anhand grafischer Gegenüberstellungen zu schaffen.

Für die Begleitung der Bauausführung (LPH7) und Örtliche Bauaufsicht (LPH 8) werden Annahmen getroffen, da der Fokus dieser Diplomarbeit auf den LPH 3 bis LPH 6 basiert.

Folgende Aufwandswerte werden prozentuell berücksichtigt. Ihre Gesamtheit ergibt schlussendlich 100%.

Unter der Annahme, dass die McLeamy Kurve, siehe Abb. 15, einer Dichtefunktion entspricht, werden die prozentuellen Aufwandswerte, bis zu 50% aufsteigend kumuliert, ab 50% erhalten die Funktionen eine rückgehende negative Steigung.

¹⁰⁶ (FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stempkowski, Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Ing. Waldauer, Dipl.-Ing. Huber, & Dipl.-Ing. Rosenberger, Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 1: Grundlagen, 2019), Seite 11

5.2.1 Konventioneller Aufwand

Die Planungsleistungen des konventionellen Aufwands basieren auf den Kennwerten der HOAI 1996/2009¹⁰⁷, wobei die Leistungsphasen Vorbereitung der Vergabe (LP 6) und Mitwirkung bei der Vergabe (LP 7) zusammen betrachtet werden, da österreichweit die LPH 6 Ausschreibung und Mitwirkung der Vergabe als Einheit betrachtet wird, siehe Abb. 66. Die Zusammenführung ist, meines Erachtens, möglich da deutsche Leistungsbilder der HOAI mit den Leistungsbildern des Leitfadens zur Kostenabschätzung entsprechen.

Die folgenden Auswertungen beziehen sich bewusst auf den Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen, da dieser insbesondere auf die Planungsmethode BIM Bezug nimmt und somit auch weitere wissenschaftliche Arbeiten auf dieser Grundlage basieren könnten.¹⁰⁸

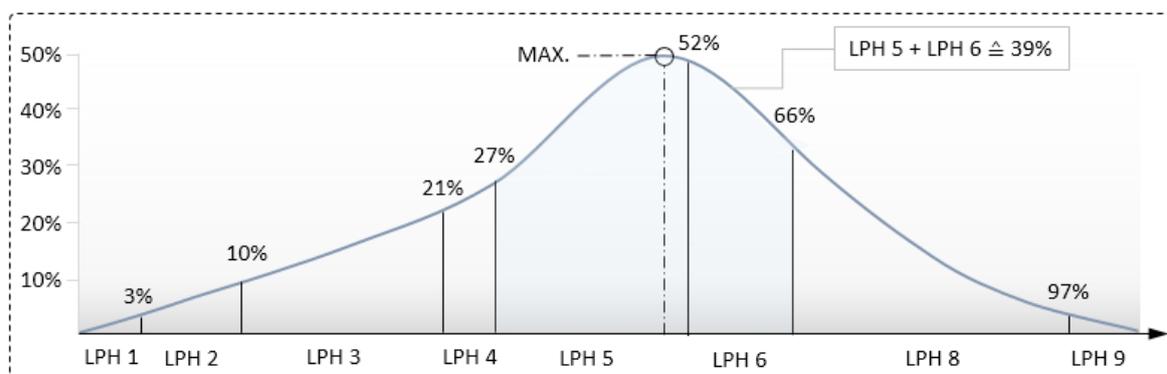


Abb. 67: Konventioneller Aufwand - HOAI 1996/2009

Abb. 67 stellt den konventionellen Aufwand grafisch dar. Die Funktion entspricht annäherungsweise dem Aufwand des konventionellen Planungsprozesses aus dem Kap. 3, siehe Abb. 15, mit folgenden Rückschlüssen.

Die Funktion weist, innerhalb der LPH 1 bis LPH 4, eine flache Steigung auf. Im Vergleich dazu ist während der LPH 5 ein deutlicher Steigungsanstieg bemerkbar, da die LPH 5 den gesamten Planungsaufwand zu 25% umfasst.

Die darauf resultierende Ausschreibung und Mitwirkung der Vergabe erfolgt mit 14%, so dass die Planungsaufwände der LPH 5 und LPH 6, 39% des gesamten Planungsaufwands betragen.

¹⁰⁷ (Simmendinger, 2009), abgerufen am 28.05.19 um 17:43

¹⁰⁸ (FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stempkowski, Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Ing. Waldauer, Dipl.-Ing. Huber, & Dipl.-Ing. Rosenberger, Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 2: Objektplanung, 2019), Seite 2

5.2.2 Aktuelle Aufwände

Die aktuellen Aufwände von Planungsleistungen wurden anhand einer Befragung, an zwei Unternehmen, ermittelt. Diese Befragung beinhaltet aktuelle- sowie zukünftige Aufwandswerte der LPH 1 bis LPH 9.

Planungsaufwände hängen sehr stark von der Art des Projektes ab, da klassische Wohnbauten meist standardisierte Vorgänge aufweisen im Vergleich zu Krankenhäusern, Fachmarktzentren oder Industriehallen.

Um die Ergebnisse einheitlich auswerten zu können beziehen sich die Projekte auf neugebaute Bürogebäude. Der Umfang der BWK umfasst ca. 20 Millionen Euro.

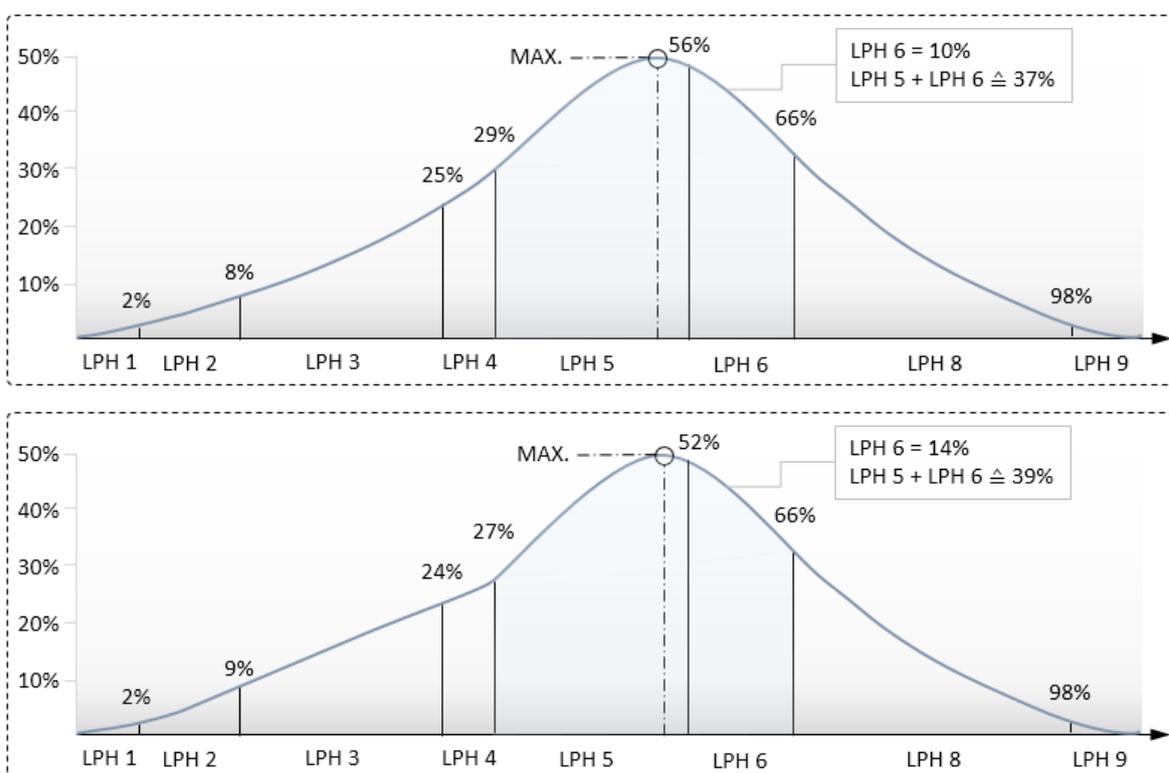


Abb. 68: Aktuelle Aufwände - Unternehmen 1, Unternehmen 2

Abb. 68 stellt die aktuelle Aufteilung von Planungsaufwänden der beiden Unternehmen grafisch dar.

Die Funktionen weisen auf eine erhöhte Steigung innerhalb der Entwurfsplanung und deuten auf einen frühzeitigen erhöhten Planungsaufwand der BIM orientierten Planungsmethode.

Darüber hinaus sind LPH 5 und LPH 6 im Vergleich zum konventionellen Aufwand jedoch relativ ähnlich. Meines Erachtens liegt der getätigte Aufwand jedoch nicht nur an der Ausführung der Planungsleistungen, sondern ebenfalls an den Weiterentwicklungen des BIM-gestützten Planungsprozesses und folglich auch an den Automatisierungen.

5.2.3 Zukünftige digitale Aufwände

Zukünftige digitale Aufwände sind aktuell noch schwierig vorhersehbar, da die Abstimmung von Modellelementen den BIM-gestützten Planungsprozess erheblich beeinträchtigen und sich diese, je nach Einsatzform der Fachplaner (Generalplaner, Einzelfachplaner, Projektsteuerung usw.) signifikante Unterschiede aufweisen.

Überdies stellt die folgende Abb. 69 mögliche Entwicklungen von zukünftigen Planungsaufwänden dar.

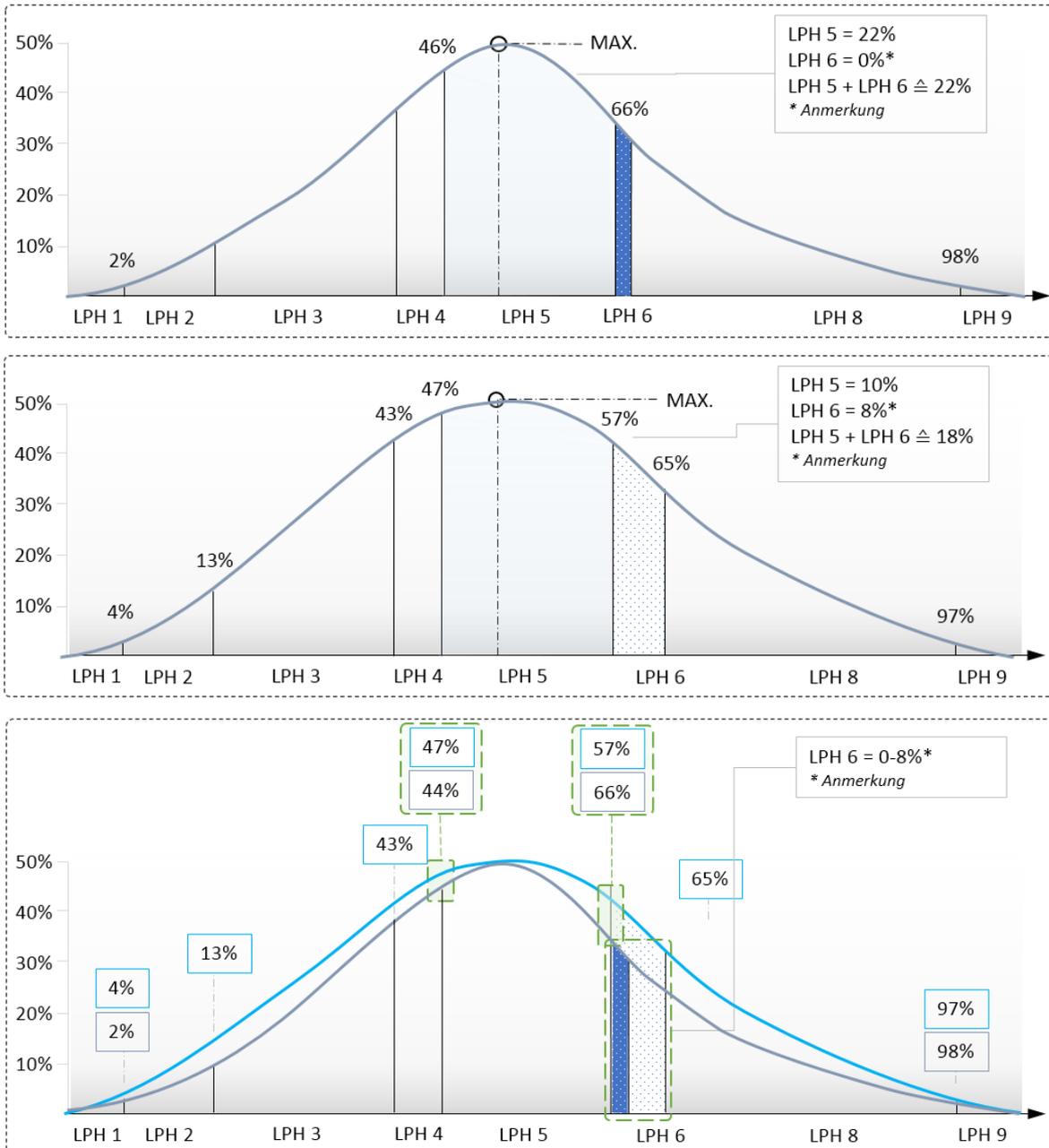


Abb. 69: Zukünftige digitale Aufwände - Unternehmen 1, Unternehmen 2

Die Funktionen weisen, innerhalb der LPH 1 bis LPH 4, weitaus strenge Steigungen auf. Speziell LPH 2 und LPH 3 sind von künstlerischen und kreativen Prozessen betroffen.

Entscheidend sind technische Optimierungen der Zieldefinitionen und Bedarfsgrundlagen des Bauherrn. Darüber hinaus sollte die architektonische Gestaltung im Fokus liegen, die vorzeitig keinen besonders hohen Detaillierungsgrad benötigt. Die Planung der kreativen Prozesse erfolgt projektspezifisch und hat somit einen besonderen Einfluss auf die Erhöhung der LPH 2 bis LPH 3.

Die Ausarbeitung von detaillierten Lösungen findet somit in der LPH 5 statt. Der zunehmende Detaillierungsgrad kann anhand standardisierter Elemente vereinfacht werden, die somit auch in der LPH 6 zu abgestimmten Prozessen führen.

Interessante Entwicklungen sind in der Ausführungsplanung sowie Ausschreibung und Mitwirkung der Vergabe ersichtlich. Die geschätzten Aufwände der LPH 5 und LPH 6 liegen, in beiden Fällen, bei ca. 18-22%.

Der größte Unterschied ist in der LPH 6 ersichtlich. In der oberen Grafik werden ihre Aufwände auf 0% geschätzt, während die geschätzten Planungsaufwände, der LPH 6, in der unteren Grafik bei ca. 8-10% liegen.

Direkte Vergleiche der beiden Grafiken sind jedoch schwierig zu treffen, da die Effizienz von vielen Faktoren abhängt. Die Faktoren werden in der folgenden Anmerkung zusammengefasst.

- * Anmerkung

Speziell die LPH 6 ist von den implementierten Informationen der Modellelemente abhängig, um digitale Automatisierungen durchführen zu können. Die befragten Unternehmen geben an, dass lediglich abgestimmte Informationsweitergaben die digitalen Prozesse vereinfachen und somit auch Planungsaufwände der LPH 6 reduzieren.

Aktuell stehen den Unternehmen drei BIM fähige AVA-Programme (iTWO, Auer, ABK) zur Verfügung, wobei iTWO den direkten Import des Modells sicherstellt. Der Import basiert auf abgestimmten Modellelementen, die somit automatisiert ausgewertet werden können. Nicht abgestimmte Modellelemente müssen erkannt und somit auch neu in der Datenbank gespeichert werden, siehe auch Kap. 3.3.3.

Die Planungsmethode Open BIM, also eine Datenübertragung externer Fachplaner über IFC Schnittstellen, ist aktuell mit erhöhtem Aufwand verbunden, da die entsprechende Abstimmung von Modellelementen nicht gegeben ist.

Die zukünftigen digitalen Aufwände der Abb. 69, siehe obere Grafik, beziehen sich dementsprechend auf eine schlüssige Datenübertragung und abgestimmte Modellelemente. Die Experten sind sich einig, dass die Weiterentwicklung des standardisierten Merkmalsservers, siehe Kap. 3.2.2, die Open BIM Planungsmethode maßgebend beeinflusst.

5.2.4 Aufwandsvergleich - konventioneller, aktueller und digitaler Aufwände

Die folgende Abb. 70 stellt die beschriebenen konventionellen, aktuellen und digitalen Planungsaufwände gegenüber, um eine Übersicht des digitalen Trends zu schaffen.

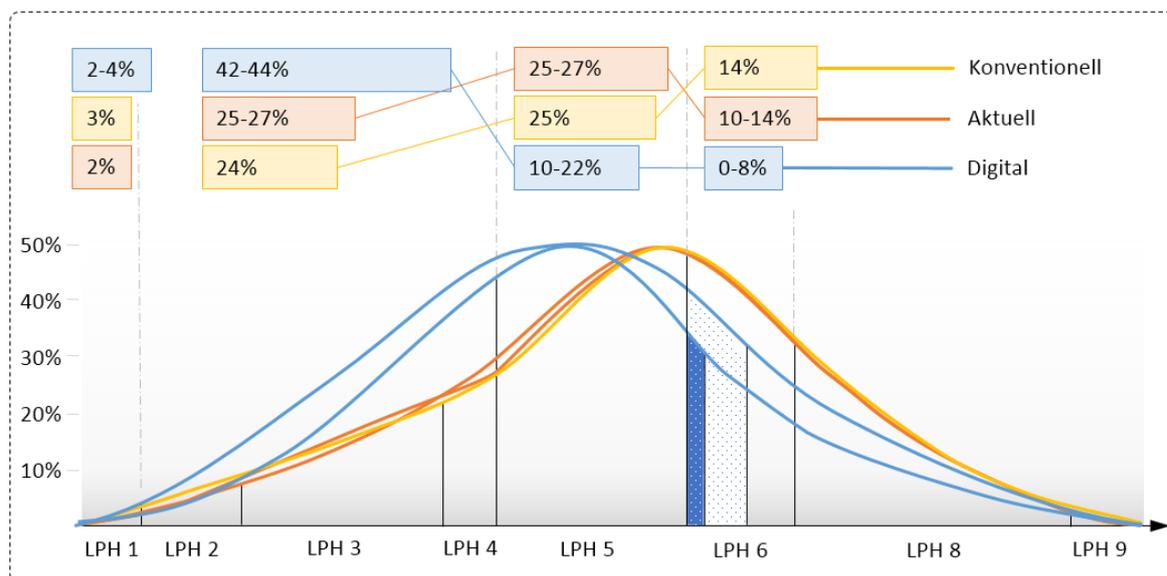


Abb. 70: Aufwandsvergleich - konventioneller, aktueller und digitaler Aufwände

Besondere Unterschiede sind im oberen Abschnitt erkennbar und deuten auf folgende Rückschlüsse.

Die Planungsaufwände der LPH 1 sind vergleichsweise ident, während die Kennwerte der LPH 2 bis LPH 4 von 16-20% abweichen.

Überdies sind die geschätzten zukünftigen Kennwerte der Ausführungsplanung um 3-17% geringer im Vergleich zu den aktuell getätigten Aufwänden. Besonders hohes Potential an der Reduzierung vom Planungsaufwand ist anhand der LPH 6 zu erkennen, da zukünftige Aufwände um 6-14% geringer ausfallen könnten.

Anhand der tabellarischen Aufteilung können weitere Rückschlüsse getroffen werden. Der konventionelle Aufwand, gelbe Markierung, weist auf eine stetige Steigung ab LPH 2. Die aktuellen Aufwände hingegen, orange Markierung, deuten auf unstetige Sprünge während der Leistungsphasen, sodass kein genauer Trend bemerkbar ist. Die geschätzten Kennwerte des digitalen Planungsprozesses deuten, im Vergleich, auf eine klare Reduzierung der LPH 5 und LPH 6. Während die vorzeitige Implementierung an Informationen die Planungsaufwände deutlich erhöht können sämtliche Wertschöpfungsketten anschließend von dem Informationsstand profitieren.

5.3 Diskussion der Leistungsphasen¹⁰⁹

Anhand des digitalen Wandels (BIM Level 3) werden Honorarordnungen weitgehend kritisch hinterfragt.

Besonders die Aufteilung der Leistungsphasen steht in Diskussion, da der Bestand eines BIM-Modells für die gesamte Wertschöpfungskette sowie Automatisierungsprozesse unumgänglich ist. Überdies beschreiben Honorarordnungen methodenneutrale Leistungen, sodass digitale Bauabwicklungen vom Bauherrn direkt bestellt werden müssen.

Meines Erachtens sollten zukünftige Honorarordnungen speziellen Fokus auf die Prozessschritte des BIM-Workflows richten. Somit könnte es zu Änderungen der Leistungsphasen und zu folgenden Rückschlüssen kommen.

Speziell Vorentwurfs-, Entwurfs- und Einreichplanungen sind von dem BIM-Workflow betroffen, siehe Abb. 24. Die intensive Beschäftigung am BIM-Modell könnte somit die LPH2 bis LPH 4 vermischen und generell als Gesamtheit betrachtet werden.

Eine alternative Aufteilung wäre anhand der Trennung von LPH 2 möglich, falls der Bauherr Vorentwürfe von verschiedenen Fachplanern vorgelegt bekommen möchte. Darüber hinaus wären LPH 3 und LPH 4 einheitlich zu betrachten.

Überdies könnten zukünftige Änderungen auch innerhalb der Ausführungsplanung stattfinden.

- Abgestimmte Standards verschiedenster Fachplaner

Bei gleichen Standards der BIM-Modellelemente wäre eine unabhängige Vergabe der LPH 5 durchaus möglich. Beispielsweise könnte eine Baufirma vorzeitig einbezogen werden und ihre Expertisen zur Ausführung einbringen. Weitere Vorteile würden sich in Hinsicht des Planungsrisikos erstrecken, dass auf die Baufirma übertragen werden könnte und somit Konfrontationen unschlüssiger Planungen unterbinden könnte.

- Nicht abgestimmte Standards verschiedenster Fachplaner

Nicht abgestimmte Standards hingegen würden eine solche Trennung der Ausführungsplanung zu einer Aufwandssteigerung der Ausführungsplanung führen. Der geschätzte Aufwand der LPH 5 würde somit ca. bei 35% liegen.

Falls die Baufirma die LPH 5 plant, würde ebenfalls die Ausschreibung über Massen wegfallen, da die Ausschreibung über das Modell erfolgen sollte.

¹⁰⁹ (PORR, Gernot Wagner, 05.2019)

5 Planungsaufwand

Die zukünftige Änderung der Leistungsphasen würde somit einen Kulturwandel des Planungsprozesses herbeiführen. Solch ein Wandel wäre in einigen Formen möglich und wird in dem folgenden Kapitel der Zukunftsausblicke beschrieben.

6 Zukunftsausblicke

So wie jede Revolution trägt auch die Digitalisierung zum Kulturwandel bei. Sämtliche Entwicklungen sind als Erweiterung unseres Horizontes und als große Chance zu betrachten.

Die Planungsmethode BIM ist nur ein Teil der zu erwarteten gesellschaftlichen Fortschritte, da sie mit den Kommunikationswegen der Projektbeteiligten und den ablaufenden Prozessen als Gesamtheit betrachtet werden muss. Diese Hauptkomponenten werden oft auch als Dreieck zwischen Menschen, Prozessen und Technologie hervorgehoben.

Digitale Entwicklungen werden von vielen Entscheidungsträgern (Politik, Bauherrn usw.) beeinflusst. Um jedoch das Potential zur Gänze auszuschöpfen zu können, muss ein Wille für Änderung entwickelt werden, sodass gesammelte Theorien auch in der Praxis umgesetzt werden können.

In den letzten Jahren stagnieren die Fortschritte digitaler Bauabwicklungen, sodass viele Unternehmen an firmeninternen Lösungen arbeiten. Um die Vielfalt des Marktes jedoch aufrecht zu erhalten, sind zukünftige Regelungen der Planungsmethode Open BIM von großer Bedeutung.

Besonders der Übergang von der Planung zur Bauausführung beinhaltet un stetige Informationsweitergaben, da digitale Modelle von ausführenden Unternehmen neu modelliert werden, um die von der Ausführung benötigten Informationen zeitnahe und mit geringem Aufwand zu implementieren.

Darüber hinaus werden weitere Zukunftsausblicke beschrieben, die einen möglichen Kulturwandel herbeiführen, sodass digitale Entwicklungen auch gesellschaftlich nachhaltige Fortschritte bewirken.

6.1 Entwicklung der Kollaboration

Seit einigen Jahren finden europaweit BIM-Kongresse statt und die Anzahl an Vorträgen erweitert sich sukzessive. Darüber hinaus entstehen viele Meinungen mitwirkender Experten, die sich auf unterschiedliche Fachbereiche von BIM spezialisieren und verschiedenste Blickwinkel der komplexen Thematik hervorheben. Besonders die kollaborative Planung steht im Vordergrund der Diskussionen.

Eine zukünftig erfolgreiche Zusammenarbeit erfordert die Einhaltung der drei Hauptkomponenten: Menschen, Prozesse und Technologie. Diese korrelieren miteinander und tragen gemeinsam zu digitalen Fortschritten bei, siehe Abb. 71.¹¹⁰

¹¹⁰ (Campbell, Mullin, Austin, Secerbegovic, & Drouet, 2015), abgerufen am 12.04.2019 um 11:53

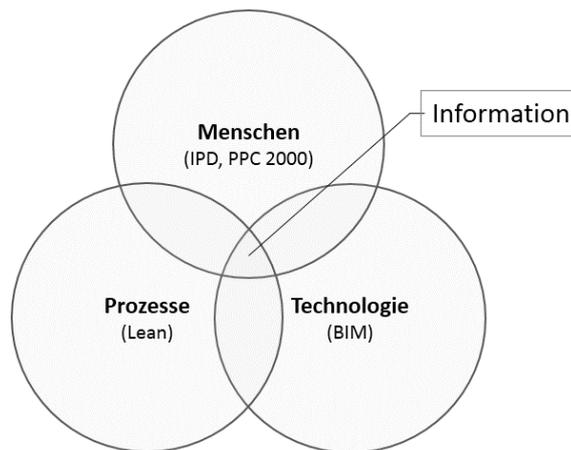


Abb. 71: Kollaborative Planung¹¹¹

Zusätzlich werden internationale Entwicklungen sowie branchenübergreifende Industrialisierungen stetig mitverfolgt, da fabrizierende Prozesse auch in der Baubranche ein hohes Potential an Effizienzsteigerung aufweisen können.

6.1.1 Technologie

Die Planungsmethode BIM ist generell als technologisches Werkzeug zu betrachten, mit dem fachlicher Datenaustausch und sämtliche Bearbeitungen übereingestimmt an einem Modell erfolgen.

Das Modell ist anhand sukzessiver Implementierungen einzelner Informationen weitaus mehr als nur eine grafische dreidimensionale Lösung. Der Übergang von firmeninternen isolierten Methoden zu kollaborativen Prozessen setzt entscheidende Schritte in Richtung Zukunft.¹¹²

Jedoch ist der Werdegang auch von der Politik abhängig. Sämtliche Normen müssen BIM kompatibel sein, um weitere Entwicklungen stetig voranzutreiben, sodass klare Regelungen einer digitalen Infrastruktur bestehen und der gemeinsame Weg in Richtung BIM-Prozesse geebnet wird.

Aktuell sind weltweite Standardisierungen in Entwicklung. Um international vorne am Markt mitmischen zu können, gehen Experten davon aus, dass die Politik gezielt Interesse an digitalen Fortschritten haben sollte. Dementsprechend sind Förderungen wünschenswert, die sich speziell auf digitale Ausbildungen richten, um das Interesse an Änderungen voranzutreiben.¹¹³

¹¹¹ (Campbell, Mullin, Austin, Secerbegovic, & Drouet, 2015), abgerufen am 12.04.2019 um 12:06

¹¹² (AIA National, 2007), Seite 10

¹¹³ (Heinz Ehrbar, 2017), abgerufen am 05.04.2019 um 19:18

6.1.2 Menschen

Neben technologischen Entwicklungen spielt auch die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten eine sehr große Rolle. Das Beibehalten von Schnittstellen der Planung (AG), Ausführung (AN) und der darauffolgenden Nutzung wird von Experten kritisch hinterfragt. Besonders die Vorträge von Howard Ashcraft und Stefan Leupertz dienten als Denkanstoß für dieses Kapitel.

Digitale Planungsprozesse und kollaborative Methoden bilden Grundsteine zu modernen Partnerschaftsstrategien und somit auch Alliancing - einer kooperativen Vertragskultur, die gegen Konfrontation aufgebaut ist.¹¹⁴

Um erfolgreiche und konfliktfreie Bauprojekte abzuwickeln, wurden verschiedenste Modelle entwickelt. Besonders Integrated Project Delivery (IPD) und Project Partnering Contract (PPC) haben sich in angloamerikanischen und britischen Rechtskreisen etabliert.

- IPD und PPC

Die vorzeitige Integration sämtlicher Projektbeteiligter in der frühestmöglichen Planungsphase ist das Ziel dieser Methoden, die zu einem Kulturwandel der klassischen Abwicklungssystematik von Bauprojekten führen, siehe Abb. 72.

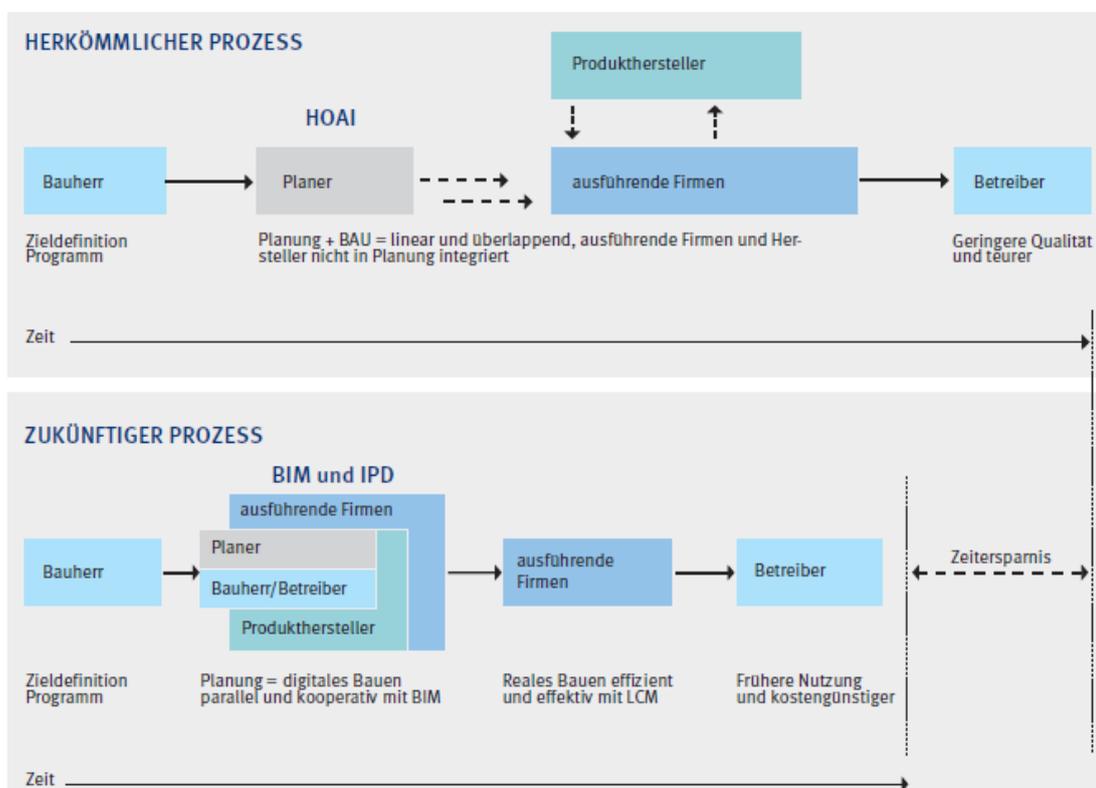


Abb. 72: Vergleich - konventionelle Bauabwicklung und IPD¹¹⁵

¹¹⁴ (Dr. Renken & Wernik, 2017), abgerufen am 14.04.2019 um 11:28

¹¹⁵ (Sommer, 2016), Seite 144

Vorzeitige Zieldefinitionen und Bedarfsgrundlagen des Bauherrn sind maßgebend für eine bestmögliche Umsetzung der Vorgaben. Durch die Integration aller Projektbeteiligten sind sämtliche Expertisen vom Projektstart eingebunden und führen zu planungs- und ausführungsoptimierten Bauprojekten.¹¹⁶

Die Änderung zu Partnerschaftsstrategien hat bestimmte Vorteile, da durch eine so genannte Open-Book-Preisgestaltung ein ähnliches Maß an Preissicherheit wie bei traditionellen Verträgen gegeben wird, aber die Modelle zu frühzeitigem „Value Engineering“ und Risikomanagement führen. Richtige Anwendungen können mit Kosteneinsparungen und Mehrwerten belohnt werden, die dem Bauherrn und den vertraglich gebundenen Projektbeteiligten zu Gute kommen.¹¹⁷

Kollaborative Methoden würden einerseits den digitalen Planungsprozess weit vorantreiben und andererseits einige schwierige Fragestellungen, besonders in der AVA, vertraglich lösen, siehe Kap. 6.2.

6.1.3 Prozesse

Für eine erfolgreiche Zusammenarbeit müssen Prozesse, als dritte entscheidende Hauptkomponente mitberücksichtigt werden. Die Implementierung von Lean verbessert Prozesse und Techniken der gesamten Wertschöpfungskette. Abgestimmte Lean-Prozesse machen sich besonders in koordinierten Arbeitsweisen und im Zeitmanagement positiv bemerkbar.¹¹⁸

Die Idee der Prozessoptimierung stammt aus der Automobilindustrie, da schlecht koordinierte Abläufe und falsche bzw. zeitlich nicht richtig abgestimmte Lieferungen zu ungewollten Fehlern führen.

Generell werden Lean-Prozesse genau analysiert und mittels Workflows und Materialflüssen grafisch dargestellt, sodass zeitgerechte Lieferungen „Just in Time“ erfolgen und das benötigte Personal mit der Ausführung vertraut ist. Durch das Vermeiden von Leerläufen werden konstante Bauabläufe sichergestellt.

Anhand der vorzeitigen Integration bauausführender Unternehmen, können Zusammenhänge der Abläufe sukzessive geplant werden, sodass die Gewerke den abgestimmten Zeitplan kennen und durch wöchentliche Zielsetzungen sogar noch weiter in die Zukunft sehen können.¹¹⁹

¹¹⁶ (Mosey, Breyer, Leupertz, & Boldt, 2018), Seite 4

¹¹⁷ a. a. O., Seite 5

¹¹⁸ (Campbell, Mullin, Austin, Secerbegovic, & Drouet, 2015), abgerufen am 12.04.2019 um 11:53

¹¹⁹ (Drees & Sommer, 2013), abgerufen am 13.04.2019 um 15:22

6.2 Möglicher Kulturwandel des Planungsprozesses

Anhand der Ideen, den kollaborativen Planungsprozess und die verschiedenen Blickwinkel betreffend, entstehen Denkanstöße für einen möglichen Kulturwandel.

Der Planungsprozess ist von Kommunikationswegen und Schnittstellen verschiedenster Professionisten, geprägt. Eine wesentliche übergreifende Schnittstelle bildet die AVA, um den Übergang von der Planung zur Bauausführung sicherzustellen.

In den vergangenen Jahren sind speziell die Vergabe-, Vertrags- und Abrechnungsprozesse immer weiter in den Fokus gerückt.

6.2.1 Vergabe

Das Vergabeverfahren dient der Zuschlagserteilung an den Best- bzw. Billigstbieter, siehe Kap. 2.2.2. Durch das Einholen von Angeboten werden die Expertisen der ausführenden Unternehmer miteinander verglichen.

Einer der Bieter erhält anschließend den Zuschlag, alle Anderen bekommen Absagen. Dadurch entstehen verschwenderische Planungsaufwände von nicht erteilten Aufträgen, die, kritisch betrachtet, inakzeptabel sind und gesellschaftlich gesehen, Streitigkeiten am Markt verursachen können.

Das Vergaberecht wird heutzutage generell über den Preis evaluiert. Prof. Leupertz ist der Meinung, dass dies ein kapitaler Fehler für moderne Abwicklungsmodelle sein könnte. Planungsbeteiligte sollten eher projektbezogen denken, um frühzeitig Transparenz zu erhalten und Streitigkeiten zu vermeiden.¹²⁰

Durch die Anwendung von IPD oder PPC, siehe Kap. 6.1.2, entstehen keine direkten Aufwandsverschwendungen verschiedenster Anbieter, da die Expertisen und Aufwände von ausführenden Unternehmen vorzeitig in den Planungsprozess integriert und ihre Informationsstände während der Planung implementiert werden, sodass auch keine erneute Modellierung nötig wird.

Die Lösungsmodelle dienen als vertragliche Grundlagen zur Umsetzung BIM-orientierter Bauprojekte und stellen laut EU-Vergaberecht international kein Hindernis dar.¹²¹

¹²⁰ (Prof. Leupertz, 2018), abgerufen am 08.04.2019 um 18:41

¹²¹ a. a. O. abgerufen am 08.04.2019 um 19:03

6.2.2 Vertrag¹²²

Neue Abwicklungsmethoden bedeuten gleichzeitig neue Vertragsmodelle. Die Ansätze der zukünftigen Vertragsmuster (IPD und PPC) basieren jedoch, anhand des Projektvertrags, auf einer strengen vertraglichen Vereinbarung sämtlicher Beteiligter zu Planungsbeginn.

Das Ziel der neuen Vertragsgrundlagen ist, dass sämtliche Professionisten gemeinsam den Bauerfolg anstreben. Je kostenoptimierter das Bauprojekt ist, desto mehr Gewinne erhalten die beteiligten Vertragsparteien.

Dabei entsteht ein Kulturwandel hinsichtlich des Cashflows und der Risikoverteilung der gesamten Wertschöpfungskette, da diese von Projektanfang geklärt werden und somit beispielsweise konfrontatives Nachtragsmanagement unterbunden werden könnte.

Eine mögliche Umsetzung der Vertragsstruktur wird in dem folgenden vertraglichen Organigramm dargestellt, siehe Abb. 73. Die Grafik ist auf Einzelvergaben bezogen, bei etwaiger Ausführung durch Generalplaner oder Generunternehmen, sind sämtliche Vertragspartner (HKLS, Elektro, Subunternehmer usw.) ebenfalls von Anfang an miteinzubeziehen.¹²³

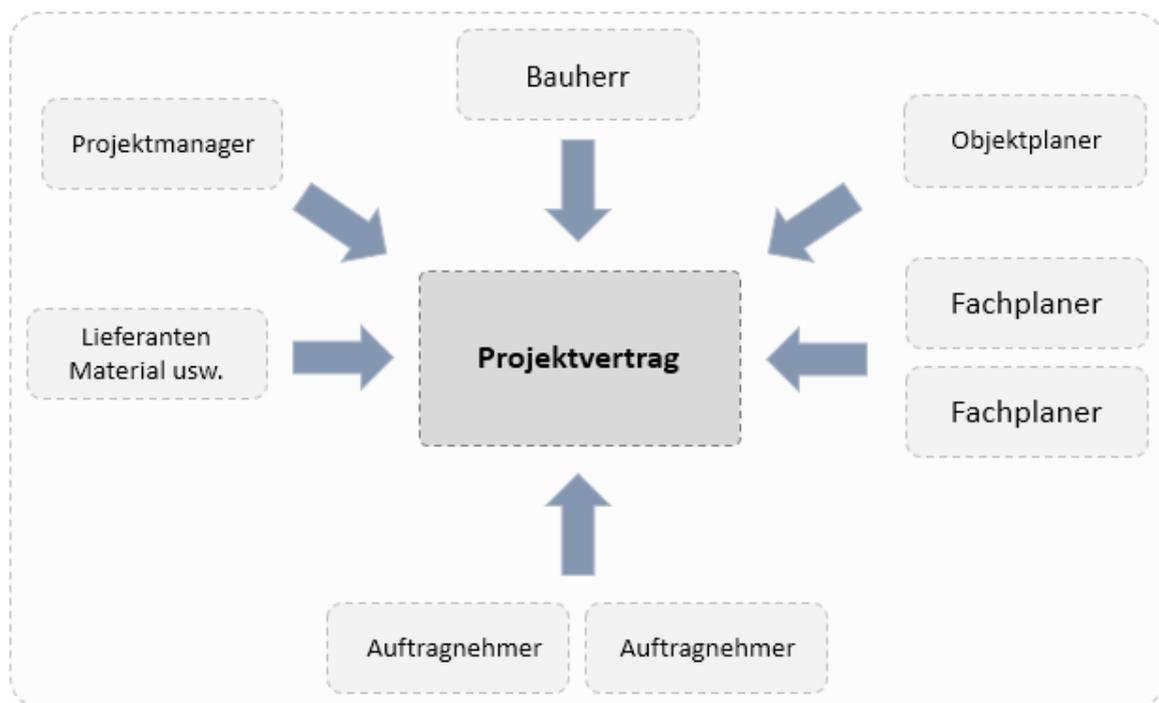


Abb. 73: Vertragsstruktur Mehrparteien-Alliancevertrag Stufe 1-Einzelvergabe¹²⁴

Bei der dargestellten Methode handelt es sich um einen Mehrparteien-Alliancevertrag ohne bilaterale Vertragsbeziehungen. Die entscheidenden Vertragspartner werden von

¹²² (Prof. Leupertz, 2018), abgerufen am 09.04.2019 um 12:56

¹²³ a. a. O. abgerufen am 09.04.2019 um 15:28

¹²⁴ a. a. O. abgerufen am 09.04.2019 um 16:01

Projektbeginn an mitberücksichtigt und Aufteilungen von Gewinn und Risiken sind vorzeitig genau vertraglich vereinbart.

Durch den zu Projektbeginn streng festgelegten Projektvertrag wird sichergestellt, dass die Planungsleistungen eingehalten und diese anhand eines festgelegten Zeitplans erbracht werden. Zusätzlich ist der Informationsfluss zur BIM-orientierten Planungsmethode gemeinsam von den Vertragspartnern zu organisieren. Der Projektvertrag bestimmt die rechtlichen Rahmenbedingungen des digitalen Modells, sodass genaue Klärungen zum Eigentum und den Ordnungsregelungen erfolgen.

Entscheidend ist, dass diese Verträge rechtskonform sind, sodass sämtliche rechtliche Vorgaben aus dem ABGB gelten und das gesetzliche Leitbild erfüllt werden kann.¹²⁵

6.2.3 Abrechnung

Neben den möglichen Entwicklungen zu Vergabe und entsprechenden Verträgen, könnte der Abrechnung auch ein Kulturwandel bevorstehen.

Generell findet die Vergütung anhand des Abrechnungs-LV auf Grundlage dazugehöriger Werkvertragsnormen statt. In Deutschland sind sämtliche Regelungen durch die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) vorgesehen.

Planungsleistungen werden über die Mengen vergütet, sodass bauausführende Erschwernisse (Zusatzleistungen aufgrund spezieller Maßnahmen wie beispielsweise Wanddurchbrüche, Fensteröffnungen, Schlitze usw.) mittels Mengenabgrenzungen abgerechnet werden. Durch die Erstellung digitaler Modelle wird diese Abrechnungssystematik immer mehr hinterfragt.

Prinzipiell könnten bauausführende Erschwernisse auch fallweise durch modellierte Zusatzleistungen mitberücksichtigt werden, sodass das gegebene Modell nicht nur als Ausführungs- sondern auch als Abrechnungsgrundlage fungieren würde.

Überdies leistet die Globalisierung einen großen Beitrag zur Vereinheitlichung internationaler Abrechnungsregelungen. Europaweite Richtlinien wären besonders von Vorteil, um länderspezifische Einschränkungen zu vermeiden und digitale Arbeitsweisen weiter voranzutreiben.

Darüber hinaus würde die Integration von bauausführenden Unternehmen zu Planungsbeginn zum Kulturwandel der Abrechnung beigetragen. Durch die vorzeitige Einarbeitung sämtlicher Expertisen werden Zusammenhänge der auszuführenden Planungsleistungen

¹²⁵ (Prof. Leupertz, 2018), abgerufen am 14.04.2019 um 17:51

schon früh mitbetrachtet, sodass auch die Transparenz der Abrechnung im Voraus sichergestellt werden könnte.

6.3 BIM - Kollaboration

Die weiteren Zukunftsausblicke sind speziell auf BIM Kollaborationen gerichtet. Stetige Informationsflüsse tragen zu einer erfolgreichen BIM Zusammenarbeit bei, die anhand übereingestimmter Datenformate erfolgen.

Sämtliche Beteiligte (Bauherr, Fachplaner, Nutzer, Facility Manager, aber auch Produkthersteller, Lieferanten usw.) können aus den Informationsflüssen spezifischen Nutzen ziehen, sodass die Planungsmethode BIM ein riesiges Potential darstellt.

6.3.1 I - Information

Die Implementierung von Informationen ist für die gesamte Wertschöpfungskette entscheidend. Der digitale Zwilling wird sukzessive verdichtet und entspricht bestenfalls schlussendlich dem realen Bauwerk.

Nach wie vor werden Fachplaner mit unschlüssigen Datenübertragungen konfrontiert, jedoch sind sich viele Experten einig, dass Open BIM als zukünftige Gesamtlösung maßgeblich ist. In den vergangenen Jahren hat Prof. Rasso Steinmann von buildingSMART viele konstruktive Vorträge zum offenen Informationsaustausch von BIM-Projekten gehalten und geht speziell auf die Funktionsweisen von IFC ein.

Während Architekten das Teilmodell des Gebäudemodells erarbeiten, entwickeln Tragwerksplaner separat die Statik, Haustechniker die technische Gebäudeausstattung und so weiter. Durch eine Art „Frameworking“ werden lediglich die für den Fachplaner entscheidenden Informationen im Teilmodell angezeigt, sodass die Planung individuell fortschreitet.¹²⁶

Überdies ist das Potential von Informationsweitergaben weitaus größer, da die gesamte Wertschöpfungskette betroffen ist.

Beispielsweise können modellierte Elemente (Fertigteile, Fassadensysteme, Rohrleitungen, Brandschutzsysteme usw.) bestellt, geliefert und in das Bauwerk eingebaut werden. Ihre Produktdaten werden vorzeitig als Parameter mitberücksichtigt. Die folgende Abb. 74 stellt einen möglichen Workflow grafisch dar.

¹²⁶ (Prof. Steinmann, MVD und LOD, 2018), abgerufen am 18.04.2019 um 12:26

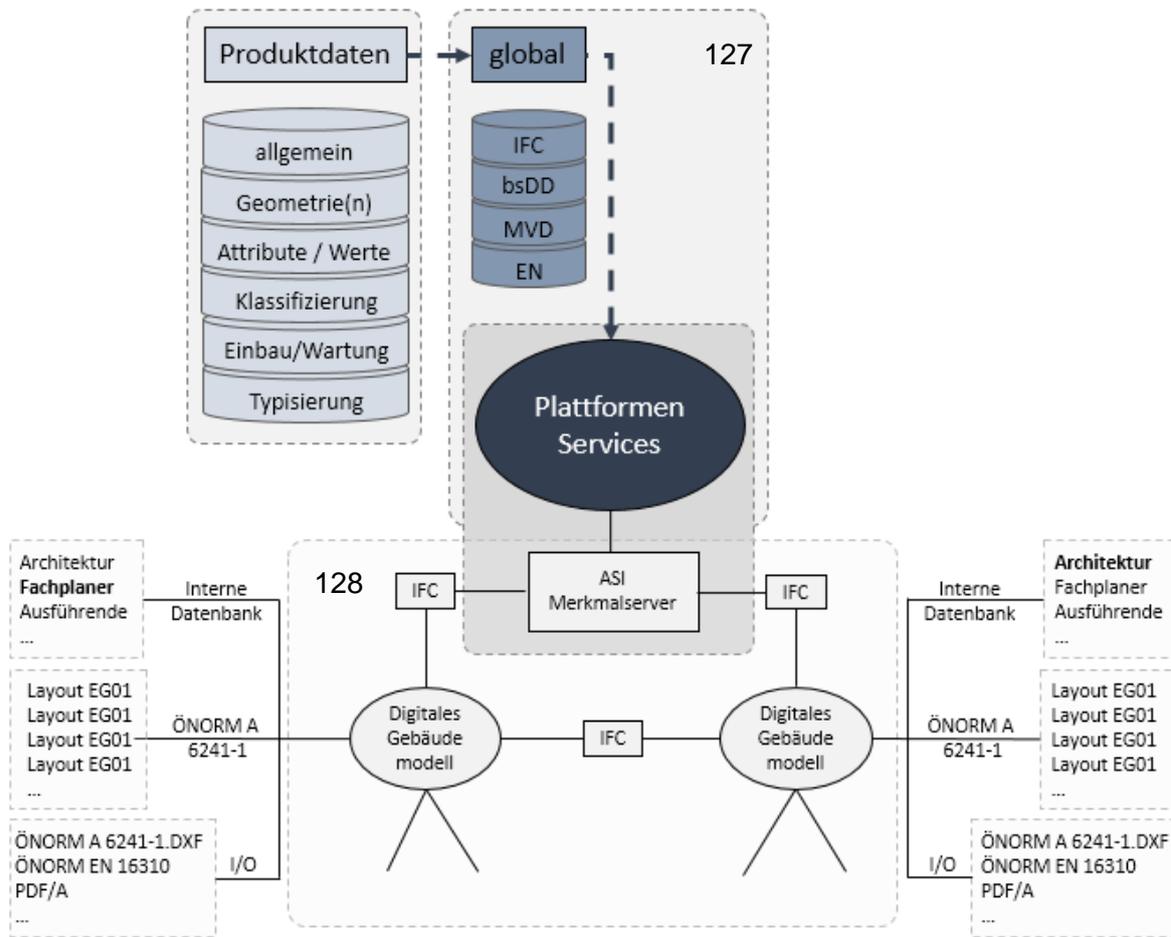


Abb. 74: Einfluss von Produktdaten¹²⁷ auf die Planung¹²⁸

Hersteller könnten in Zukunft den Verkauf von Bauprodukten durch die Implementierung von Produktdaten auf Plattformen beeinflussen. Die Daten sind heutzutage meist in Produktkatalogen und lediglich als PDF aufzufinden.

Besonders Plattformen und Services, beziehungsweise ein standardisierter Merkmalsserver, sind entscheidende Entwicklungen in der digitalen Umsetzung von Bauprojekten und sind vorzeitig zu klären, sodass sämtliche Unternehmen einen Nutzen aus dem vielseitigen Potential der Planungsmethode BIM ziehen können und weitere Fortschritte möglich werden.

Diese Plattformen könnten beispielsweise von Herstellern genutzt werden, um standardisierte Elemente zu erstellen und diese anhand von IFD-Schnittstellen (International Framework Dictionaries) zu verkaufen. Zusätzlich würde den jeweiligen Fachplanern viel Modellierungsaufwand erspart bleiben, da diese einfach auf die Elemente zugreifen könnten.¹²⁹

¹²⁷ Vgl. (Scherer, 2016), Seite 16

¹²⁸ (ÖNORM A 6241-2, 2015-07-01), Seite 38

¹²⁹ (Prof. Steinmann, 2017), abgerufen am 16.04.2019 um 23:18

Darauffolgend hätten die gesammelten Produktdaten entscheidende Einflüsse auf die weiteren Beteiligten des Bauprojektes. Besonders Beschaffungs- und Liefervorgänge des Materials sind von Informationsweitergaben der Produktdaten betroffen.

6.3.2 Beschaffung von Materialien

Beschaffungsprozesse von Baumaterialien sind logistische Hürden und hängen von vielen Faktoren (Menge, Terminplan, Produktdaten, Handel, Lieferanten, Einbau, Gewährleistungen usw.) ab.

Heutzutage sind Leistungsverzeichnisse nach Lohn- und Materialkosten aufgeteilt, sodass die meisten Gewerke die Materialversorgungen selbst bewerkstelligen. Da die benötigten Materialmengen meistens mit Reservezuschlägen (in Summe ca. 20%) bestellt werden, sind nicht eingebaute Materialien im Endeffekt wieder zu entsorgen. Folglich entstehen nicht nur Mehrkosten für den Bauherrn, sondern ebenfalls Mehraufwände und schlussendlich Materialverschwendungen, die kritisch betrachtet, nicht tragbar sind.

Diese Systematik könnte sich jedoch in Zukunft ändern, da transparente Bauprojekte anhand digitaler Planungsprozesse im Vordergrund stehen und somit auch große Einflüsse auf die digitale Baustelle bewirken würden.

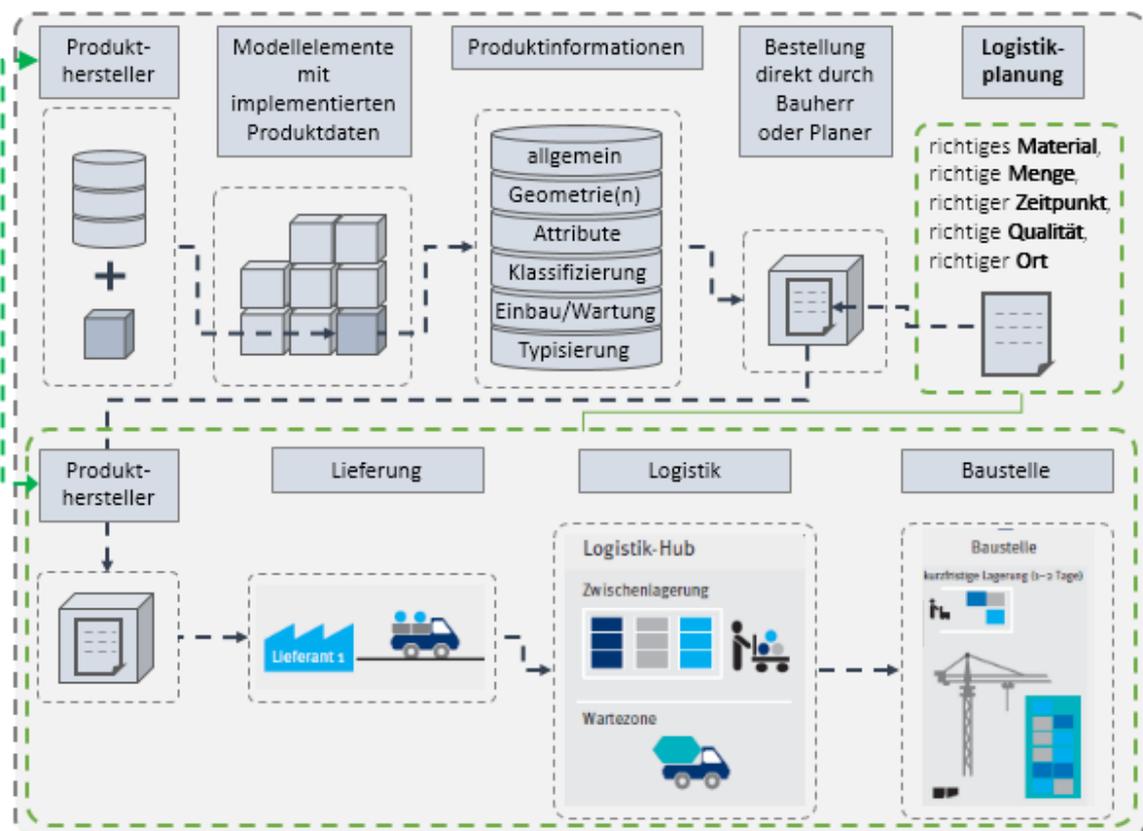


Abb. 75: Mögliche Wertschöpfungskette der Materialbeschaffung¹³⁰

¹³⁰ Adaptiert von (Sommer, 2016), Seite 159

Abb. 75 stellt eine mögliche Wertschöpfungskette grafisch dar. Zeitliche Koordinationen von BIM 4D sowie implementierte Produktdaten (Material, Qualitäten) führen zu klaren Beschaffungsvorgängen der Materialien. Darüber hinaus sind Lean-Prozesse (Logistik Planung) von großem Vorteil, um zeitlich abhängige Materialflüsse mit abgestimmten Bauabläufen sicherzustellen.¹³¹

Überdies können vorzeitig implementierte Produktdaten vom Produkthersteller sowie abgestimmte Prozesse zu zeitgerechten „Just in Time“ Lieferungen führen. Diese Lieferungen könnten vereinfacht auch direkt vom Produkthersteller an die Baustelle erfolgen und somit entscheidende Kostenreduzierungen von Materialien sicherstellen.

¹³¹ (Sommer, 2016), Seite 158

7 Zusammenfassung

Fortschreitende technologische Entwicklungen bieten die Möglichkeit, die Vorteile der Digitalisierung zu nutzen und zeitgleich gesellschaftliche Entwicklungen voranzutreiben.

Besonders durch den Kulturwandel hin zur kollaborativen Planung und die frühzeitige Einbeziehung aller Projektbeteiligter könnte die Chance bestehen, Bauprojekte konfliktfrei abzuwickeln, da vorzeitig mehr Transparenz entsteht.

Die Zusammenfassung dieser Diplomarbeit steht für die rückschließenden Erkenntnisse sowie den Vergleich vom konventionellen mit dem digitalen Wandel in Diskussion.

7.1 Vergleiche

Um Vergleiche des konventionellem und digitalem Planungsprozess zu schaffen, stehen, meiner Meinung nach, unterschiedliche entscheidende Blickwinkel im Fokus, siehe folgende Abb. 76.

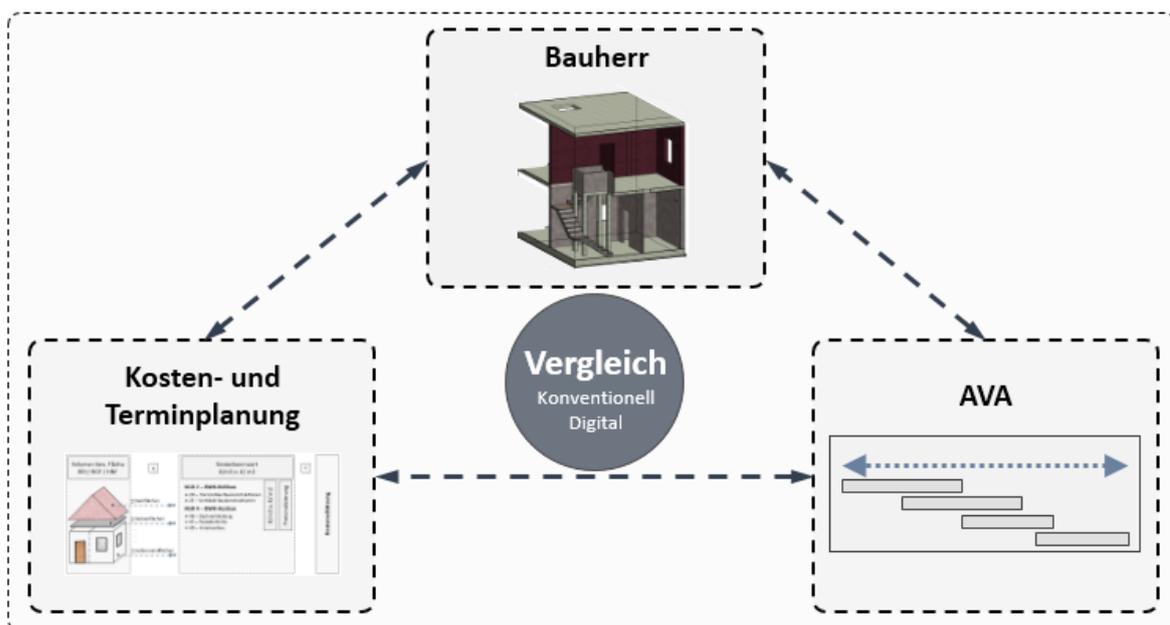


Abb. 76: Blickwinkel zum Vergleich

Der erste Blickwinkel richtet sich auf den Bauherrn, da das Projekt von ihm beauftragt wird. Entscheidend ist eine klare vorzeitige Zielsetzung der Bedarfsgrundlagen. Erst nachdem die Grundlagen exakt definiert sind sollte mit der Planung begonnen werden.

Für den weiteren Vergleich spielen die Prozesse der Kosten- und Terminplanung eine entscheidende Rolle. Diese sind während des gesamten Planungsprozesses zu betrachten, da stetige Übereinstimmungen der Handlungsbereiche von Projektbeginn erfolgen müssen und somit auch mit dem Planungsstand korrelieren.

Darüber hinaus wird die AVA in Verbindung zum Kulturwandel gegenübergestellt, die besonders als übergreifende Schnittstelle zur Baudurchführung einen entscheidenden Beitrag auf die Projektabwicklung leistet.

Die besagten Blickwinkel werden in Vor- und Nachteile aufgeteilt, sodass ein Überblick auf das Gesamtbild geschaffen wird. In der Mitte der folgenden Abbildungen werden maßgebende Merkmale aufgezeigt, die meines Erachtens, entscheidend für die Vergleiche sind. Darüber hinaus ist der digitale Planungsprozess in Open BIM und Closed BIM zu unterscheiden. Entscheidende Rückschlüsse werden anhand der angeführten Anmerkungen beschrieben.

7.1.1 Bauherr

Der Blickwinkel des Bauherrn wird im folgenden Vergleich dargestellt, siehe Abb. 77.

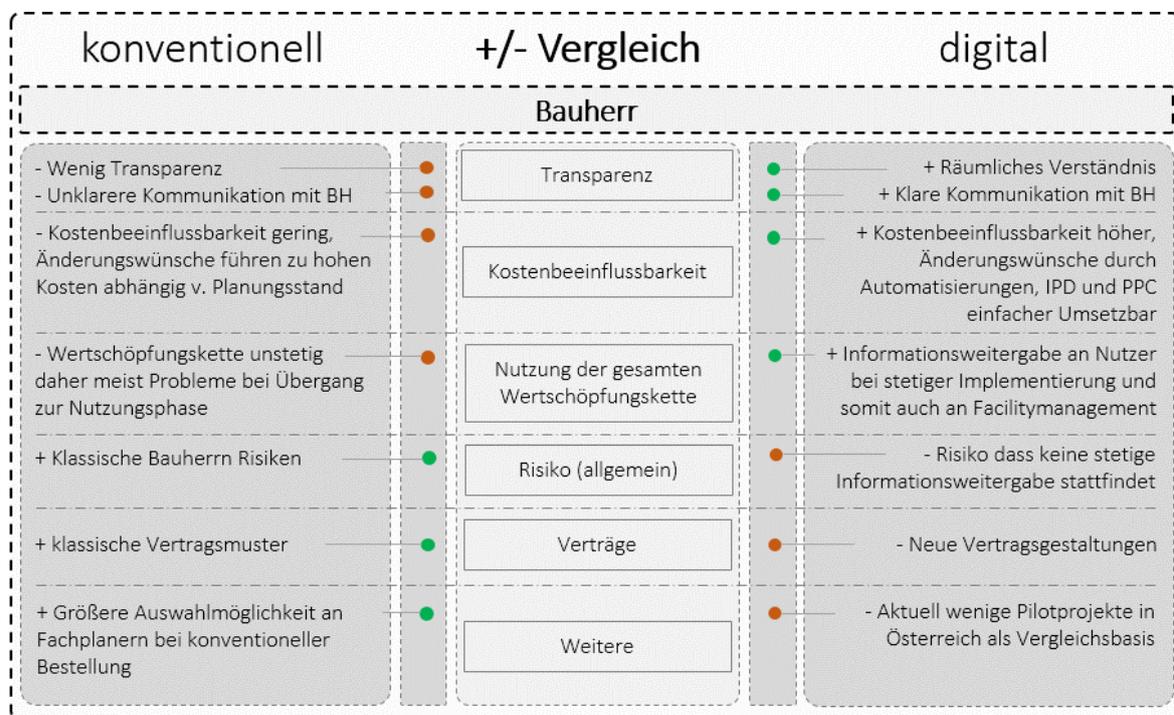


Abb. 77: Vergleiche aus der Sicht des Bauherrn

Dabei steht die Transparenz zur Projektabwicklung, die Kostenbeeinflussbarkeit sowie die Nutzung an implementierten Informationen der gesamten Wertschöpfungskette im Fokus der Gegenüberstellung.

Diese sind sehr vorteilhaft im Sinne digitaler Fortschritte. Die drei Merkmale kristallisieren sich als fundamentale Entwicklungen der Arbeitsweise und zeigen somit auch für Bauherrn klare Vereinfachungen.

Die Bestellung von BIM-Prozessen kann aktuell jedoch auch nachteilig sein, da das Risiko unstetiger Informationsweitergaben, neue Vertragsmuster und die geringe Anzahl an Pilotprojekten Unsicherheiten für Bauherrn hervorheben.

Meines Erachtens sind diese Nachteile jedoch zeitabhängig zu betrachten. BIM-Projekte können sich in den folgenden Jahren vervielfachen sodass auch die Risiken der Informationsweitergabe und die Abwicklung neuer Vertragsmodelle positive Entwicklungen erlangen und somit überwiegend Vorteile der digitalen Planung aus Sicht des Bauherrn entstehen.

7.1.2 Kosten- und Terminplanung

Der Blickwinkel der Kosten- und Terminplanung wird im folgenden Vergleich dargestellt, siehe Abb. 78.

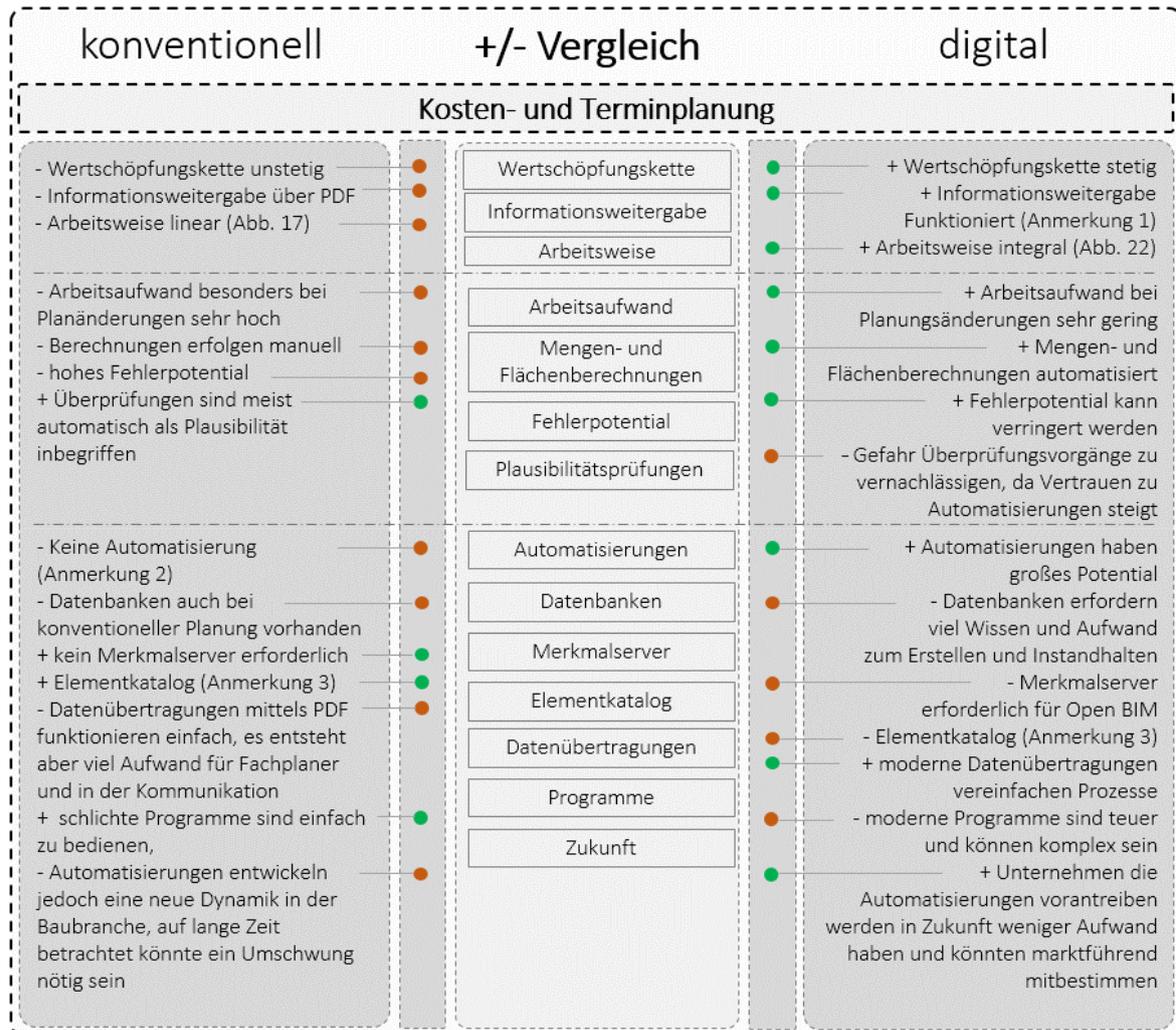


Abb. 78: Vergleiche aus Sicht der Kosten- und Terminplanung

Jedoch sind Informationsweitergaben, Automatisierungen und der Elementkatalog gesondert zu betrachten, siehe folgende Anmerkungen.

- Anmerkung 1 - Informationsweitergabe

Digitale Informationsweitergaben sind vom Datenformat einzelner Programme abhängig. Daher ist eine klare Unterscheidung zwischen Open BIM und Closed BIM notwendig, siehe Kap. 3.2.3.

Closed BIM Prozesse werden aktuell firmenintern vorangetrieben, da die Erstellung von Modellelementen recht einfach erfolgt und die Weitergabe, anhand softwarespezifischer Datenformaten, übereinstimmt.

Die Schwierigkeit erweist sich aktuell an Open BIM Planungsmethoden. Datenübertragungen über IFC Schnittstellen sind durchaus möglich, jedoch müssen die Modellelemente ebenfalls abgestimmt werden sodass einheitliche Informationsweitergaben stattfinden.

Die Modellierungs- und Berechnungsmöglichkeiten von übertragenen Modellelementen müssen, anhand individueller Programme der unterschiedlichen Softwarehersteller, ohne Zusatzaufwand stattfinden können.

- Anmerkung 2 - Automatisierungen

Generell haben BIM 4D, BIM 5D Automatisierungen ein sehr großes Potential den Arbeitsaufwand auf ein Vielfaches zu reduzieren. Sie hängen jedoch weitgehend von strukturierten Informationsweitergaben modellierter Parameter ab. Diese Parameter müssen abgestimmt werden sodass sie in sämtlichen Programmen weiterverwendet werden können, siehe auch Kap. 4.4.3.

Programmierte Formeln greifen auf die Parameter der Modellelemente zurück und können, mittels vorgefertigter Datenbanken, Automatisierungen gewährleisten.

Einheitliche Bezeichnungen und Beschreibungen der Parameter führen zu abgestimmten Modellelementen, die wiederum eine klare Kommunikation aller Projektbeteiligter und sämtlicher Programme sicherstellen, siehe Kap. 3.2.2.

- Anmerkung 3 - Elementkatalog

Ein national anwendbarer Elementkatalog könnte die standardisierte Erstellung von Modellelementen gewährleisten, siehe Kap.3.3.1.

Der konventionelle Planungsprozess erfordert generell keinen standardisierten Elementkatalog und ist daher grün gekennzeichnet.

Um jedoch modellorientierte Kommunikationswege und zukünftige Automatisierungsprozesse, besonders anhand Open BIM Planungsmethoden, sicherzustellen, wird, meiner Meinung nach, eine Standardisierung der Modellelemente entscheidend sein. Immer wieder vorkommende Modellelemente (Stahlbetonwände aus Ortbeton, Mauerwerkswände usw.)

könnten für zukünftige Fragestellungen eines gemeinsamen Inhaltsverzeichnisses eine entscheidende Rolle spielen.

Besondere Vorteile würden den beteiligten Fachplanern zugutekommen, da Einerseits die Komplexität des Bauvorhabens durch standardisierte Strukturierungsmaßnahmen vereinfacht wird und somit auch die Kommunikation unter den Fachplanern mittels abgestimmten Modellelementen schlüssig verläuft, siehe Kap. 2.2.1.

- Zusammenfassung - Kosten- und Terminplanung

Der digitale Planungsprozess bringt viele Vorteile. Besonders stetige Informationsweitergaben der gesamten Wertschöpfungskette und Automatisierungsvorgänge stehen im Fokus von Aufwandsminimierungen, siehe Abb. 78.

BIM 4D, BIM 5D Automatisierungen sowie die automatische Erstellung von Leistungsverzeichnissen sind von einheitlichen Modellelementen abhängig. Automatisierungen von Prozessen sind anhand der technologischen Entwicklungen möglich. Jedoch ist ein gleiches Inhaltsverzeichnis aller Unternehmen erstrebenswert, sodass stetige Datenübertragungen, unabhängig vom Hersteller des Programms, möglich sind und die Idee vom BIM-Workflow funktionieren kann.

Daher ist es notwendig, firmeninterne Implementierungen auf ein Minimum zu beschränken und anhand eines standardisierten Merkmalservers, beziehungsweise einer anderen Plattform, einen öffentlichen Zugang sicherzustellen, auf den sämtliche Unternehmen zugreifen und mit den Informationen arbeiten können.

Darüber hinaus ist die Politik gefragt, das Potential der Digitalisierung zu erkennen, sodass sowohl rechtliche Aspekte als auch digitale Bildungen gefördert werden. Gesetzliche Bestimmungen stellen eine entscheidende Rolle dar, da moderne Verträge nicht rechtswidrig sein dürfen. Überdies sollten zukünftige Normen und Richtlinien einen Rahmen für moderne Abwicklungen schaffen, sodass sämtliche Unternehmen der Baubranche gemeinsam in Richtung Zukunft blicken.

7.1.3 AVA - Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung

Der Blickwinkel der AVA wird im folgenden Vergleich dargestellt, siehe Abb. 79.

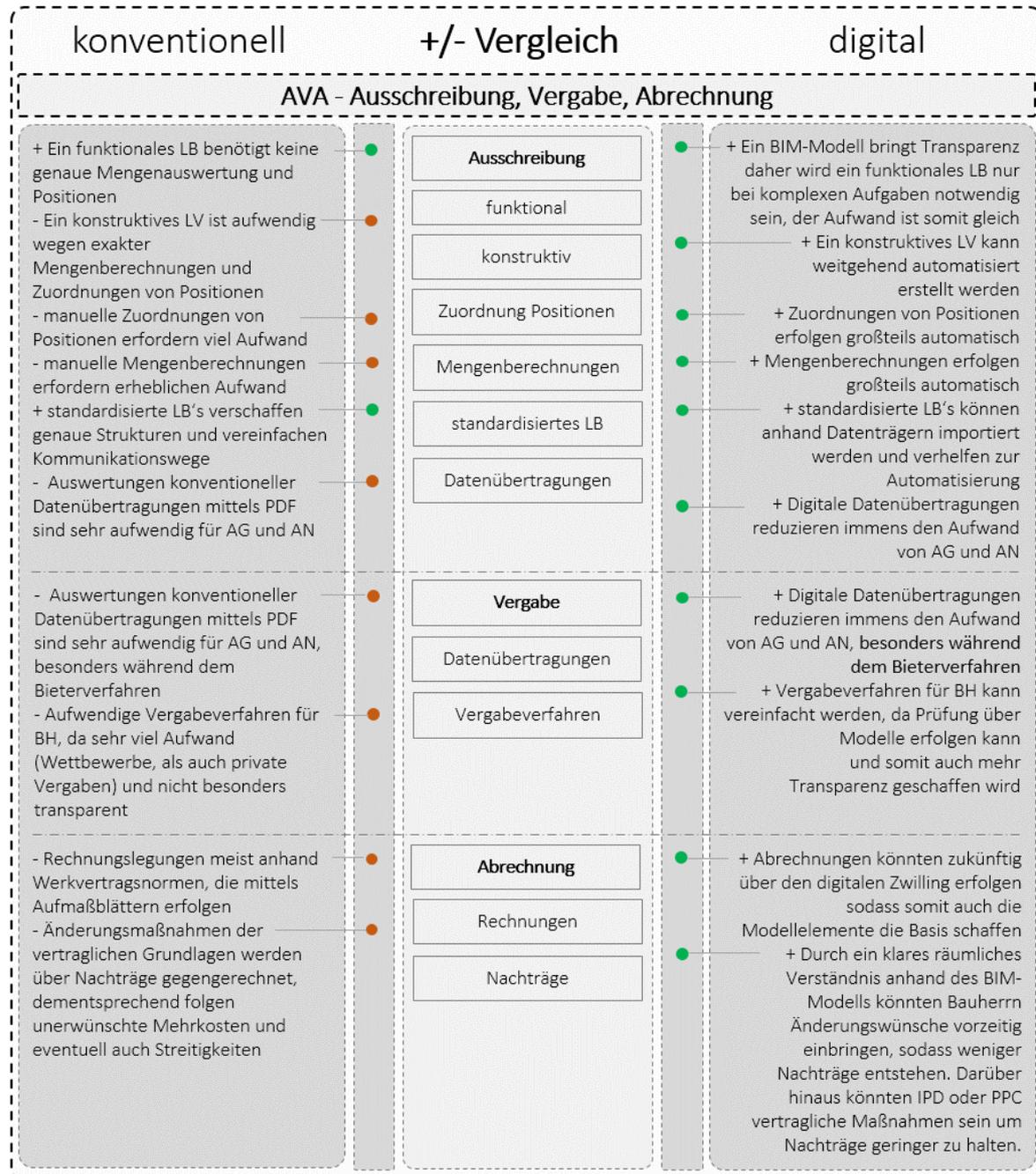


Abb. 79: Vergleiche aus Sicht der AVA - Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung

- Zusammenfassend - AVA

Anhand des Vergleichs ist erkennbar, dass die gesamte Wertschöpfungskette der AVA vom digitalen Planungsprozess profitiert. Neben den Automatisierungsvorgängen von konstruktiven Leistungsverzeichnissen, stehen digitale Datenübertragungen, zwischen AG und AN, im Vordergrund.

Zusätzlich können BIM-Modelle sämtliche Vergabeverfahren vereinfachen, da diese mehr Transparenz erhalten.

Überdies würden die neuen Vertragsmodelle (IPD, PPC) neue Formen an Kollaborationen ermöglichen und könnten somit auch konfrontatives Nachtragsmanagement unterbinden.

Um die Vorteile zur Gänze nutzen zu können, wäre ein Kulturwandel vorteilhaft, jedoch sollte die Chance der Digitalisierung stets kritisch hinterfragt werden, sodass zukünftige Generationen ein nachhaltiges Produkt dieses Wandels erhalten.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- 5D Institut. (2018). iTWO Tutorial: Bauteilzuordnung. Von <https://www.youtube.com/watch?v=Ns2J5U231Mw&t=223s> abgerufen
- AIA National, T. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*.
- André Borrmann, M. K. (2015). *Building Information Modeling : Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bernd Kochendörfer, J. H. (2006). *Bau-Projekt-Management : Grundlagen und Vorgehensweisen*. Wiesbaden: B. G. Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH.
- Berner, F., Kochendörfer, B., & Schach, R. (2013). *Grundlagen der Baubetriebslehre 1: Baubetriebswirtschaft*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- BVergG. (2018).
- Campbell, D., Mullin, L., Austin, J., Secerbegovic, L., & Drouet, J. (09. 01 2015). *Beyond Design*. Von <https://beyonddesign.typepad.com/posts/2015/09/complementary-components-of-collaboration-bim-lean-and-ipd.html> abgerufen
- Christoph Achammer, W. R. (2009). <https://www.industriebau.tuwien.ac.at>. Von https://www.industriebau.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-industriebau/Diverse/Lehre/PP/PPBPM2_BLOCK1.pdf abgerufen
- DI Dr. Kovacic, I. (2012). Integrale Planung - Leitfaden für Public Policy, Planer und Bauherrn. Wien. Von https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_219310.pdf abgerufen
- DI Krauss, &. (14. 12 2018). Von https://www.dikraus.at/AusschreibungOENORM_iTWO.pdf abgerufen
- Diederichs, C. J. (2006). *Immobilienmanagement im Lebenszyklus : Projektentwicklung, Projektmanagement, Facility Management, Immobilienbewertung*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Dr. Angermeier, G. (28. 07 2016). *projektmagazin.de*. Von <https://www.projektmagazin.de/glossarterm/honorarordnung-fuer-architekten-und-ingenieure> abgerufen
- Dr. Renken, S., & Wernik, S. (15. 11 2017). *feuertrutz*. Von <https://www.feuertrutz.de/bim-und-hoai-passen-nicht-zusammen/150/58100/> abgerufen
- Drees & Sommer. (25. 11 2013). Prozessoptimierung im Bau mit Lean Construction Management. Von <https://www.youtube.com/watch?v=u-0bvAtRVkA> abgerufen
- Falk Würfele, B. B. (2012). *Bauobjektüberwachung : kosten - qualitäten - termine - organisation - Leistungsinhalt - rechtsgrundlagen - haftung - vergütung*. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg.
- Fellner, T. (2018). *Baubetrieb und Baumanagement : Band 1*. Wien: Manz.
- Fellner, T. (2018). *Baubetrieb und Baumanagement : Band 2*. Wien: Manz.
- FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stempkowski, R., Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Ing. Waldauer, E., Dipl.-Ing. Huber, C., & Dipl.-Ing. Rosenberger, R. (22. 02 2019). Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 1: Grundlagen.
- FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stempkowski, R., Dipl.-Ing (FH) Dipl.-Ing. Waldauer, E., Dipl.-Ing. Huber, C., & Dipl.-Ing. Rosenberger, R. (22. 02 2019). Leitfaden zur

- Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 2: Objektplanung.
- Girmscheid, G. (2010). *Projektentwicklung in der Bauwirtschaft – prozessorientiert: Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Girmscheid, G. (2010). *Projektentwicklung in der Bauwirtschaft: Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg .
- Girmscheid, G. (2016). *Projektentwicklung in der Bauwirtschaft – prozessorientiert: Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Greiner, P., Mayer, P. E., & Stark, K. (2005). *Baubetriebslehre — Projektmanagement: Wie Bauprojekte erfolgreich gesteuert werden*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag 2005.
- Günthner, W., & Borrmann, A. (2011). *Digitale Baustelle - innovativer Planen, effizienter Ausführen*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Heinz Ehrbar. (30. 10 2017). Schweizer BIM Kongress 2017: Interview mit Heinz Ehrbar, DB Netz AG. Zürich. Von <https://www.youtube.com/watch?v=YsD1bwqRjbc> abgerufen
- Holoubek, M. (2014). *Vergaberecht : Lehrbuch*. Wien: Verlag Österreich .
- Lin, E. S.-H., & Roithmayr, R. (Oktober 2015). Building Information Modeling: Next steps for tensile membrane architecture. Amsterdam: Tensile Evolution.
- Mosey, D., Breyer, W., Leupertz, S., & Boldt, A. (2018). PPC Deutschland: Einführung in PPC und FAC-1.
- ÖNORM A 2050. (2006-11-01). *Vergabe von Aufträgen über Leistungen*. Wien.
- ÖNORM A 2063. (2015-07-15). *Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form*.
- ÖNORM A 6241-2. (2015-07-01). *Digitale Bauwerksdokumentation Teil 2: Building Information Modeling (BIM) — Level 3-iBIM*.
- ÖNORM B 1801-1. (2015-12-01). *Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objekterrichtung*.
- ÖNORM B 2110. (2013-03-15). *Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen - Werkvertragsnorm*. Wien.
- Paul Meyer-Meierling, M. H. (2016). *gesamtleitung.vdf-online*. Von <http://gesamtleitung.vdf-online.ch/post/4-fertigstellungsgrad-lod> abgerufen
- Plandata, Lars Oberwinter. (2015). *BIMpedia*. Von https://www.bimpedia.eu/static/nodes/1003/BIM_Level_online-original.jpg abgerufen
- PORR, Gernot Wagner. (05.2019). *Befragung zum Planungsaufwand*. Wien.
- Prof. Leupertz, S. (13. 11 2018). BIM und innovative Vertragsmodelle – ein schlafender Riese! (b. Deutschland, Hrsg.) Essen. Von <https://www.youtube.com/watch?v=BwK1KiidYIY> abgerufen
- Prof. Steinmann, R. (26. 10 2017). Die Bedeutung von Produktdaten für Building Information Modeling. Berlin. Von <https://www.youtube.com/watch?v=mSUTOMc5tJ0> abgerufen

- Prof. Steinmann, R. (14. 12 2018). MVD und LOD. Von <https://www.youtube.com/watch?v=JixSoxgHqBc> abgerufen
- RIB, S. S. (2018). *iTWO Ausstattung - Benutzerhandbuch*.
- RIB, S. S. (2018). *iTWO Basiswissen - Benutzerhandbuch*.
- RIB, S. S. (2018). *iTWO BIM Qualifier - Benutzerhandbuch*.
- RIB, S. S. (2018). *iTWO Kostenermittlung - Benutzerhandbuch*.
- RIB, S. S. (2018). *iTWO Objektbuch - Benutzerhandbuch*.
- RIB, S. S. (2018). *iTWO Vorgangsmodell - Benutzerhandbuch*.
- RIB, S. S. (2018). *iTWO Vorgangsmodell (Ablaufplanung) - Benutzerhandbuch*.
- Rösel, W., & Busch, A. (2008). *AVA-Handbuch: Ausschreibung — Vergabe — Abrechnung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Scherer, P. (09. 06 2016). *SIA*. Von http://www.sia.ch/fileadmin/content/download/berufsgruppen/bgt/BGT_Jahrestagung_2016/002_Peter_Scherer_BIM_in_der_Gebäudetechnik.pdf abgerufen
- Scholz, S., & Wellner, K. (2017). *Architekturpraxis Bauökonomie : Grundlagenwissen für die Planungs-, Bau- und Nutzungsphase sowie Wirtschaftlichkeit im Planungsbüro*. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden : Imprint: Springer Vieweg.
- Simmendinger, H. (2009). *Hoai-Gutachter*. Von <https://www.hoai-gutachter.de/pdf/Teilleistungstabellen.pdf> abgerufen
- Sommer, H. (2016). *Projekt-Management im Hochbau mit BIM und Lean Management*. Stuttgart, Deutschland: Springer Vieweg.
- TBH Editor. (24. 11 2014). *thebimhub*. Von https://thebimhub.com/2014/11/24/history-of-building-information-modelling/#.XlfX_C0lwWo abgerufen
- Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Architekt Lechner, H. (2014). *LM.VM.2014 - Vorschlag für Leistungsmodelle+Vergütungsmodelle für Planerleistungen*. Verlag der Technischen Universität Graz.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE - VDI 2552 Blatt 3. (05 / 2018). *Building Information Modeling - Modellbasierte Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung*.
- Wagner, G. (05.2019). *Befragung der Planungsleistungen*. Wien.
- Wildenauer, A. A. (30. 09 2016). *integrale-planung*. Von https://www.integrale-planung.net/bim-der-neue-heilige-gral_1636?p=1 abgerufen
- WKO - Wirtschaftskammer Österreich. (kein Datum). *wko.at*. Von https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Leitfaden_zur_Kostenabschaetzung_von_Planungsleistungen1.htm abgerufen
- Würfele, F. (2012). *Bauobjektüberwachung : Kosten - Qualitäten - Termine - Organisation - Leistungsinhalt - Rechtsgrundlagen - Haftung - Vergütung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag .

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Phase 1 - Grundlagen.....	3
Abb. 2: Phase 2 - Automatisierung des Planungsprozesses und Planungsaufwand.....	4
Abb. 3: Phase 3 - Zukunftsausblicke.....	5
Abb. 4: Grad der Beeinflussbarkeit von Investitionen und Folgekosten	6
Abb. 5: Planungsphasen - Handlungsbereiche - Gliederungen	7
Abb. 6: Vergleich Baugliederung und Leistungsgliederung	8
Abb. 7: Kostenermittlung	9
Abb. 8: Kostenrahmen nach ÖNORM B 1801-1	10
Abb. 9: Kostenschätzung nach GroÙelementen	12
Abb. 10: Vergleich Baugliederung zu Leistungsgliederung anhand einer Betondecke.....	13
Abb. 11: Genereller Ablaufplan	14
Abb. 12: Ausschreibung + Vergabe als Schnittstelle zwischen Planung und Baudurchführung	15
Abb. 13: Aufbau des standardisierten Leistungsbuches.....	17
Abb. 14: Genereller Ablauf eines Vergabeverfahrens	21
Abb. 15: Gegenüberstellung des konventionellen und digitalen Planungsprozesses	25
Abb. 16: BIM-Reifegrad.....	26
Abb. 17: Systematischer Ablauf der konventionellen Planung	27
Abb. 18: Übergang vom konventionellen zum BIM-gestützten Planungsprozess.....	30
Abb. 19: Verhinderung von Informationsbrüchen	31
Abb. 20: Gegenüberstellung ÖN B 1801-1 und VDI 2552 Blatt 3.....	32
Abb. 21: LOD 300 -500	33
Abb. 22: Integraler Planungsprozess.....	35
Abb. 23: Projektabwicklungsmöglichkeiten.....	36
Abb. 24: Beispielhafter BIM-Workflow	36
Abb. 25: Digitale Datenübergabe an AVA-Programme	38
Abb. 26: Datenaustausch der Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung	39
Abb. 27: Automatische Mengenermittlung mittels Vorlagen.....	40
Abb. 28: 80/20 - Pareto Prinzip	40
Abb. 29: Struktur Navigationsbereich.....	43
Abb. 30: Prozessschritte des BIM Qualifiers.....	45
Abb. 31: Verknüpfung der Teilleistungskataloge zu den Vorlagen.....	45
Abb. 32: Verknüpfung der Teilleistungen mit der Kostenermittlung	47
Abb. 33: BIM 5D - Prozessschritte	48
Abb. 34: Aufbau des Merkmalkatalogs und dessen Schnittstellen.....	48
Abb. 35: Die Kostenermittlung und ihre Schnittstellen.....	49
Abb. 36: Aufbau einer Rezeptur.....	50
Abb. 37: Vereinfachter Workflow eines Kostenelementes.....	50
Abb. 38: Instanzen.....	51
Abb. 39: Aufbau der Objekttypen	52
Abb. 40: Objekt-Variable	52
Abb. 41: Schnittstellen.....	53
Abb. 42: Objekt - Auswahlgruppen	54

Abb. 43: Zuordnung der Kostenelemente mit Objekttypen und Verknüpfungsregel	54
Abb. 44: Aufbau Objektbuch und dessen Schnittstellen.....	55
Abb. 45: Setzen der Objekttypen	56
Abb. 46: Ausschnitt der Kostenberechnung.....	56
Abb. 47: Überprüfung der Zuordnung	57
Abb. 48: Prozessschritte zur Ermittlung des Ausschreibungs-LV	58
Abb. 49: Aufbau der Ausstattung	59
Abb. 50: Flow für LV-Positionen mit Bezug zum LB	60
Abb. 51: Aufteilung in Mengenabfrage und Auswahlgruppe.....	60
Abb. 52: Aufbau einer QTO Formel	61
Abb. 53: Bezug Position zur Auswahlgruppe	62
Abb. 54: Aufbau der Mengenberechnung (Fortsetzung von Abb. 49).....	63
Abb. 55 Auswertung nach Vergabeeinheit.....	64
Abb. 56: Kontrolle nicht zugeordneter Bauteile.....	65
Abb. 57: Zuordnungskontrolle	65
Abb. 58: Prozessschritte zur Terminermittlung	66
Abb. 59: Entscheidende Schritte zur Verknüpfung modellorientierter LV Auswertungen mit dem Teilleistungen-Baum.....	67
Abb. 60: Automatisierung der Vorgangstabelle	68
Abb. 61: Balkenplan	69
Abb. 62: Anordnungsbeziehungen.....	69
Abb. 63: Simulation	70
Abb. 64: Planungsleistungen - Kostengruppe 7.....	71
Abb. 65: Vertragsbestandteile - Planervertrag.....	74
Abb. 66: Überblick der Projektphasen und Leistungsphasen.....	75
Abb. 67: Konventioneller Aufwand - HOAI 1996/2009.....	76
Abb. 68: Aktuelle Aufwände - Unternehmen 1, Unternehmen 2.....	77
Abb. 69: Zukünftige digitale Aufwände - Unternehmen 1, Unternehmen 2.....	78
Abb. 70: Aufwandsvergleich - konventioneller, aktueller und digitaler Aufwände	80
Abb. 71: Kollaborative Planung.....	84
Abb. 72: Vergleich - konventionelle Bauabwicklung und IPD.....	85
Abb. 73: Vertragsstruktur Mehrparteien-Alliancevertrag Stufe 1-Einzelvergabe.....	88
Abb. 74: Einfluss von Produktdaten auf die Planung.....	91
Abb. 75: Mögliche Wertschöpfungskette der Materialbeschaffung	92
Abb. 76: Blickwinkel zum Vergleich	94
Abb. 77: Vergleiche aus der Sicht des Bauherrn.....	95
Abb. 78: Vergleiche aus Sicht der Kosten- und Terminplanung.....	96
Abb. 79: Vergleiche aus Sicht der AVA - Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung.....	99