

# **BIM oder kein BIM? Eine Frage der Wirtschaftlichkeit aus Sicht der Projektentwickler**

**Empirische Erhebungen als Grundlage einer wirtschaftlichen Bewertung des  
Building Information Modeling Einsatzes**

Dissertationsschrift (Dr.-Ing.)

Technische Universität Dortmund  
Fakultät Raumplanung  
Lehrstuhl für Immobilienentwicklung



Vorgelegt von

**Christoph Ebbing**

Master of Science (Bauingenieurwesen)

## **Prüfungskommission**

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietwald Gruehn

1. Prüfer: Univ.-Prof. Dr. rer. pol. Michael Nadler, TU Dortmund

2. Prüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Ivan Čadež, TU Dortmund

Wintersemester 2021/2022



## Vorwort

*„Miss alles, was sich messen lässt, und mache alles messbar, was sich nicht messen lässt.“* Archimedes (287–212 v. Chr.)

Die vorliegende Arbeit **BIM oder kein BIM? Eine Frage der Wirtschaftlichkeit aus Sicht der Projektentwickler** entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Immobilienentwicklung der Technischen Universität Dortmund. Sie wurde vom Promotionsausschuss der Fakultät Raumplanung im Wintersemester 2021/2022 als Dissertation angenommen. Das Vorwort möchte ich als Danksagung und zur Widmung nutzen.

Der Dank gilt zunächst meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Michael Nadler, der mir die Gelegenheit zur Promotion geboten hat. Die vielseitigen Anregungen zur wissenschaftlichen Umsetzung haben wesentlich zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen. Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. Ivan Čadež vom Lehrstuhl Immobilienwirtschaft und Bauorganisation der Technischen Universität Dortmund für den fachlichen Diskurs und die Übernahme des Zweitgutachtens. Ich bedanke mich bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern der empirischen Untersuchungen für das informative Feedback. Ein großer Dank gilt auch meinen alten Kolleginnen und Kollegen am Lehrstuhl Immobilienentwicklung für das offene Ohr und den interdisziplinären Austausch. Ich freue mich sehr über die Freundschaften, die abseits der Fachgespräche entstanden sind. Danken möchte ich auch der Fakultät Raumplanung an der Technischen Universität Dortmund sowie allen meinen Freundinnen und Freunden für die überfachliche Unterstützung während meiner Arbeit.

Die Arbeit widmen möchte ich meiner Familie, meinen Eltern, Geschwistern und besonders Lea Mardink. Ohne deren Rückhalt und liebevolle Unterstützung hätte ich den langen Weg nicht beschreiten und den erforderlichen Mut nicht aufbringen können.

Dortmund, im April 2022

*Christoph Ebbing*

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>I</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>Formelverzeichnis</b> .....	<b>X</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>XI</b>
<b>Symbolverzeichnis</b> .....	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Stand der Forschung</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Entscheidungsfindung bei Immobilien-Projektentwicklungen</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Vorbemerkungen</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Entscheidungsträger: Projektentwickler</b> .....	<b>13</b>
2.2.1 Zielvorstellungen .....	13
2.2.2 Ein- und Ausstiegszeitpunkte .....	18
2.2.3 Projektideen.....	22
2.2.4 Koordination und Kooperationen .....	26
2.2.4.1 Projektbeteiligte.....	26
2.2.4.2 Vergabemodelle in der Gebäudeplanung und Ausführung.....	31
2.2.4.3 Vertragsmodelle mit Bauunternehmen .....	35
<b>2.3 Investitionsentscheidungen in der Projektentwicklung</b> .....	<b>36</b>
2.3.1 Investitionen .....	37
2.3.2 Investitionsrechenverfahren.....	39
2.3.3 Einsatz eines vollständigen Finanzplans .....	44
2.3.3.1 Aufbau und Ablauf.....	44
2.3.3.2 Vorteilhaftigkeitskriterien .....	49
2.3.3.3 Modellgrößen in der Projektentwicklung.....	51
2.3.3.4 Anwendungsgrenzen.....	59
<b>2.4 Entscheidungen unter Unsicherheit</b> .....	<b>63</b>
2.4.1 Unsicherheiten, Ungewissheiten und Risiken.....	63
2.4.2 Risiken bei Projektentwicklungen .....	65
2.4.3 Risikoanalyse und -bewertungsverfahren.....	68

---

2.4.4	Einsatz der Monte-Carlo-Simulation .....	72
2.4.4.1	Technischer Ablauf.....	72
2.4.4.2	Datenbeschaffung .....	74
2.4.4.3	Modellierung.....	79
2.4.4.4	Simulation .....	86
2.4.4.5	Auswertung .....	88
<b>3</b>	<b>Identifizierung des Wirtschaftlichkeitsfaktors BIM .....</b>	<b>91</b>
<b>3.1</b>	<b>BIM Grundlagen .....</b>	<b>91</b>
3.1.1	Charakteristik.....	91
3.1.2	Fachbegriffe.....	93
3.1.3	Anwendungsbereiche .....	102
3.1.4	Anwendungsfälle .....	111
<b>3.2</b>	<b>BIM-Einsatz in Deutschland.....</b>	<b>114</b>
3.2.1	BIM-Anbieter.....	114
3.2.2	BIM-Nachfrager .....	117
<b>3.3</b>	<b>BIM-Kosten und Nutzen .....</b>	<b>120</b>
3.3.1	Grundlagen: IT-Kosten und Nutzen .....	120
3.3.2	BIM-Kosten.....	123
3.3.2.1	Planungskosten.....	123
3.3.2.2	Managementkosten.....	125
3.3.3	BIM-Nutzen.....	126
3.3.3.1	Baukosten und -zeit.....	126
3.3.3.2	Verkauf und Vermietung.....	130
3.3.3.3	Projektrisiken.....	131
3.3.3.4	Zufriedenheit und Image .....	133
<b>4</b>	<b>Analyse des Wirtschaftlichkeitsfaktors BIM.....</b>	<b>134</b>
<b>4.1</b>	<b>Einschätzungen unter Projektentwicklern.....</b>	<b>134</b>
<b>4.2</b>	<b>Einschätzungen unter BIM-Anwendern .....</b>	<b>140</b>
4.2.1	Wertangaben des AHO-Arbeitskreis BIM .....	140
4.2.2	Wertangaben aus der Literatur.....	144
4.2.3	Wertangaben aus der Umfrage von Krüger .....	147
<b>4.3</b>	<b>Einschätzungen unter BIM-Experten .....</b>	<b>152</b>
4.3.1	Einsatz des Delphi-Verfahrens .....	152
4.3.1.1	Gesamtablaufplan .....	152

4.3.1.2	Ablauf der Einzelinterviews .....	153
4.3.1.3	Ausgewählter Expertenkreis.....	156
4.3.2	Verwendetes Ausgangsszenario .....	159
4.3.2.1	Kurzbeschreibung .....	159
4.3.2.2	BIM-Hypothesen .....	161
4.3.3	Ergebnisse.....	164
4.3.3.1	Technische Veränderungen .....	164
4.3.3.2	Wirtschaftliche Auswirkungen .....	166
<b>4.4</b>	<b>Einschätzungen im Vergleich .....</b>	<b>168</b>
4.4.1	Vergleich der verwendeten Methoden .....	168
4.4.2	Vergleich der BIM-Auswirkungen .....	170
4.4.2.1	Vorbemerkungen.....	170
4.4.2.2	BIM Auswirkungen auf die Entwicklungsdauer.....	171
4.4.2.3	BIM Auswirkungen auf die Entwicklungskosten .....	175
4.4.2.4	BIM Auswirkungen auf den Verkaufserlös.....	180
<b>5</b>	<b>Bewertung des Wirtschaftlichkeitsfaktors BIM .....</b>	<b>182</b>
<b>5.1</b>	<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>182</b>
<b>5.2</b>	<b>Modellierung der BIM-Kosten- und Nutzeneffekte.....</b>	<b>184</b>
5.2.1	Übersetzung qualitativer Argumentationen.....	185
5.2.2	Option 1: „BIM erhöht/verringert die Einnahmen und Ausgaben“ ....	186
5.2.3	Option 2: „BIM erhöht die Planungssicherheit“ .....	190
<b>5.3</b>	<b>Anwendungsbeispiel: BIM oder kein BIM?.....</b>	<b>192</b>
5.3.1	Ausgangssituation .....	192
5.3.2	Modellierung des BIM-Faktors.....	197
5.3.3	Ökonomische Entscheidung für oder gegen BIM .....	204
<b>5.4</b>	<b>Fazit und Anwendungsgrenzen.....</b>	<b>207</b>
<b>6</b>	<b>Schlussbemerkungen.....</b>	<b>210</b>
<b>6.1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>210</b>
<b>6.2</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>213</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>216</b>
<b>7.1</b>	<b>Monographien, Beiträge in Sammelwerken, Hochschulschriften, Fachzeitschriftenartikel, Berichte .....</b>	<b>216</b>
<b>7.2</b>	<b>Internetdokumente.....</b>	<b>230</b>

---

<b>8 Anlagen</b> .....	<b>234</b>
Anlage 1 BIM-Referenzen verschiedener Marktteilnehmer .....	235
Anlage 2 BIM Umfrage unter Projektentwicklern .....	237
Anlage 3 BIM-Wertangaben (Sekundärdaten).....	242
Anlage 4 Delphi-Verfahren Vorauswahl (Gesprächsleitfaden) .....	246
Anlage 5 Delphi-Verfahren Prozessmodell.....	247
Anlage 6 Delphi-Verfahren Interviews (BIM Relevanzermittlung).....	255
Anlage 7 Delphi Verfahren Ergebnisse (Technische Veränderungen) .....	266
Anlage 8 Delphi-Verfahren Feedbacks (Wirtschaftliche Auswirkungen).....	267
Anlage 9 Delphi-Verfahren Zusammenfassung .....	295
Anlage 10 Delphi-Verfahren Umrechnungstabelle (Baunebenkosten) .....	296
Anlage 11 Anwendungsbeispiel (Tabellenkalkulation) .....	297

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Projektentwicklung als Teil des Immobilien-Lebenszyklus.....	19
Abbildung 2:	Baufertigstellungen bei Nichtwohngebäuden (2019).....	23
Abbildung 3:	Baufertigstellungen in Abhängigkeit vom Bauherrn (2019).....	24
Abbildung 4:	Beteiligte an einer Projektentwicklung.....	27
Abbildung 5:	Leistungsvergabe bei Planern und Ausführenden.....	33
Abbildung 6:	Periphere und zentrale Kriterien einer Investition.....	37
Abbildung 7:	Statische und dynamische Investitionsrechenverfahren.....	39
Abbildung 8:	Kostengruppen KG 100–800 (1. Ebene) gemäß DIN 276.....	52
Abbildung 9:	Zahlungsansprüche bei einer Immobilienfinanzierung.....	55
Abbildung 10:	Miet- und Kaufpreisindex (Empirica Immobilienpreisindex).....	56
Abbildung 11:	Ausgaben modellieren (Bsp.: Architekten- und Ingenieurskosten).....	58
Abbildung 12:	Entscheidungen unter Sicherheit und Unsicherheit.....	63
Abbildung 13:	Toleranzwerte bei der Kostenermittlung gemäß DIN 276.....	64
Abbildung 14:	Auszug aus einem Immobilien-Marktbericht (hier: Büroimmobilien in Düsseldorf Q1 2021).....	65
Abbildung 15:	Risikomanagement Methodenbewertung nach Hofstadler und Kummer.....	69
Abbildung 16:	Vorgehensweise bei einer Monte-Carlo-Simulation.....	73
Abbildung 17:	Informationsquellen zur Bestimmung einer Risikogröße.....	74
Abbildung 18:	Anwendung eines statistischen Testverfahrens (hier: AIC).....	75
Abbildung 19:	Auswahl anerkannter Schätzverfahren.....	76
Abbildung 20:	Auswahl anerkannter Delphi-Verfahren.....	78
Abbildung 21:	PERT- vs. Dreiecksverteilung (asymmetrisch und symmetrisch).....	82
Abbildung 22	Wahrscheinlichkeitsverteilung bei Dreipunktschätzung : (Modellierungsbeispiel).....	83
Abbildung 23:	Monte-Carlo vs. Latin-Hypercube-Verfahren.....	86
Abbildung 24:	Beispiel einer Monte-Carlo Simulation (Zielgröße: $V_n$ ).....	87
Abbildung 25:	BIM-Modell mit grafischen und semantischen Informationen..	92
Abbildung 26:	BIM-Fachbegriffe in der Übersicht.....	94
Abbildung 27:	Abgrenzung unterschiedlicher BIM-Modelltypen.....	96



Abbildung 28:	BIM-Übergabemodelle (As-planned, As-built, As-is).....	97
Abbildung 29:	Kriterien zur Beschreibung des BIM Modelldetaillierungs- grades.....	98
Abbildung 30:	BIM-Kompetenzen – Nachweisformen.....	101
Abbildung 31:	Technische Veränderungen infolge des BIM-Einsatzes.....	102
Abbildung 32:	3D-Punktwolke (Praxisbeispiel).....	103
Abbildung 33:	3D-Bauwerksmodell mit 2D-Detailplan (Praxisbeispiel).....	105
Abbildung 34:	BIM-Modellprüfungen – Übersicht.....	106
Abbildung 35:	Rendering auf Basis eines BIM-Modells (Praxisbeispiel).....	109
Abbildung 36:	Modell-Viewer mit Kommentarfunktion (Praxisbeispiel).....	111
Abbildung 37:	Aufwands- und Nutzenwerte einzelner BIM Anwen- dungsfälle (BIM4INFRA).....	113
Abbildung 38:	Analyse der BIM-Referenzen in Abhängigkeit vom Bauherrn.....	118
Abbildung 39:	Darstellung der BIM-Projektstichprobe.....	119
Abbildung 40:	Dual-Matrix zur Bewertung der BIM-Thesen.....	136
Abbildung 41:	Projektentwickler (PE) Umfrage – Teilnehmerprofil.....	137
Abbildung 42:	BIM-Auswirkungen – Baunebenkosten (PE-Umfrage).....	137
Abbildung 43:	BIM-Auswirkungen – Baukosten (PE-Umfrage).....	138
Abbildung 44:	BIM-Auswirkungen – Projektlaufzeit (PE-Umfrage).....	139
Abbildung 45:	BIM-Auswirkungen – Rendite (PE-Umfrage).....	139
Abbildung 46:	BIM-Auswirkungen – Kalkulationsrisiko (PE-Umfrage).....	140
Abbildung 47:	BIM-Auswirkungen – Finanzierung (PE-Umfrage).....	141
Abbildung 48:	BIM-Auswirkungen (Sekundärdaten).....	146
Abbildung 49:	BIM-Auswirkungen auf die Planungs- und Baukosten (Sekundärdaten).....	147
Abbildung 50:	BIM-Anwender Umfrage (Teilnehmerprofil).....	149
Abbildung 51:	Relevanz einzelner BIM-Anwendungsfälle (BIM-Anwender)...	150
Abbildung 52:	BIM-Auswirkungen in der Projektentwicklung (BIM-Anwender).....	151
Abbildung 53:	BIM-Auswirkungen in unterschiedlichen Bereichen (BIM- Anwender).....	152
Abbildung 54:	Übersicht zur methodischen Umsetzung (Delphi Verfahren).....	154

Abbildung 55:	Ablauf einzelner Erhebungen (Delphi-Verfahren).....	155
Abbildung 56:	BIM Experten – Anforderungsprofil (Delphi-Verfahren).....	158
Abbildung 57:	Technische BIM-Veränderungen (Delphi-Verfahren).....	166
Abbildung 58:	BIM-Auswirkungen – Planungszeit (Datenvergleich).....	173
Abbildung 59:	BIM-Auswirkungen – Bauzeit (Datenvergleich).....	174
Abbildung 60:	BIM-Auswirkungen – Übergabezeit (Datenvergleich).....	175
Abbildung 61:	BIM-Auswirkungen – Baunebenkosten (Datenvergleich).....	177
Abbildung 62:	BIM-Auswirkungen – Baukosten (Datenvergleich).....	178
Abbildung 63:	BIM-Auswirkungen – Fremdkapitalkosten (Datenvergleich).....	180
Abbildung 64:	BIM-Auswirkungen – Risikokosten (Datenvergleich).....	181
Abbildung 65	BIM-Auswirkungen – Einnahmen Verkauf : (Datenvergleich).....	182
Abbildung 66:	Berechnungsbeispiel – Baukosten (BIM vs. No-BIM).....	189
Abbildung 67:	Berechnungsbeispiel – Baunebenkosten (BIM vs. No-BIM).....	190
Abbildung 68:	Berechnungsbeispiel I – Planungssicherheit (BIM vs. No-BIM).....	191
Abbildung 69:	Berechnungsbeispiel II – Planungssicherheit (BIM vs. No-BIM).....	192
Abbildung 70:	Anwendungsbeispiel – Vermögensendwert (ohne BIM).....	197
Abbildung 71:	Anwendungsbeispiel – Eigenkapitalrendite (ohne BIM).....	197
Abbildung 72:	Modellierung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Beispiel Baukosten).....	202
Abbildung 73:	Anwendungsbeispiel – Vergleich der Eigenkapitalrentabilität.	206
Abbildung 74:	Anwendungsbeispiel – Vergleich der Vermögensendwerte....	207

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufbau der Arbeit.....	7
Tabelle 2: Abgrenzung der Projektentwicklertypen.....	16
Tabelle 3: Beispiel eines vollständigen Finanzplans.....	45
Tabelle 4: Risiken bei einer Immobilien-Projektentwicklung.....	66
Tabelle 5: Matrix zur Risikoidentifizierung (Beispiel).....	67
Tabelle 6: Eigenschaften verschiedener Wahrscheinlichkeitsverteilungen.....	80
Tabelle 7: Korrelationseffekte bei Risikosimulationen.....	84
Tabelle 8: Schätzungen von Korrelationskoeffizienten.....	85
Tabelle 9: BIM-Aufwandsschätzungen i. A. a. den AHO BIM-Arbeitskreis.....	142
Tabelle 10: BIM-Planungskosten (Beispiel).....	144
Tabelle 11: BIM-Relevanzermittlung – Checkliste.....	156
Tabelle 12: Dokumentation des Dreipunktschätzverfahren.....	156
Tabelle 13: Teilnehmer des Delphi-Verfahrens.....	159
Tabelle 14: Ausgangssituation – Übersicht (Delphi-Verfahren).....	160
Tabelle 15: Technische Veränderungen (Delphi-Verfahren).....	164
Tabelle 16: Wirtschaftliche Auswirkungen – Kurzfassung (Delphi-Verfahren).....	167
Tabelle 17: Modellierung qualitativer BIM Argumente – Übersicht.....	187
Tabelle 18: Auswirkungen des BIM-Einsatzes (Anwendungsbeispiel).....	195
Tabelle 19: Anwendungsbeispiel - Wirtschaftliche Ausgangssituation.....	198
Tabelle 20: Anwendungsbeispiel: Modellierung der BIM-Faktoren.....	204

## Formelverzeichnis

Formel 1: Berechnung des Cash-Flow ( $CF_t$ ).....	44
Formel 2: Berechnung des Zinsaufwandes ( $ZA_{EK,t}$ , $ZA_{FK,t}$ ).....	46
Formel 3: Berechnung des Schuldenstandes ( $S_{EK}$ , $S_{FK}$ ).....	46
Formel 4: Berechnung der Kapitalaufnahme ( $KA_{EK,t}$ , $KA_{FK,t}$ ).....	47
Formel 5: Berechnung des Vermögenswerts ( $V_t$ ).....	47
Formel 6: Berechnung der Tilgung ( $T_{EK,t}$ , $T_{FK,t}$ ).....	48
Formel 7: Berechnung des Kapitaldienstes ( $KD_{FK,t}$ , $KD_{EK}$ ).....	48
Formel 8: Berechnung des Wiederanlagebetrags ( $H_t$ ).....	49
Formel 9: Bestimmen der absoluten Vorteilhaftigkeit (hier mit $V_n$ ).....	50
Formel 10: Bestimmen der relativen Vorteilhaftigkeit (hier mit $V_n$ ).....	50
Formel 11: Berechnung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität ( $r_{EK}$ ).....	51
Formel 12: Berechnung des Variationskoeffizienten ( $V$ ).....	88
Formel 13: Berechnung des Value at Risk (VaR).....	89
Formel 14: Value at Risk (VaR) bei mehreren Wahloptionen.....	89
Formel 15: Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit (PD).....	90
Formel 16: Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) bei mehreren Wahloptionen.....	90
Formel 17: Bestimmen der relativen BIM-Vorteilhaftigkeit.....	184
Formel 18: BIM-Bewertung anhand des Variationskoeffizienten ( $V$ ).....	185
Formel 19: BIM-Bewertung anhand des Value at Risk (VaR).....	185
Formel 20: BIM-Bewertung anhand der Ausfallwahrscheinlichkeit (PD).....	185
Formel 21: Differenzanalyse BIM vs. No-BIM (hier mit: $V_n$ ).....	185
Formel 22: Statische Berechnung mit BIM-Faktor (Beispiel: Baukosten).....	188
Formel 23: Anwendungsbeispiel – Vorteilhaftigkeitskriterien.....	188

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
2D	zweidimensional (xy, xz, yz)
3D	dreidimensional (xyz)
abs.	absolut
AF	Außenfläche
AG	Aktiengesellschaft
AHO	Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.
AHP	Analytischer Hierarchieprozess
AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
AIC	Akaike information criterion (Akaikes Informationskriterium)
AR	Augmented Reality
ATV	Anerkannte Regeln der Technik
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BaFin	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
BAK	Bundesarchitektenkammer
BBR	Bundesamt für Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BCF	BIM Collaboration Format
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGF	Bruttogeschossfläche
BIC	Bayesian Information Criterion (Bayessches Informationskriterium)
BK	Baukosten
BIM	Building Information Modeling
BIM-AF	BIM-Anwendungsfall
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
BNK	Baunebenkosten
BRI	Bruttorauminhalt
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAD	Computer Aided Design

<b>Abkürzung</b>	<b>Bezeichnung</b>
CAFM	Computer-Aided Facility Management
CDE	Common Data Environment
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
CREM	Corporate Real Estate Management
DCF	Discounted Cash Flow
d. h.	das heißt
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DIN EN	Deutsche Industrie-Norm, übernommen von europäischer Norm
DOC	Level of Documentation
DVP	Deutscher Verband für Projektmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft e. V.
DXF	Drawing Interchange File Format
EP	Einzelpreis
ERP	Enterprise Ressource Planning
e. V.	eingetragener Verein
ff.	fortfolgende
GEFMA	German Facility Management Association
gem.	gemäß
GF	Grundstücksfläche
GFZ	Geschossflächenzahl
gif e. V.	Gesellschaft für immobilienwirtschaftliche Forschung e. V.
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GnotKG	Gerichts- und Notarkostengesetz
GoM	Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung
GrF	Grundfläche (gem. B-Plan)
GRZ	Grundflächenzahl
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
i. A. a.	in Anlehnung an
i. d. F.	in diesem Fall
i. d. R.	in der Regel
IFC	Industry Foundation Classes

<b>Abkürzung</b>	<b>Bezeichnung</b>
i. H. v.	in Höhe von
i. m. S.	im mittleren Sinne
IM	Immobilienmanagement
inkl.	inklusive
IREM	Institutional Real Estate Management
IRR	Internal Rate of Return
ISO	International Organisation for Standardization
IT	Informationstechnologie
KG	Kostengruppe
lfm.	laufende Meter
LoA	Level of Accuracy
LoD	Level of Detail
LoI	Level of Information
LoG	Level of Geometry
Lph.	Leistungsphasen
LZK	Lebenszykluskosten
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MAUT	Multi-Attributive-Nutzentheorie
MDG	Modelldetaillierungsgrad
MF	Mietfläche
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
MW	arithmetischer Mittelwert
NGF	Nettogeschossfläche
NPV	Net Present Value
NRF	Nettoraumfläche
Nr.	Nummer
NUF	Nutzungsfläche
NWA	Nutzwertanalyse
ONR	ON-Regel

<b>Abkürzung</b>	<b>Bezeichnung</b>
Opt.	Option
o. ä.	oder ähnlich
PAP	Programmablaufplan
PD	Probability of Default (Ausfallwahrscheinlichkeit)
PDF	Portable Document Format
PE	Projektentwicklung
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PM	Projektmanagement
PREM	Public Real Estate Management
RAC	Risk adjusted Capital
rd.	rund
rel.	relativ
RoA	Return on Assets (Gesamtkapitalrendite)
RoE	Return on Equity (Eigenkapitalrendite)
RoI	Return on Investment
RORAC	Return on risk adjusted capital
SD	Standard Deviation (Standardabweichung)
S.	Seite
sog.	sogenannte(n)
TGA	Technische Gebäudeausstattung
TU	Technische Universität
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
V	Variationskoeffizient
v. l.	von links
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (Teil A, B, C)
Vgl.	Vergleich
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VoFi	Vollständiger Finanzplan
VR	Virtual Reality
vs.	versus
vsl.	voraussichtlich
WACC	Weighted Average Cost to Capital



## Symbolverzeichnis

Symbol	Bezeichnung
$\Delta(x)$	Differenz in Abhängigkeit der Variable x
€	Euro (Währungseinheit)
E	Erwartungswert
EK	Eingesetztes Eigenkapital
A, E	Ausgaben & Einnahmen
FK	Fremdkapital
h	Habenzins
H	Wiederanlagebetrag
KD	Kapitaldienst
t	Zeitperiode
Min	Minimum
Max	Maximum
n	Anzahl, max. Dauer
P	Perzentil
Q <sub>25%</sub>	1. Quartil (unteres Quartil)
Q <sub>50%</sub>	2. Quartil (Median)
Q <sub>75%</sub>	3. Quartil (oberes Quartil)
Q <sub>5%</sub> , Q <sub>95%</sub>	5 % bzw. 95 % Quantil
r <sub>EK</sub>	Dynamische Eigenkapitalrentabilität
s <sub>EK</sub>	Sollzins des eingesetzten Eigenkapitals
s <sub>FK</sub>	Sollzins des eingesetzten Fremdkapitals
S <sub>max,FK</sub>	Maximaler Schuldenstand (Fremdkapital)
SD	Standardabweichung
T <sub>t</sub>	Tilgungskosten in einer Periode t
V <sub>n</sub>	Vermögens zum Zeitpunkt n (Vermögensendwert)
VaR	Value at Risk
ZA	Zinsaufwendungen
Z <sub>BIM</sub>	BIM-Faktor (eigene Definition)
Z1	Zielgröße 1



# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit

Seit mehreren Jahren ist in nahezu allen Wirtschaftsbereichen festzustellen, dass IT-Anwendungen das betriebliche Handeln immer stärker beeinflussen. Neben einer Verbesserung der Prozessqualität (z. B. weniger Übertragungsfehler) sollen neue IT-Anwendungen zu einer höheren Effizienz, Schonung von Ressourcen, höhere Kundenzufriedenheit und Planungssicherheit führen. Die Diskussion über die notwendigen Investitionen lässt sich auch auf die Anwendungsbereiche in der Immobilien-Projektentwicklung übertragen.

Eine Herausforderung beim Einsatz neuer IT-Lösungen innerhalb einer Immobilien-Projektentwicklung sind die individuellen Voraussetzungen. Projektentwicklungen sind geprägt von einer Vielzahl an Prozesse, die parallel ablaufen, voneinander abhängig sind und von unterschiedlichen Akteuren in verschiedensten Konstellationen bearbeitet werden. Damit sich Projekte insgesamt effizient und in gleichzeitig hoher Qualität entwickeln, weisen in der Immobilienwirtschaft vor allem Projektsteuerer und Objektplaner Ihre Auftraggeber vermehrt auf die Möglichkeiten einer modellbasierten Zusammenarbeit hin.<sup>1</sup> Gemeint ist eine Zusammenarbeit auf Basis eines digitalen Gebäudeinformationsmodells. Die modellbasierte Zusammenarbeit auf Basis eines Gebäudeinformationsmodells ist besser bekannt als Building Information Modeling. Die im Kontext des Building Information Modeling verwendeten Technologien versprechen den Bearbeitern weniger Informationsbrüche im Austausch und eine Teilautomatisierung in den eigenen Prozessen. Die Herausforderungen in der Projektentwicklungen lassen sich unter anderem durch leicht verständliche Visualisierungen und einer strukturierten Informationsdatenbank leichter bewältigen. Bereits im Jahr 2012 hieß es, dass die modellbasierte Zusammenarbeit für Projekte aller Größen anwendbar sei.<sup>2</sup>

Es ist davon auszugehen, dass sich eine Vielzahl an Akteuren in der gesamten Immobilienwirtschaft über die Entwicklungsphase hinaus über die Verfügbarkeit und Auswertbarkeit eines digitalen Gebäudezwillings freuen würden. Die Ersteller entsprechender Modelle würden sich allerdings genauso freuen, wenn das entsprechende Knowhow bei der anfänglichen Modellierung, der Koordination und Informationseingabe

---

<sup>1</sup> Vgl. Sommer (2016), S. 74.

<sup>2</sup> Vgl. Püstow u. a. (2015), S.87.

entsprechend honoriert werden. Aufgrund der Kleinteiligkeit in der Branche benötigt es übergeordnete Initiatoren, die von den Nutzeneffekten eines digitalen Gebäudezwilling in der Entwicklung und späteren Nutzungsphase überzeugt sind. In der gesamten BIM-Diskussion wird die wirtschaftliche Perspektive der Initiatoren bisweilen allerdings oftmals vernachlässigt. Betrachtet man den Projektentwickler bei einer Immobilien-Projektentwicklung als einen solchen Initiator stellt sich die Frage, in welcher Form die modellbasierte Zusammenarbeit auch für ihn einen Eigennutzen erzeugen kann.

Diese Frage stellt sich vor allem dann, wenn Projektentwickler über die Entwicklungsphase hinaus nicht mehr selbst in den Entwicklungsprozess eingreifen und daher auch nicht langfristig von einem digitalen Gebäudezwilling profitieren könnten. Es ist zu hinterfragen, ob Entwicklungsrisiken minimiert, Projektdauer und Baukosten verringert, Verkaufserlöse gesteigert, oder langfristige Beziehungen zu Kapitalgebern, Immobilieninvestoren, Behörden, Planern, Bauunternehmen und weiteren Beteiligten verbessert werden können. Die Aufgabe der Projektentwickler besteht darin, die vorgenannten Chancen den Gefahren (z. B. höherer Kosten) gegenüberzustellen. Höhere Kosten im Rahmen einer Projektentwicklung können entstehen, weil vorab technische Vorgaben wie einheitliche Modell- und Austauschstandards definiert, Vertragsunterlagen angepasst und zusätzliche Gründe für weitere Kontrollen entstehen. Weiterhin resultieren aus den Vorgaben zusätzliche Markteinschränkungen, weil Projektbeteiligte mit den technischen Qualifizierungen akquiriert und neues Vertrauen aufgebaut werden müssten.

International wurde die Frage nach den BIM-Kosten- und Nutzeneffekten in der Vergangenheit bereits häufiger diskutiert.<sup>3</sup> Bei der Verwertung der vorhandenen Erkenntnisse ist kritisch zu hinterfragen, wie die BIM-Kosten- und Nutzeneffekte definiert wurden. So haben beispielsweise langfristige Effizienzvorteile durch die Anwendung BIM-fähiger Softwareprodukte nur bedingt etwas mit der finanziellen Vorteilhaftigkeit einer modellbasierten Zusammenarbeit aus der Sicht eines Projektentwicklers zu tun. Die reine Effizienzsteigerung beispielsweise bei einem Architekten würde für einen Projektentwickler wirtschaftlich erst eine Rolle spielen, wenn dadurch die Architektenkosten auch sinken würden. Die Ziele und Perspektive des Betrachters spielt somit bei der Bewertung eine wesentliche Rolle. Weiterhin wird bei näherer Betrachtung schnell klar, dass im Rahmen der BIM-Diskussion häufig unterschiedliche technische Veränderungen

---

<sup>3</sup> Vgl. Latiffi u. a. (2019).

betrachtet werden. Building Information Modeling ist nicht als einzelne Technologie zu verstehen. Die Umsetzung einer zusammenhängenden Veränderung vom Entwurfsprozess, über die Kosten- und Terminplanung, der Ausführungsplanung und der Bauüberwachung sind nicht mit einer einzelnen technischen Veränderung in einem kleinen Teilprozess (z. B. der automatischen Brutto-Grundflächenermittlung) zu vergleichen. Der Umfang technischer Veränderungen ist bei der BIM-Bewertung entsprechend zu berücksichtigen.

Auf der einen Seite ist früheren Statements von Fachexperten zu entnehmen, dass Projektinitiatoren die Aufwendungen gegenüber dem Nutzen von BIM oftmals als zu hoch bewerten.<sup>4</sup> Weiterhin sind in Deutschland einige Experten skeptisch, inwiefern die existierenden, vorwiegend internationalen Studien auf den kleinteiligen deutschen Markt übertragbar sind.<sup>5</sup> Die Ergebnisse stammen meist von öffentlichen Großbauprojekten und sind daher nicht vergleichbar mit konventionellen, eher begrenzt komplexen Projektentwicklungen.<sup>6</sup> Die individuelle Ausgangssituation sei mit zu berücksichtigen. Darüber hinaus geht man davon aus, dass IT-Aufwendungen und Nutzeneffekte (i. d. F. durch den BIM-Einsatz) aufgrund der Prozesskomplexität im Detail nicht analytisch herleitbar bzw. messbar seien.<sup>7</sup>

Als Quintessenz ist davon auszugehen, dass eine Entscheidung für oder gegen den BIM-Einsatz insgesamt nur unter Unsicherheit bestimmt werden kann. Insbesondere dann, wenn ein Übertrag in wirtschaftlich orientierte Zielgrößen der Projektentwickler vorgenommen werden soll. Gleichzeitig tragen fehlende nationale Anhaltswerte und Bewertungsmethoden ihren Teil dazu bei, dass Entscheidungsträger die notwendigen Aufwendungen und den wirtschaftlichen Nutzeneffekte strategisch nicht einschätzen können. Von Projektentwicklern wird verlangt, die technischen Veränderungen überblicken und die wirtschaftlichen Folgen bewerten zu können. Bisher sind die meisten frei verfügbaren Schätzungen nicht gesammelt auffindbar. Die vorhandenen Angaben zu BIM-Kosten und Nutzeneffekte sind allgemein häufig qualitativer Natur („höhere Planungssicherheit“, „bessere Visualisierbarkeit“, „bessere Kommunikation“) und helfen dem Projektentwickler bei dessen ökonomisch geprägten Entscheidungsfindungsprozess nicht unmittelbar weiter.

---

<sup>4</sup> Vgl. Eschenbruch u. a. (2014), S. 99.

<sup>5</sup> Vgl. Eschenbruch u. a. (2014)

<sup>6</sup> Vgl. Egger u. a. (2012), S. 43 f.

<sup>7</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 31.

Daraus folgt, dass Projektentwickler aktuell keine Möglichkeit haben, ihre eigenen Einschätzungen validieren zu können. Eine Übersicht der Argumente, sowie die damit zusammenhängenden Folgen für die Projektentwicklung kann folgerichtig als erste Forschungslücke bezeichnet werden.

### **Forschungsfrage 1:**

**Wie schätzen die unterschiedlichen Marktteilnehmer die wirtschaftlichen Chancen und Gefahren infolge des BIM-Einsatzes bei einer Projektentwicklung ein?**

Bei der Formulierung der Forschungsfrage wird davon ausgegangen, dass es durch die international langanhaltende Forschung zur Wirtschaftlichkeit von BIM und der hohen Anzahl an BIM-Arbeitsgruppen, Netzwerkveranstaltungen und Fachmessen mittlerweile nicht mehr an Know-how und Projekterfahrungen mangeln dürfte, um hier einen aussagekräftigen Datensatz erzeugen zu können. Die vorhandenen Projektdaten und Einschätzungen diverser Marktteilnehmer sind zusammenzustellen. Sie sind gegebenenfalls durch eigene Erhebungen zu ergänzen. Die Erwartungshaltungen der einzelnen Akteure sind bei der abschließenden Diskussion zu berücksichtigen. Anschließend folgen die Aufbereitung und Analyse der Daten. Zur Interpretation sind vorab die theoretischen Grundlagen aufzuarbeiten und mit eigenen Testanwendungen zu verbinden. Weiter sind trotz vereinzelt vorhandener Daten keine Vorschläge bekannt, wie die wirtschaftlichen Auswirkungen des BIM-Einsatzes aus Projektentwicklersicht weiterverarbeitet werden können. Damit ist als zweites Merkmal dieser Arbeit die Integration des Unsicherheitsfaktors BIM in eine Wirtschaftlichkeitsrechnung als Forschungslücke anzusehen.

### **Forschungsfrage 2:**

**Wie kann der Faktor BIM bei einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung methodisch berücksichtigt und bewertet werden?**

Wenn man davon ausgehen muss, dass die BIM-Kosten und Nutzeneffekte von vielen Faktoren abhängig sind (komplexe Prozesse, unterschiedliche Ausgangssituationen, BIM-Anwendungsumfang) wird vorgeschlagen, den Einfluss von BIM als Unsicherheitsfaktor zu betrachten. Die methodischen Grundlagen für eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bieten die anerkannten Investitionsrechenverfahren. Hier stellt sich die Frage, wie der Faktor BIM technisch, trotz Unsicherheit rechnerisch berücksichtigt werden kann.

## 1.2 Methodisches Vorgehen

Abweichend von anderen, meist eher technischen Untersuchungen wird BIM in der vorliegenden Arbeit als kleiner Teil einer größeren Investition (Projektentwicklung) betrachtet. Im **zweiten Kapitel** werden daher zunächst die Grundlagen einer Investitionsentscheidung bei Immobilien-Projektentwicklungen erläutert. Dabei wird auf den Projektentwickler als Entscheidungsträger, die Investitionsrechenverfahren, Verfahren zur Berücksichtigung der Unsicherheit sowie einzelne Modellgrößen bei Immobilien-Projektentwicklungen eingegangen. Die Methoden werden auf Basis einer Literaturrecherche diskutiert und teilweise durch eigene Rechenbeispiele verifiziert.

Im **dritten Kapitel** folgt dann die Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten des Building Information Modeling. Zum Zweck des einheitlichen Verständnisses und der Vorstellung einer modellbasierten Zusammenarbeit werden zunächst die technischen Grundlagen auf Basis einer Literaturrecherche und eigener Testanwendungen erarbeitet. Danach werden die aktuellen BIM-Marktbedingungen in Deutschland untersucht. Zur Marktanalyse werden Marktberichte, Umfragen aus früheren Forschungsarbeiten und (stichprobenartig) Referenzen von BIM-Dienstleister zusammengestellt. Ziel der Marktuntersuchung ist einen ersten Überblick über das vorhandene Angebot und der Nachfrage zu erhalten.

Darauf aufbauend folgt eine qualitative Diskussion der BIM-Kosten- und Nutzeneffekte. Die Diskussion der qualitativen Argumente basiert ebenfalls auf einer Literaturrecherche. Auch hier werden diverse Expertenaussagen und Umfragewerte durch eigene Überlegungen ergänzt. Die Grundlage der eigenen Überlegungen sind die vorherigen Auseinandersetzung mit den Zielen und Aufgaben der Projektentwickler und der Beziehungen zu den Projektbeteiligten (siehe Kapitel 2).

Im **vierten Kapitel** werden die empirischen Erhebungen in Form einer Datensammlung vorgestellt. Eigenständig durchgeführt werden eine Umfrage unter Projektentwicklern, ein Rechenbeispiel auf Basis eines existierenden Leistungsbildes, eine Sammlung und statistische Auswertung (rein deskriptiv) von Einschätzungen aus der Literatur sowie eine umfassende Gruppenschätzung auf Basis eines Referenzprojektes (Delphi-Verfahren). Zusätzlich wurde vom Autor eine Umfrage unter BIM-Anwendern als Betreuer einer Masterarbeit begleitet. Aus wissenschaftlicher Sicht handelt es sich bei der empirischen Arbeit um einen Methodenmix. Die einzelnen Datensätze werden zum Abschluss des Kapitels zusammengefasst und mit Blick auf die qualitative Argumentation aus Kapitel

3 diskutiert. Die Untersuchungen dienen weiterhin der Beantwortung der ersten Forschungsfrage.

Die Datensammlung bildet gleichzeitig die Grundlage für die im **fünften Kapitel** behandelte Entscheidungssituation: BIM oder kein BIM. Im Rahmen des Entscheidungsprozesses dienen die Daten der Modellierung eines BIM-Faktors. Die Auswirkungen des BIM-Einsatzes sollen trotz Unsicherheit in eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung rechnerisch berücksichtigt werden können. Die methodischen Grundlagen dazu werden in Kapitel 2 und dem Umgang mit Unsicherheiten bei Investitionsentscheidungen gelegt. Das Kapitel endet nach Vorstellung eines Anwendungsbeispiels, in der eine Entscheidungssituation (BIM oder kein BIM) dargestellt wird. Anschließend folgt der Rückblick auf die Umsetzung der Modellierung und der Darstellung von Anwendungsgrenzen. Die Modellierung des BIM-Faktors und das Anwendungsbeispiel dienen der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage.

Den Abschluss dieser Arbeit bildet das **sechste Kapitel**. Dort werden die Neuerkenntnisse abschließend zusammengefasst. Im Ausblick werden anschließend noch Vorschläge für zukünftige Forschungsarbeiten gegeben. Der Aufbau dieser Arbeit in der Tabelle 1 dargestellt.



Tabelle 1: Aufbau der Arbeit<sup>8</sup>

Aufbau der Arbeit	
Kapitel 1: <b>Einleitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemstellung und Zielsetzung</li> <li>• Stand der Forschung</li> <li>• Methodisches Vorgehen</li> </ul>
Kapitel 2: <b>Entscheidungen unter Unsicherheit bei Immobilien Projektentwicklungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entscheidungsträger: Projektentwickler</li> <li>• Investitionsentscheidung: Projektentwicklung</li> <li>• Unsicherheiten bei Projektentwicklungen</li> </ul>
Kapitel 3: <b>Unsicherheitsfaktor Building Information Modeling</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIM-Grundlagen</li> <li>• BIM-Einsatz in Deutschland</li> <li>• BIM-Kosten- und Nutzeneffekte</li> </ul>
Kapitel 4: <b>Analyse des Unsicherheitsfaktors BIM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschätzungen der Projektentwickler</li> <li>• Einschätzungen der BIM-Anwender</li> <li>• Einschätzungen einzelner BIM-Experten</li> <li>• Vergleich der einzelnen Erhebungen</li> </ul>
Kapitel 5: <b>Bewertung des Unsicherheitsfaktors BIM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung der BIM-Kosten- und Nutzeneffekte</li> <li>• Anwendungsbeispiel: BIM oder kein BIM?</li> <li>• Fazit und Anwendungsgrenzen</li> </ul>
Kapitel 6 <b>Schlussbemerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung</li> <li>• Ausblick</li> </ul>

<sup>8</sup> Eigene Darstellung.

### 1.3 Stand der Forschung

Die wirtschaftliche Bewertung des BIM-Einsatzes reicht bis ins Jahr 2007 zurück, als in den USA 32 Bauprojekte untersucht wurden.<sup>9</sup> Man führte gesondert BIM-Kosten auf, die für Modellierungsarbeiten im Laufe der Gebäudeplanung entstanden sind. Als Nutzeffekt wurden damals Kosteneinsparungen genannt. Man ging bei den Berechnungen davon aus, dass beispielsweise Planungsfehler ohne eine Modellierung nicht entdeckt worden wären. In den Folgejahren wurden vorwiegend in den USA weitere Einschätzungen diverser Fachexperten zu den Kosten- und Nutzeffekten des BIM-Einsatzes gesammelt.<sup>10</sup> Parallel wurden auch in Europa Pilotprojekte begleitet und Nutzeffekte quantitativ untersucht.<sup>11</sup> Erste Einschätzungen von Fachexperten zur Höhe der Einsparpotenziale sind in Deutschland seit dem Jahr 2011 auffindbar.<sup>12</sup> Es folgten bis heute mehrere Untersuchungen und Expertenaussagen, die primär auf Erfahrungen und Untersuchungen bei Großprojekten im internationalen Raum basieren.<sup>13</sup>

Zur Bemessung der Nutzeffekte empfiehlt Reddy, die Höhe und Anzahl der Nachtragskosten, die Anzahl an Änderungswünschen und die Anzahl an Rückfragen zu erheben.<sup>14</sup> Die Verwendung der vorgenannten Messgrößen kritisierten Barlish und Sullivan und verdeutlichten mit ihrer Kritik auch das Problem der Projektentwickler. Sie argumentierten, dass die Daten auf Teilprozessebene nicht unmittelbar auf eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung auf höherer Prozessebene übertragbar seien.<sup>15</sup> Es sind sehr viele Aufwandsschätzungen erforderlich, bis man prozessübergreifend eine Monetarisierung der Einsparpotenziale darstellen kann.<sup>16</sup>

Durch die unterschiedlichen Messgrößen haben Wissenschaftler angefangen, eine Übersicht an Kennzahlen zu erstellen. Es wurden Kataloge entwickelt, mit denen versucht werden sollte, die Auswirkungen einheitlich zu erfassen und vergleichen zu können.<sup>17</sup> Bei der Umsetzung musste man jedoch feststellen, dass in vielen Fällen gar keine historischen Projektdaten, sondern primär Expertenschätzungen erforderlich sind.<sup>18</sup> Die

---

<sup>9</sup> Vgl. Gilligan u. a. (2007).

<sup>10</sup> Vgl. Jernigan (2008); Azhar (2011); Giel u. a. (2013).

<sup>11</sup> Vgl. Construction Excellence (2001).

<sup>12</sup> Vgl. Günthner u. a. (2011).

<sup>13</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2012); Neelamkavil u. a. (2012); Barlish u. a. (2012); Bryde u. a. (2013); Giel u. a. (2013); Lu u. a. (2014); Ham u. a. (2018); Smits u. a. (2017); Stowe u. a. (2015); Siniak u. a. (2019).

<sup>14</sup> Vgl. Reddy (2012), S. 189 ff.

<sup>15</sup> Vgl. Barlish u. a. (2012).

<sup>16</sup> Vgl. Li u. a. (2014); Ham u. a. (2018).

<sup>17</sup> Vgl. Barlish u. a. (2012); Succar u. a. (2012); Giel u. a. (2013); Abdirad (2016).

<sup>18</sup> Vgl. Bryde u. a. (2013).

notwendigen Daten liegen in der Praxis häufig nicht oder nur unstrukturiert vor.

Weiterhin wird eingeräumt, dass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse durch die Auswertung sehr unterschiedlicher Ausgangssituationen (Projekte) als nicht unbedingt gegeben anzusehen ist. Studien, in denen ein BIM- und ein No-BIM-Projekt mit insgesamt vergleichbaren Ausgangssituationen (Gebäudegröße, Konstruktion, Projektorganisation etc.) betrachtet wurden, sind in der BIM-Forschung bislang als Rarität zu bezeichnen.<sup>19</sup>

In weiteren Forschungsarbeiten verzichteten Wissenschaftler dann auf die Verwendung kleinteiliger Messgrößen (Anzahl Baumängel, Anzahl Nachträge etc.) und wählten den Umweg, mithilfe größerer Interviewreihen bzw. Workshops die Auswirkungen auf höherer Kennzahlenebene zu erheben. Im Jahr 2015 haben Stowe u. a. in den USA 51 Workshops mit Softwareherstellern und deren Kunden durchgeführt.<sup>20</sup> Die Workshops beinhalteten nach Abschluss einzelner Projekte ein gemeinsames Gruppengespräch. Die Projektteilnehmer sollten versuchen, die Auswirkungen einzelner BIM-Anwendungen quantitativ auszudrücken. Durch die Einbindung von Akteuren aus unterschiedlichen Unternehmen entstehen Diskussionen, die zu einem gemeinsamen Konsens führen können. Weiterführende methodische Hintergründe zu den Erhebungen sind der Forschungsarbeit von Stowe u. a. allerdings nicht zu entnehmen. So ist unter anderem unklar, wie man bei einer teilweise sehr hohen Anzahl an Diskussionsteilnehmern (bis zu 30 Teilnehmer) einzelne Aufwands- und Nutzenwerte bestimmen konnte. Eine Verzerrung durch eine Meinungsführerschaft bzw. Meinungsverschiedenheiten unter den Teilnehmern sind dabei grundsätzlich denkbar.<sup>21</sup>

Mittlerweile lassen sich in Deutschland vereinzelt auch Einschätzungen in Unternehmensbroschüren von Projektentwicklern, Planern und Beratern in politisch motivierten Statements oder Lehrbüchern identifizieren.<sup>22</sup> Die Einschätzungen sind für Außenstehende oft nur schwer nachvollziehbar, weil teilweise unklar ist, auf welche

---

<sup>19</sup> Vgl. Kelly u. a. (2019).

<sup>20</sup> Vgl. Stowe u. a. (2015).

<sup>21</sup> Auf Nachfrage bei einem der Autoren im Jahr 2020 konnten keine weiterführenden Informationen zur Umsetzung gewonnen werden.

<sup>22</sup> Vgl. Günthner u. a. (2011); Egger u. a. (2012); Anderson (2014); RIB Softwarehersteller (2016); Sommer (2016); Becker (2017); Baldwin (2016); Management Circle AG (2018); Zentralverband Sanitär Heizung Klima u. a. (2018); AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019); Liebich u. a. (2011); weitere Beispiele sind auf diversen Unternehmenswebseiten zu finden: RMA Real Estate, Consus Real Estate, CG Gruppe.

Ausgangsgröße sich die genannten prozentualen Veränderungen beziehen. Aussagen wie beispielsweise „15 % weniger Zeit“ können sich theoretisch auf die Bearbeitungszeit eines einzelnen Planers, die Dauer einer bestimmten Planungsphase oder übergeordnet auf die Projektlaufzeit beziehen. Weiterhin sind die kalkulatorischen Hintergründe bei der Herleitung nicht bekannt, sodass von intuitiven (unstrukturierten) Schätzungen auszugehen ist. Weiterhin ist nicht immer klar, welche technischen Veränderungen (BIM-Anwendungen) den Aussagen als Ursache zugrunde gelegt werden. Je nach Aussage kann es sich um Zukunftsvisionen oder um kurzfristig umsetzbare Veränderungen handeln.

Ein BIM-Arbeitskreis des AHO hat sich darüber hinaus mit den honorarseitigen Veränderungen infolge des BIM-Einsatzes der Architekten und Ingenieure auseinandergesetzt.<sup>23</sup> In Anlehnung an die Leistungsbilder der HOAI wurden verschiedene BIM-Leistungen beschrieben und Aufwandsschätzungen vorgenommen. Anhand der Wertangaben ist bereits erkennbar, dass eine modellbasierte Zusammenarbeit besonders zu vergütende Leistungen verursachen kann. Die Frage stellt sich, ob und in welchem Umfang die dort genannten Leistungen im eigenen Projekt tatsächlich sinnvoll und erforderlich sind. Aussagen über diverse Nutzeneffekte werden nicht getroffen. Da nur Kosten genannt werden, wäre zur vollständigen Bewertung eine Kombination mit Einschätzungen aus weiteren Veröffentlichungen hinsichtlich der Nutzeneffekte notwendig. Ein Problem wäre dann, dass der Begriff BIM, die Anwendungsfälle und damit auch die Auswirkungen in der Literatur sehr unterschiedlich definiert und interpretiert werden. Die Bewertung der dadurch entstehenden Unsicherheit bleibt dem Projektentwickler überlassen.

Ungeachtet der Unsicherheit werden in wissenschaftlichen Arbeiten als Bewertungskennzahl meist die potenziellen Einsparungen den entstandenen BIM-Kosten (Bezugsgröße) gegenübergestellt.<sup>24</sup> Dies birgt Gefahren, dass Risiken nicht berücksichtigt und kein Bezug zur eigentlichen Projektentwicklung hergestellt werden kann. Einige Experten argumentieren, dass der BIM-Mehrwert nicht allein aufgrund der monetären Kosten und Nutzeneffekte bewerten werden sollte.<sup>25</sup> Es wird argumentiert, dass nicht messbare Auswirkungen wie langfristige Auswirkungen unberücksichtigt bleiben würden.<sup>26</sup> Für viele Projektentwickler, die lediglich in der Entwicklungsphase tätig sind, ist ein

---

<sup>23</sup> Vgl. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019), S. 31 ff.

<sup>24</sup> Vgl. Giel u. a. (2013).

<sup>25</sup> Vgl. Love u. a. (2013).

<sup>26</sup> Vgl. Love u. a. (2013).

vergleichbar kurzfristiger Bewertungszeitraum zumindest aus wirtschaftlicher Sicht nachvollziehbar.

Die kurzfristigen Auswirkungen des BIM-Einsatzes auf Projektebene hat Stange näher betrachtet.<sup>27</sup> Erstmals wurden bei einer größeren Anzahl an Projekten die Zusammenhänge zwischen dem BIM-Einsatz und einzelnen aufwandsrelevanten Größen statistisch untersucht. Untersuchungsgegenstand war ein Projektportfolio eines internationalen Dienstleisters. Einen Zusammenhang zwischen BIM-Einsatz und geringeren Baukosten, Bauzeiten oder vergleichbaren Größen konnte Stange größtenteils nicht feststellen. Rückschlüsse auf eine gestiegene oder gesunkene Rentabilität wurden nicht weiter betrachtet.

---

<sup>27</sup> Vgl. Stange (2019).

## 2 Entscheidungsfindung bei Immobilien-Projektentwicklungen

### 2.1 Vorbemerkungen

Der Entwicklungsprozess einer Immobilie ist geprägt von einer Vielzahl an Unsicherheiten, hohen Investitionen, hohen Erwerbsnebenkosten sowie einer vergleichsweise langen Entwicklungsdauer. Mit Einnahmen aus dem Verkauf oder der Vermietung ist erst am Ende eines Projektes zu rechnen. Eine entsprechend hohe Bedeutung kann den Entscheidungen eines Projektentwicklers zu Projektbeginn zugesprochen werden.

Entscheidungen basieren grundsätzlich auf Informationen, Erfahrungswerten und daraus abgeleiteten Erwartungen. Eine Entscheidung ist notwendig, wenn ein Wahlproblem auftritt, von dessen Ausgang weitere Prozesse abhängig sind. Unter einer Entscheidung wird die Auswahl einer von mehreren möglichen Handlungsalternativen verstanden.<sup>28</sup> Eine wesentliche Voraussetzung für eine Entscheidung ist, dass ein Entscheidungsträger festgelegte Zielvorstellungen verfolgt und die entsprechenden Konsequenzen beurteilen möchte.<sup>29</sup> Eine Entscheidung selbst tritt nur dann auf, wenn entweder mehrere zueinanderstehende Zielgrößen im Konflikt stehen (z. B. Kosten, Qualität, Termine) oder eine ungewisse Zukunft die vorgesehene Zielgröße beeinflusst.<sup>30</sup> Bei einer Entscheidung müssen mindestens zwei Alternativen zur Verfügung stehen, die sich mindestens in einer Eigenschaft voneinander unterscheiden (z. B. BIM oder kein BIM). Folgen den Alternativen keine unterschiedlichen Auswirkungen, handelt es sich nicht um eine Entscheidung, allenfalls um eine Wahlsituation.<sup>31</sup> Bei Entscheidungen gilt die Alternative als optimal, bei der eine Zielgröße maximiert oder mehrere Kriterien als Zielgröße erfüllt werden. Welche Zielgrößen verwendet werden, ist u. a. abhängig vom Wissensstand und der Kreativität des Entscheidungsträgers.<sup>32</sup>

Zur Entscheidungsfindung werden Entscheidungsmodelle erstellt. Ein Entscheidungsmodell beinhaltet im Gegensatz zur Realität vergleichsweise wenige Eigenschaften und ist daher als abstrakte Darstellung der Wirklichkeit zu verstehen.<sup>33</sup> Bretzke bezeichnet das Entscheidungsmodell als ein Versuch, die wichtigsten Entscheidungsgrößen zu

---

<sup>28</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 38.

<sup>29</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 40.

<sup>30</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 39.

<sup>31</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 40, 66.

<sup>32</sup> Vgl. Bretzke (1980), S. 109; Laux u. a. (2014), S. 49.

<sup>33</sup> Vgl. Friedman (1953), S. 15; Laux u. a. (2014), S. 87.

strukturieren und zu begründen.<sup>34</sup> Eine komplexe Entscheidungssituation soll vereinfacht und verständlich dargestellt werden.

Die verwendeten Modellgrößen sollten hinsichtlich ihrer Relevanz für die Entscheidung gut gewählt sein. Werden wichtige Modellgrößen nicht ausreichend detailliert betrachtet, erzeugt das Modell selbst ein unbestimmtes Maß an Unsicherheit. Auch wenn Modelle einen hohen Detaillierungsgrad besitzen, sind sie für den Entscheidungsträger nur als Entscheidungsunterstützung anzusehen. Entscheidungsträger haben die Wahl, das Entscheidungsmodell für eine Entscheidung zu nutzen oder es als Grundlage weiterer Detaillierungen und Anpassungen zu verwenden.<sup>35</sup>

Bei der Erstellung eines Entscheidungsmodells ist ein Entscheidungsfeld zu bestimmen. In dieser Arbeit wird die Investitionsplanung bei Immobilien-Projektentwicklungen als Entscheidungsfeld definiert. Weiterhin sind Kenntnisse über die Ziele des Entscheidungsträgers und den anerkannten Modellgrößen erforderlich. Die Investitionsrechnung liefert die methodischen Grundlagen zur Erstellung eines Entscheidungsmodells. Unsichere Annahme einzelner Modellgrößen lassen sich darin rechnerisch berücksichtigen. Die Aufbereitung und Erstellung eines Entscheidungsmodells unter Unsicherheit stellt ein Spezialgebiet in der Investitionsrechnung dar. Sie sind abschließend auf das Anwendungsgebiet Immobilien-Projektentwicklung und die Interessen des Projektentwicklers zu beziehen.

## **2.2 Entscheidungsträger: Projektentwickler**

Die Immobilienentwicklung wird maßgeblich durch die Entscheidungen eines Projektentwicklers geprägt. Projektentwickler verfolgen unterschiedliche Strategien, um mit einer Investition in ein entwicklungsfähiges Grundstück eine Wertschöpfung zu erzielen. Sie haben gemein, dass Sie mit mehreren Akteuren zusammenarbeiten, eine Zusammenarbeit initiieren und organisieren müssen.

### **2.2.1 Zielvorstellungen**

Eine Immobilie wird als Wirtschaftsgut, bestehend aus unbebauten oder bebauten Grundstücken mit dazugehörigen Gebäuden und Außenanlagen angesehen.<sup>36</sup> Die **Ziele einer Immobilien-Projektentwicklung** sind von den Zielvorstellungen der einzelnen Projektentwicklungsunternehmen zu unterscheiden. Tilke hat sich in seiner

---

<sup>34</sup> Vgl. Bretzke (1980), S. 8.

<sup>35</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 88.

<sup>36</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016a), S. 15.

Dissertation mit den unterschiedlichen Definitionen des Begriffes Projektentwicklung näher auseinandergesetzt.<sup>37</sup> Er kommt zu dem Schluss, dass zur Beschreibung einer Projektentwicklung in der Regel die Definition von Diederichs angewendet wird:<sup>38</sup>

*„Durch Projektentwicklung sind die Faktoren Standort, Projektidee und Kapital so miteinander zu kombinieren, dass einzelwirtschaftlich wettbewerbsfähige, Arbeitsplatz schaffende und sichernde sowie gesamtwirtschaftlich, sozial- und umweltverträgliche Immobilienprojekte geschaffen und dauerhaft rentabel genutzt werden können.“<sup>39</sup>*

Die einzelnen Aspekte einer Projektentwicklung werden von Marktteilnehmern mit einem unterschiedlichen Fokus verfolgt. So weist Heinrich kritisch darauf hin, dass die gleichzeitige Erfüllung aller Ziele sich nur bedingt umsetzen lässt.<sup>40</sup> Das konkrete Ziel einer Projektentwicklung wird vom Projektentwickler definiert. Dieser ist stets gezwungen, einen Kompromiss zwischen Wirtschaftlichkeit Sozial- und Umweltverträglichkeit zu finden. Die Faktoren Standort, Kapital und Projektidee sind konzeptionell so zu kombinieren, dass ein neues Projekt initiiert werden kann.<sup>41</sup> Ein Projektentwickler tritt innerhalb des Projektes als **Dienstleister** in Beratungsfunktion oder als **Manager** bzw. **Investor** mit Entscheidungsfunktion auf.

Zur Beschreibung der **Dienstleistung** wurden in der Vergangenheit diverse Leistungsbilder entwickelt.<sup>42</sup> Innerhalb eines Projektes entsteht allerdings häufig das Problem der Abgrenzung zu anderen Leistungsbildern. Tilke fasst zusammen, dass sich Projektentwickler für eine erfolgreiche Projektentwicklung an verschiedenen Leistungsbildern orientieren können (HOAI Anlage 10, AHO Heft Nr. 9, AHO Heft Nr. 19), deren Inhalte in der Wissenschaft über die Jahre weitläufig diskutiert wurden.<sup>43</sup> Diederichs nennt verschiedene Aufgabenfelder der Projektentwickler (im engeren Sinne):<sup>44</sup>

---

<sup>37</sup> Vgl. Tilke (2014), S. 44 ff.

<sup>38</sup> Vgl. Tilke (2014), S. 47.

<sup>39</sup> Diederichs (2006), S. 5.

<sup>40</sup> Vgl. Heinrich (2006), S. 5.

<sup>41</sup> Vgl. Tilke (2014), S. 47.

<sup>42</sup> Vgl. AHO Fachkommission "Projektsteuerung/Projektmanagement" (2018); Diederichs (2006); Fischer (2003).

<sup>43</sup> Vgl. Tilke (2014), S. 58.

<sup>44</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 9.



- Marktrecherche,
- Standortanalysen und -prognosen,
- Grundstücksakquisition/-sicherung,
- Projektidee und Nutzungskonzeption,
- Stakeholderanalyse,
- Projektorganisation,
- Vorplanungskonzept,
- Kostenrahmen für Investitionen und Nutzung,
- Ertragsrahmen,
- Terminrahmen,
- Steuern,
- Rentabilitäts- mit Sensitivitätsanalyse, -prognose
- Risikoanalyse, -prognose
- Vermarktung
- Projektfinanzierung
- Entscheidungsvorbereitung

Die Leistungen sind vielfach solche, die ursprünglich von planenden Architekten (den „Baumeistern“) erbracht wurden. Im Gegensatz zum Architekten ist der Projektentwickler allerdings keine geschützte Berufsbezeichnung. Die Leistungen können weiterhin von Architekten erbracht werden. Honorare für Projektentwicklungsdienstleistungen sind frei verhandelbar. So kann auch eine Gewinnbeteiligung infolge eines Wertschöpfungsbeitrags (z. B. Baurechtschaffung) vereinbart werden. Eine gesetzliche Vorgabe zur Beauftragung oder Durchführung von Projektentwicklungsleistungen besteht nicht. Vielmehr ist der Umfang spezieller Dienstleistungen abseits der baurechtlichen Erfordernisse unter Rendite- und Risikogesichtspunkten zu prüfen und selbst oder durch Dritte durchzuführen. May u. a. sehen die Leistung des Projektentwicklers vor allem darin, die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte zu klären, die zur Realisierung einer anfänglichen Projektidee notwendig sind.<sup>45</sup> Die Projektentwicklertätigkeit entspricht dann eher einer **Managementaufgabe**. Das Treffen von Entscheidungen kann als eigentliche Kernaufgabe der Projektentwickler angesehen werden.<sup>46</sup> Dies gilt insbesondere dann, wenn sie gleichzeitig als **Investor** auftreten.

---

<sup>45</sup> Vgl. May u. a. (1998), S. 18.

<sup>46</sup> Vgl. Tilke (2014), 58,59.

Treten Projektentwickler als Investoren auf, besteht das Ziel in der Maximierung der Renditen unter Berücksichtigung existierender Investitionsrisiken. Eine Rendite kann im Zuge einer Projektentwicklungen direkt oder indirekt entstehen. Eine direkte Rendite erfolgt über den Verkauf oder die Vermietung der entwickelten Immobilie. Projektentwickler agieren dann wertorientiert. Bei einer indirekten Rendite folgt der Nutzen u. a. über eine höhere Aufenthaltsqualität, Produktivitäts- oder Imagesteigerungen. Das Handeln der Projektentwickler wird dann als nutzenorientiert bezeichnet.

Bei langfristig handelnden Immobilieninvestoren (**Investor-Developer**) stimmen die Ziele mit den Zielen eines übergeordneten Immobilienmanagements überein.<sup>47</sup> So sind die Ziele des öffentlichen und des betrieblichen Immobilienmanagements als nutzenorientiert anzusehen.<sup>48</sup> Dagegen sind die Ziele eines institutionellen Immobilienmanagements als wertorientiert anzusehen.<sup>49</sup> Die Immobilie bleibt über einen längeren Zeitraum im Bestand und sorgt durch die Vermietung und einen späteren Verkauf für einen direkten Zahlungsrückfluss.<sup>50</sup> Um Projektentwicklertypen ganzheitlich voneinander abzugrenzen, werden in der Wissenschaft häufig die Betrachtungen von Schäfer und Conzen herangezogen.<sup>51</sup> Sie unterscheiden bei Projektentwicklern neben **langfristigen Investoren** weiter zwischen **Dienstleistern** und **Zwischeninvestoren**. Held hat darauf aufbauend in seiner Dissertation die drei Typen tabellarisch zusammengefasst (siehe Tabelle 2).<sup>52</sup>

**Tabelle 2: Abgrenzung der Projektentwicklertypen<sup>53</sup>**

	<b>Service-Developer</b>	<b>Trader-Developer</b>	<b>Investor-Developer</b>
<b>Typ</b>	Dienstleister	Zwischeninvestor	Langfristiger Investor
<b>Risikostruktur</b>	Vertragsrisiken	Investitionsrisiken	Investitionsrisiken
<b>Ziel</b>	Gewinn aus Honorarvergütung	Gewinn durch Verkauf der Immobilie (sog. „Trading-Profit“)	Vermietung (IREM) Wertsteigerung Produktivitätssteigerung (CREM, PREM)
<b>Zyklusspanne</b>	Einzelne Prozesse	Meist bis Fertigstellung	Ende offen

<sup>47</sup> Vgl. Pfnür (2011).

<sup>48</sup> Vgl. Pfnür (2011).

<sup>49</sup> Vgl. Pfnür (2011), S. 83.

<sup>50</sup> Privatpersonen werden als Investoren in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

<sup>51</sup> Vgl. Schäfer u. a. (2002), S. 599.

<sup>52</sup> Vgl. Held (2010), S. 93.

<sup>53</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Held (2010), S. 93.

Eine eindeutige Trennung zwischen Zwischeninvestoren (**Trader-Developer**) und langfristigen Investoren ist nur möglich, sofern ein Zeitraum definiert wird, ab dem man von einer langfristigen Investition sprechen kann. Man kann vereinfacht davon ausgehen, dass Projektentwickler, die als Zwischeninvestoren auftreten, die Entwicklung bis zur Baufertigstellung begleiten. Sie sind so gesehen als Spezialisten für die Entwicklung einer Immobilie anzusehen.

Eine eindeutige Zuordnung der am Markt tätigen Projektentwickler als Dienstleister oder Investor ist häufig nur schwer möglich. Geht man davon aus, dass ein Projektentwicklungsbüro nicht selten aus klassischen Architekturbüros, Maklerhäusern, Bauunternehmen oder verwandten Geschäftsmodellen entstanden sind, werden die entsprechenden Akteure in der Praxis sehr häufig sowohl als Dienstleister und als Investor auftreten. Einzelne Verantwortungsbereiche werden dementsprechend zum Teil selbst oder durch Dritte übernommen (Eigen- und Fremdleistungen).

Kinater konstatiert, dass **Trader-Developer** den größten Anteil unter den Projektentwicklertypen einnehmen.<sup>54</sup> Er geht davon aus, dass ein typisches Projektentwicklungsunternehmen in Deutschland inhabergeführt ist und selten mehr als zehn Mitarbeiter hat.<sup>55</sup> Kinater spricht für die jüngere Vergangenheit von ca. 1.200 bis 1.500 Unternehmen, die man in Deutschland als Projektentwickler bezeichnen kann.<sup>56</sup> Diederichs hingegen ging im Jahr 2006 allein bei Kleinprojekten (2,5–10 Mio. €) von bis zu 2.500 Projektentwicklern aus.<sup>57</sup> Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit wird bei der Verwendung des Projektentwickler-Begriffs von einem Akteur mit einer Investitionsabsicht in ein entwicklungsfähiges Grundstück ausgegangen. Durch die Spezialisierung auf die Entwicklungsphase und die große Verbreitung am Markt stehen Trader-Developer als Entscheidungsträger im Fokus dieser Arbeit. Dessen rechtlichen Aufgaben sind insgesamt mit den Aufgaben eines Bauherrn vergleichbar. Der Begriff Bauherr ist speziell im Bauwesen (z. B. bei der Bauantragsstellung) weit verbreitet. Eine trennscharfe Abgrenzung der Begriffe Projektentwickler und Bauherr liegt nicht vor.<sup>58</sup> Beim Begriff Bauherr wird davon ausgegangen, dass neben geschäftlich agierenden Projektentwicklern auch Privatpersonen als Bauherr gemeint sind. Die Interessen der Privatbauherren sind aufgrund der Anzahl an Bauvorhaben und der Größe ihrer Projekte bei der Bewertung des

---

<sup>54</sup> Vgl. Kinater (2017b), S. 507.

<sup>55</sup> Vgl. Kinater (2017b), S. 505.

<sup>56</sup> Vgl. Kinater (2017b), S. 505.

<sup>57</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 17.

<sup>58</sup> Vgl. Held (2010), S. 92.

BIM-Einsatzes zu vernachlässigen. Der Begriff Bauherr wird daher in Bezug auf die vorgesehene Zielgruppe Projektentwickler nicht weiterführend verwendet. Ganz vermeidbar ist die Verwendung des Begriffs Bauherr allerdings nicht, weil in öffentlichen Statistiken und in der von der Baubranche geprägten Literatur zum Thema BIM die Begrifflichkeit häufiger verwendet wird.

### 2.2.2 Ein- und Ausstiegszeitpunkte

Eine Wertschöpfung kann sich für Projektentwickler während der Entwicklungsphase durch den An- und Verkauf, die Erstellung des Nutzungskonzeptes, die Baurechtschaffung, die Sicherstellung einer Projektfinanzierung, den Fortschritt bei der Bauausführung, den Abschluss von Mietverträgen und die Flächenbereitstellung zur späteren Nutzung ergeben.<sup>59</sup> So kann es sein, dass sich Projektentwickler auf einzelne Wertschöpfungspotenziale innerhalb der Entwicklungsphase konzentrieren und so zu unterschiedlichen Zeitpunkten in die Entwicklung einer Immobilie ein- und aussteigen.

Die Entwicklungsphase ist als Teil des Immobilien-Lebenszyklus anzusehen. Der **Immobilien-Lebenszyklus** wird in der Literatur jedoch immer wieder mit einem unterschiedlichen Fokus, verschiedenen Begrifflichkeiten, Detaillierungen und teilweise auch Abfolgen einzelner Prozesse dargestellt.<sup>60</sup> Darüber hinaus sind mehrere Darstellungsarten (Linienmodelle, Kreismodelle) denkbar.<sup>61</sup> In dieser Arbeit wird ein Kreislaufmodell verwendet und die Entwicklungsphase (Projektentwicklung im mittleren Sinne) als Teil eines dreiphasigen Immobilien-Lebenszyklus angesehen (siehe Abbildung 1).

Die Prozesse in den einzelnen Phasen lassen sich weiterführend spezifizieren. Für die Entwicklungsphase definieren Schulte/Bone-Winkel mit einem **Fünf-Phasen-Modell** den Ablauf aus Projektentwicklersicht.<sup>62</sup> Schulte/Bone-Winkel verwenden die Begriffe Projektinitiierung, Projektkonzeption, Projektkonkretisierung, Projektrealisierung/-management und Projektvermarktung. In späteren, darauf aufbauenden Modelldarstellungen sind im Hinblick auf den Ablauf dieser Phasen Unterschiede bei der Einordnung der Projektvermarktung und des Projektmanagements festzustellen.

---

<sup>59</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 270.

<sup>60</sup> Vgl. Diederichs (2006); Held (2010), S. 101; Seyffert (2011); Schulte u. a. (2016b); Preuß u. a. (2016); Alda u. a. (2016), S. 27.

<sup>61</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 40; Lederer (2016), S. 3; Nadler u. a. (2006); Rottke (2004), S. 123.

<sup>62</sup> Vgl. Schulte u. a. (2002).

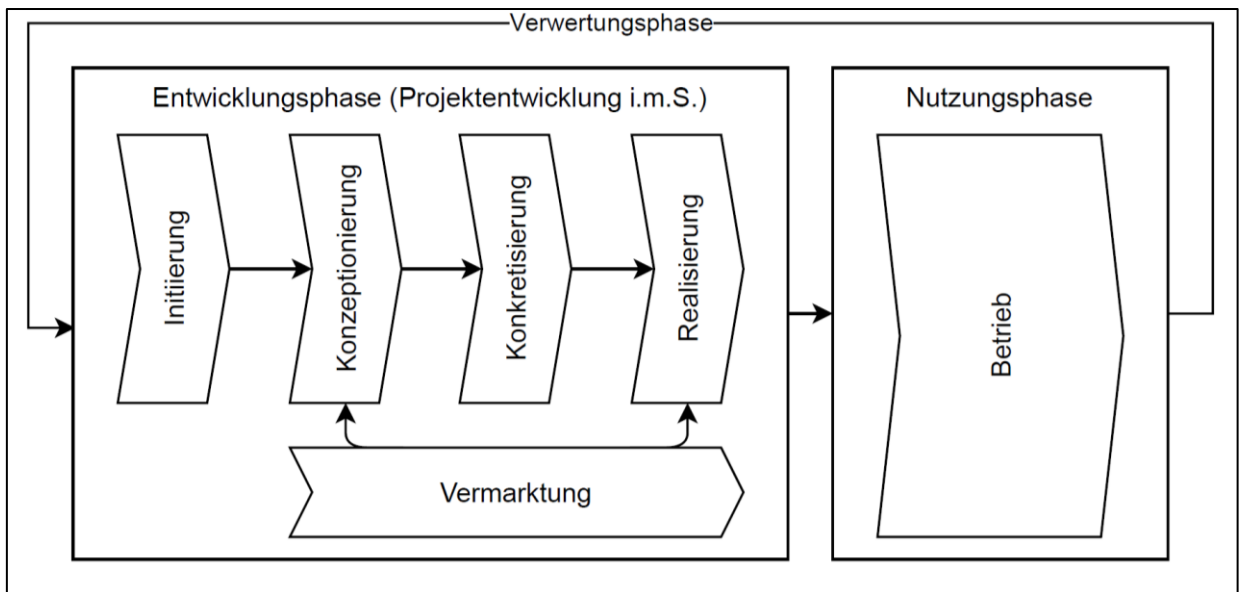


Abbildung 1: Projektentwicklung als Teil des Immobilien-Lebenszyklus<sup>63</sup>

Das Projektmanagement der Realisierungsphase zuzuordnen ist kritisch zu betrachten. Die anerkannten Leistungen des **Projektmanagements** sind in den Leistungsbildern des AHO geregelt. Die fachlichen Erläuterungen zum Leistungsbild Projektmanagement deuten darauf hin, dass Projektmanagementleistungen prozessübergreifend beauftragt werden können.<sup>64</sup> Das Projektmanagement kann bereits in der Konzeptionsphase mit der Beauftragung der Architekten und Ingenieure beginnen.<sup>65</sup> Projektentwickler können die Auswahl und vertragliche Ausgestaltung und qualitative Leistungskontrolle als Leistung auf Dritte übertragen. Projektentwickler verbleiben dabei in einer Leitungsfunktion. In Beratungsfunktion sind dann Projektsteuerer unterstützend tätig.

Unabhängig davon, wer die entsprechenden Aufgaben übernimmt, wird ein Projektmanagement prozessbegleitend angesehen. So ordnet Kinatader abweichend zu den Darstellungen des Fünf-Phasen-Modells von Schulte/Bone-Winkel die Funktion des Projektmanagements auch keinem einzelnen Prozess der Entwicklungsphase zu.<sup>66</sup> Nach Auffassung des Autors stellt dies die zuvor erläuterte Managementfunktion des Projektentwicklers (hier: Projektentwickler im mittleren Sinne) auch ganzheitlich dar, sodass im eigenen Immobilien-Lebenszyklus-Modell (siehe Abbildung oben) auf die Bezeichnung Projektmanagement verzichtet wurde. Vielmehr ist in Abhängigkeit der Projektidee (Projektkomplexität) der Umfang an externen Beratungsleistungen (Projektsteuerung)

<sup>63</sup> Eigene Darstellung.

<sup>64</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), 244, 246, 248, 250, 254, 255, 256, 258, 259; Diederichs (2006), S. 22.

<sup>65</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 22.

<sup>66</sup> Vgl. Kinatader (2017a), S. 537.

projektspezifisch zu bestimmen.

Die **Projektvermarktung** wird als begleitender Entwicklungsprozess angesehen. Die Wahl eines geeigneten Vermarktungszeitpunkts kann strategisch unterschiedlich bewertet werden.<sup>67</sup> Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Entscheidung in Abhängigkeit der Liquidität und der Risikostrategie zu treffen. Eine Vermarktung an sich kann sowohl wertorientierten als auch nutzenorientierten Projektentwicklern helfen. Wertorientierte Projektentwickler entwickeln Vermarktungsstrategien, beispielsweise um eine hohe Vorvermietungsquote, einen hohen Mietzins oder einen hohen Verkaufspreis zu erzielen (kurzfristige Ziele). Für nutzenorientierte Projektentwickler kann ein Projektmarketing positive Wirkungen in der Außendarstellung des Unternehmens (z. B. zur Imagepflege) bzw. des Staates (z. B. bei kulturellen Einrichtungen) mit sich bringen (langfristige Ziele). Das erforderliche Immobilienmarketing beschreibt alle Maßnahmen, um eine Immobilie systematisch und zielgerichtet am Markt zu platzieren.<sup>68</sup> Je nach Zielgruppe, Zeitpunkt und Nutzungskonzept ist der Leistungsumfang unterschiedlich zu bewerten.<sup>69</sup> Anders als bei der technischen Entwicklung ist das Konzept und die Gestaltung auf die Erwartungen der späteren Nutzer und Investoren abzustimmen.<sup>70</sup> Insbesondere die positiven Aspekte des Projektes sind zielgruppengerecht aufzubereiten.

Beginnt die Projektvermarktung erst nach Baufertigstellung kann von einer spekulativen Projektentwicklung gesprochen werden. Projektentwickler gehen ein hohes Verkaufsrisiko ein, weil sie (als auch andere Investoren) bis zum Schluss nicht wissen, ob der prognostizierte Verkaufspreis bzw. Mietzins tatsächlich erzielt werden kann.

Alternativ kann die Projektvermarktung auch früher starten und projektbegleitend erfolgen.<sup>71</sup> Eine frühzeitige Vermarktung ist oft aus finanziellen Gründen erforderlich. Sie senkt das Finanzierungsrisiko der Projektentwickler. Damit einher gehen jedoch auch Sonderwünsche der späteren Nutzer bzw. Investoren, die während der Planung und Realisierung in den Projektablauf eingreifen können. Anpassungen des technischen Ablaufs können auftreten. Diese wiederum können, je nach Zeitpunkt, zu Nachtragskosten in der Planung und Ausführung führen. Bei einem Verkauf vor Abschluss der Entwicklungsphase sind außerdem Vertragsrisiken in Bezug auf den Fertigstellungstermin und

---

<sup>67</sup> Vgl. Rock u. a. (2016), S. 698.

<sup>68</sup> Vgl. Rock u. a. (2016), S. 653.

<sup>69</sup> Vgl. Rock u. a. (2016), S. 656.

<sup>70</sup> Vgl. Rock u. a. (2016), S. 658.

<sup>71</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 9; Held (2010), S. 101; Kinatader (2017b), S. 515.

die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit zu beachten. Mängel, die aufgrund von Zeitdruck entstehen, sind häufig schwer vermeidbar. Sie können gleichzeitig finanzielle Folgen für den Projektentwickler mit sich bringen, wenn berechtigte Mängel von Endinvestoren bei Objektübergabe entdeckt werden (käuferseitige Due Diligence).<sup>72</sup> Der Aufwand zur Klärung haftungsrechtlicher Fragen ist entsprechend zu berücksichtigen. Die vielseitigen strategischen Möglichkeiten deuten bereits darauf hin, dass es abseits der baurechtlichen Anforderungen (Bauantragsstellung, Baubeginnsanzeige, Bauabnahme) keinen Standard-Projektentwicklungsprozess gibt. Die einzelnen Akteure müssen sich dadurch immer wieder neu auf die vorgesehenen Projektorganisation einstellen.

**Prozessmodelle** können helfen, den Projektablauf übersichtlich darzustellen. Mit der Hilfe von Prozessmodellen lassen sich Ein- und Ausstiegszeitpunkte bestimmen, Verantwortungsbereiche definieren sowie Leistungsüberschneidungen und -lücken vermeiden. Für die Projektentwicklung hat Held in seiner Dissertation verschiedene Instrumente zur Prozessmodellierung systematisch erfasst, den Verwendungszweck für die Projektentwicklung erarbeitet und Beispiele gegeben.<sup>73</sup> Held unterscheidet daraufhin zwischen spezifischen und übergreifenden Instrumenten.<sup>74</sup>

**Spezifische Instrumente** werden projektspezifisch in einzelnen Phasen eingesetzt, in denen mehrere Leistungen parallel ablaufen und viele verschiedene Akteure gleichzeitig tätig sind. Sie sind dazu da, individuelle und sehr komplexe Prozesse strukturiert und übersichtlich darstellen zu können. Zu den Instrumenten gehören unter anderem die Netzplantechnik und Balkendiagramme. Netzpläne und Balkendiagramme treten in Form von Gantt-Diagrammen auch kombiniert auf. Sie werden beispielsweise zur Bauablaufplanung eingesetzt, da vor allem in der Ausbauphase viele Gewerke gleichzeitig tätig sind. Die Balken visualisieren die Dauer einzelner Prozesse. Die Netzplantechnik ist dazu da, die Beziehungen einzelner Prozesse zu definieren.

**Übergreifende Instrumente** werden unabhängig von der Dauer einer Projektentwicklung zur Prozessmodellierung verwendet. Sie dienen zunächst nur der Beschreibung einer Abfolge, der Verantwortlichkeiten, der Informationsanforderungen und zur Definition von Leistungspaketen. Ein übergreifendes Instrument zur Prozessmodellierung ist

---

<sup>72</sup> Vgl. Reich (2018), S. 150 ff.

<sup>73</sup> Vgl. Held (2010), S. 110 ff.

<sup>74</sup> Vgl. Held (2010), S. 50 ff.

beispielsweise das **Ablaufdiagramm**. Ablaufdiagramme enthalten unterschiedliche Notationen, sprich Standards zur Darstellung des Ablaufs. Neben der Notation unterscheiden sich Ablaufdiagramme auch anhand der Informationstiefe. Held hat ein Ablaufdiagramm für die Projektentwicklung erarbeitet, in dem nur Prozesse aus Sicht eines leitenden Projektentwicklers dargestellt werden. Informationsanforderungen sind dort nicht enthalten. Helmus u. a. haben erstmalig ein Prozessmodell für die Projektentwicklung mit groben Informationsanforderungen und mehreren Verantwortungsbereichen erarbeitet.<sup>75</sup> Im Fokus stehen dabei vorrangig die Planungs- und Bauprozesse.

### 2.2.3 Projektideen

Projektentwickler erarbeiten in Zusammenarbeit mit mehreren Projektbeteiligten unterschiedliche Ideen für einzelne Standorte. Sie spezialisieren sich bei der Ideenfindung auf einzelne Asset-Klassen (Wohnen, Büro, Hotel etc.) und Projektvolumen.<sup>76</sup> Auch regionale Schwerpunkte bei der Standortwahl sind nicht unüblich.

Die Umsetzbarkeit einer **Idee** ist von marktwirtschaftlichen, lagespezifischen, baurechtlichen und bautechnischen Faktoren abhängig. Je komplexer eine Idee ist, desto höher werden tendenziell auch die Anforderungen an die technische Umsetzung, die Finanzierung und an die Projektkoordination. Zusammengefasst ist die Komplexität einer Projektidee eine maßgebliche Größe zur Festlegung des erforderlichen Management-, Planungs- und Vermarktungsaufwand. Bei sehr komplexen Vorhaben haben Entscheidungen zu Projektbeginn eine (absolut betrachtet) höhere wirtschaftliche Relevanz, weil die Fallhöhe bei einem Misserfolg steigt. Bei welchen Vorhaben es sich um ein komplexes Projekt handelt, soll nachfolgend anhand der Anzahl an Baufertigstellungen in Abhängigkeit der Nutzungsart, des notwendigen Baukostenvolumen und einzelner Lagefaktoren diskutiert werden.

Die Daten des Statistischen Bundesamts zeigen, dass in den Jahren 2014 bis 2019 in Deutschland durchschnittlich ca. 108.000 Wohngebäude und ca. 24.000 Nichtwohngebäude fertiggestellt wurden. Nichtwohngebäude nahmen im Jahr 2019 rund 18 % der Baufertigstellungen ein. Sie werden damit deutlich seltener entwickelt als Wohngebäude. Unter den Nichtwohngebäuden wurden im Jahr 2019 zum Großteil Warenlagergebäude (22 %), landwirtschaftliche Betriebsgebäude (20 %) und Infrastrukturgebäude (14 %) fertiggestellt. Büro- und Verwaltungsgebäude nehmen einen

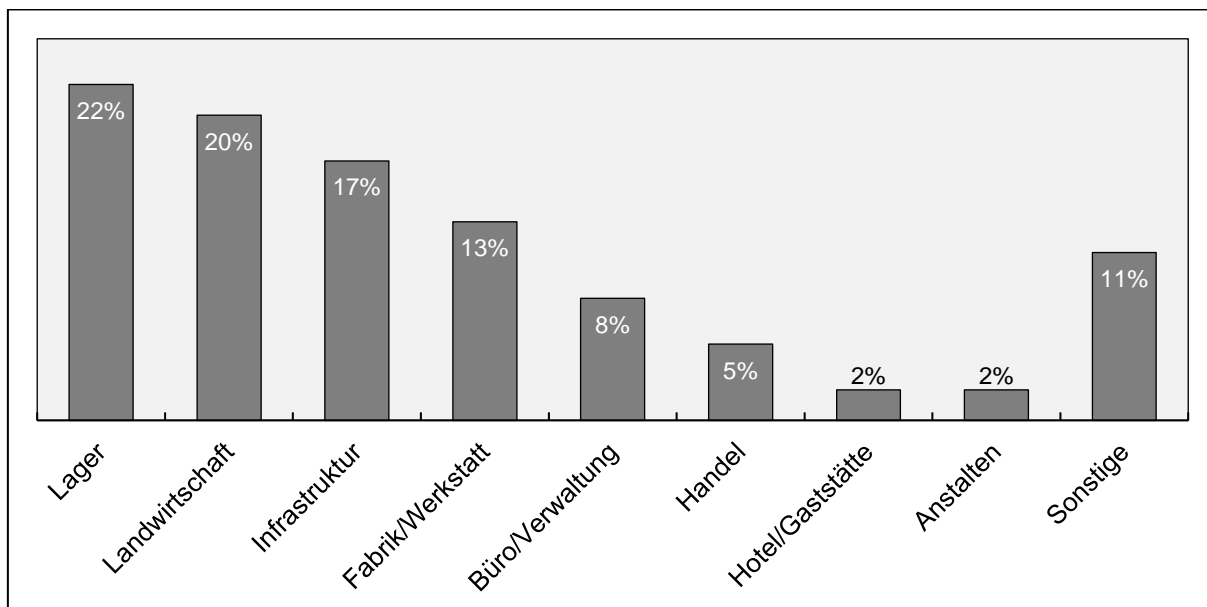
---

<sup>75</sup> Vgl. Helmus u. a. (2018).

<sup>76</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 10 ff.



Fertigstellungsanteil von 8 % der Nichtwohngebäude ein. Dahinter folgen Handelsgebäude (5 %), Hotels und Gaststätten (2 %) sowie Anstalten (2 %) (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2: Baufertigstellungen bei Nichtwohngebäuden (2019)<sup>77</sup>**

Es wird unterstellt, dass bei den aufgeführten Nichtwohngebäuden die gestalterischen und rechtlichen und technischen Anforderungen mit der Anzahl an Baufertigstellungen negativ korrelieren. Das heißt, je höher die Anzahl an Fertigstellungen ist, desto weniger komplex ist der Bau der aufgeführten Nichtwohngebäude. So wird der Bau eines Hotels als sehr komplexes und das Lager als begrenzt komplexes Projekt angesehen.

Hinsichtlich des **Projektvolumens** (in €) ist davon auszugehen, dass es sich bei den meisten Wohngebäuden in Deutschland im Durchschnitt um verhältnismäßig kleine Projekte handelt. Aus den Daten des statistischen Bundesamtes lassen sich durchschnittliche Baukosten bei Wohngebäuden von 373.000 € und bei Nichtwohngebäuden von 1 Mio. € ableiten.<sup>78</sup> Es ist weiterhin davon auszugehen, dass öffentliche Bauherren insgesamt zwar weniger, aber dafür eher größere Projekte initiieren.<sup>79</sup> Gemessen an der Anzahl an Baufertigstellungen haben Projektentwicklungen der öffentlichen Hand bei den Wohngebäuden (1 %) als auch bei den Nichtwohngebäuden (8 %) einen eher geringen Marktanteil (siehe Abbildung 3). Bei einem Großteil der Wohngebäude werden Privatpersonen als Bauherr angegeben (ca. 79 %). Bei den Nichtwohngebäuden sind

<sup>77</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020a).

<sup>78</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020b).

<sup>79</sup> Ein Vergleich des durchschnittlichen Projektvolumens kann beispielsweise mithilfe des jährlich erfassten Genehmigungsvolumens (in €) und der Anzahl an Genehmigungen je Nutzungskategorie erfolgen. Auf eine nähere Auseinandersetzung wurde in dieser Arbeit verzichtet.

privatwirtschaftliche Unternehmen primär als Bauherr aktiv (66 %).

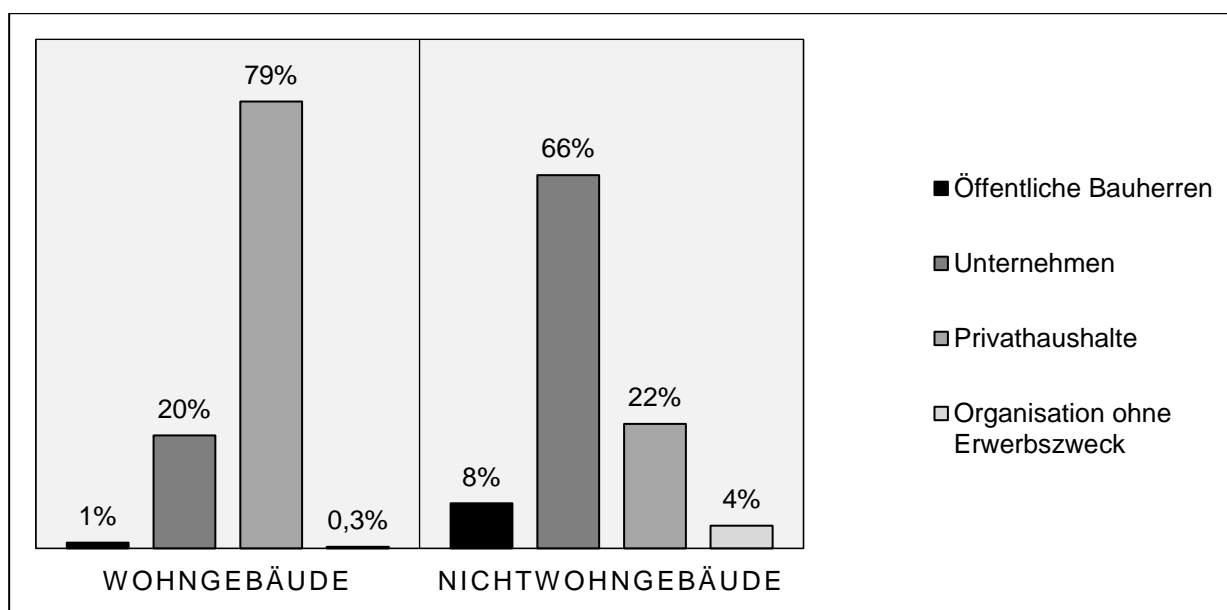


Abbildung 3: Baufertigstellungen in Abhängigkeit vom Bauherrn (2019)<sup>80</sup>

Das Statistische Bundesamt verwendet bei den Datensammlungen nicht den Begriff Projektentwickler und unterscheidet somit auch nicht zwischen Trader- oder Investor-Developer. Es wird davon ausgegangen, dass Trader-Developer und Investor-Developer aus dem Bereich des institutionellen und betrieblichen Immobilienmanagements (I-REM, CREM) zu den Unternehmen zählen. Investor-Developer des öffentlichen Immobilienmanagements werden als öffentliche Bauherren angesehen.

Die Marktanteile von Trader- gegenüber Investor Developer sind aus einzelnen Umfragen der Immobilienwirtschaft zu entnehmen. Die bulwiengesa AG und das Unternehmen CA Immo stellten im Jahr 2019 fest, dass Trader-Developer im Vergleich zu Investor-Developer bei Büro- und Handelsimmobilien in deutschen Großstädten etwa gleich viel Fläche entwickelt haben.<sup>81</sup> Wohn- und Hotelimmobilien wurden leicht bevorzugt von Trader-Developern entwickelt.<sup>82</sup> In weiteren Studien zeigt sich, dass Trader-Developer seit längerer Zeit vorrangig Wohnimmobilien entwickeln.<sup>83</sup> Dahinter folgen Büroimmobilien.<sup>84</sup>

In den frei verfügbaren Projektentwicklerstudien werden, in Abgrenzung zu den

<sup>80</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020a).

<sup>81</sup> Vgl. Schulten u. a. (2019).

<sup>82</sup> Vgl. Schulten u. a. (2019).

<sup>83</sup> Vgl. Bulwiengesa AG (2020a), S. 7.

<sup>84</sup> Vgl. Bulwiengesa AG (2020a), S. 7.

amtlichen statistischen Daten, allerdings nur ausgewählte Projekte berücksichtigt.<sup>85</sup> So werden Projekte aus bestimmten Großstädten (oder Metropolregionen) und privatwirtschaftlich relevante Nutzungsarten (Wohnen, Büro, Hotel, Handel, Sonstiges) betrachtet. Die öffentliche Infrastruktur bleibt außen vor.<sup>86</sup> Inwiefern die angegebenen Verhältnisse zwischen Trader- und Investor-Developern auf die Grundgesamtheit außerhalb der betrachteten Großstädte zu übertragen ist, kann anhand der verfügbaren Daten nicht beantwortet werden. Im Einklang mit weiteren Erhebungen wird davon ausgegangen, dass Wohnimmobilien, gefolgt von Büroimmobilien und Logistikimmobilien gesamtweitlich am häufigsten nachgefragt werden.<sup>87</sup>

Bei der **Lage** wird in der Immobilienwirtschaft zwischen A-, B- und C-Lagen unterschieden. Die Abgrenzung erfolgt in der Regel anhand der Miet- und Kaufbereitschaft in den einzelnen Regionen. Eine gesetzliche Definition, was eine A-, B- oder C-Lage genau ist, gibt es allerdings nicht. Die bulwiengesa AG definiert als A-Lage die Städte Berlin, Düsseldorf, Frankfurt am Main, Hamburg, Köln, München und Stuttgart.<sup>88</sup> In ihrer Projektentwicklerstudie aus dem Jahr 2020 wurden ca. 5.200 Projekte in A-Lage statistisch erfasst.<sup>89</sup>

Für Projektentwickler ist die Lage vor allem für die Schätzung der späteren Einnahmen relevant. Die **planerischen und baulichen Anforderungen** lassen sich anhand des vorgenannten Ratings nicht bewerten. Hier spielen eher die baurechtlichen Vorgaben, die Baugrundverhältnisse, die nähere Umgebung und der sonstige Grundstückszustand eine wichtige Rolle. Beim Grundstückszustand kann zwischen belasteten und unbelasteten (Green-, Brownfield) sowie zwischen bebauten und unbebauten (Neu- und Bestandsbaumaßnahmen) Grundstücken unterschieden werden. Bei Bestandsbaumaßnahmen kann weiter zwischen Redvelopments, Revitalisierungen und Refurbishments unterschieden werden.<sup>90</sup> Redvelopments sind gegenüber Neubauten als risikoreicher und damit als ein komplexeres Entwicklungsvorhaben einzustufen, weil der Gebäudebestand im Ideenfindungsprozess integriert werden muss. Merkmal eines Redvelopments sind hohe genehmigungsrechtliche Anforderungen aufgrund einer vorgesehenen Umnutzung. Eine Revitalisierung hingegen kann als Bestandsbaumaßnahme ohne

---

<sup>85</sup> Vgl. Bulwiengesa AG (2020b).

<sup>86</sup> Vgl. Bulwiengesa AG (2020b), S. 1.

<sup>87</sup> Vgl. Bulwiengesa AG u. a. (2020).

<sup>88</sup> Vgl. Bulwiengesa AG (2020a), S. 2.

<sup>89</sup> Vgl. Bulwiengesa AG (2020a), S. 2.

<sup>90</sup> Vgl. Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung (2016).

Umnutzung bezeichnet werden. Sie sind im Gegensatz zu Refurbishments genehmigungspflichtig. Bei Refurbishments und kleineren Neubauentwicklungen sind spezielle Koordinationsleistungen in einem verhältnismäßig geringen Umfang zu erwarten. Weiterführende Unterscheidungen bei den baulichen Anforderungen sind in Abhängigkeit der architektonischen Gestalt und dem technischen Ausstattungsstandard möglich.

Die zusammengefassten Daten und weiterführenden Erläuterungen führen insgesamt zu der Erkenntnis, dass hochpreisige öffentliche Bauvorhaben (z. B. Kulturstätten) sowie Nichtwohngebäude, wie Hotels, in Deutschland relativ selten entwickelt werden. Wohnimmobilien werden hauptsächlich von Privatbauherren entwickelt. Größere Wohnimmobilien wiederum werden aufgrund der Kapitalintensität vermutlich eher von Projektentwicklern initiiert. Im Vergleich zu Hotels oder anderen Gebäuden werden aber auch große Wohngebäude als begrenzt komplexe Vorhaben gezählt. Angesichts der hohen Nachfrage nach Wohn-, Büro- und Logistikimmobilien ist insgesamt davon auszugehen, dass die meisten Projektentwickler eher begrenzt komplexe Projekte entwickeln.

#### **2.2.4 Koordination und Kooperationen**

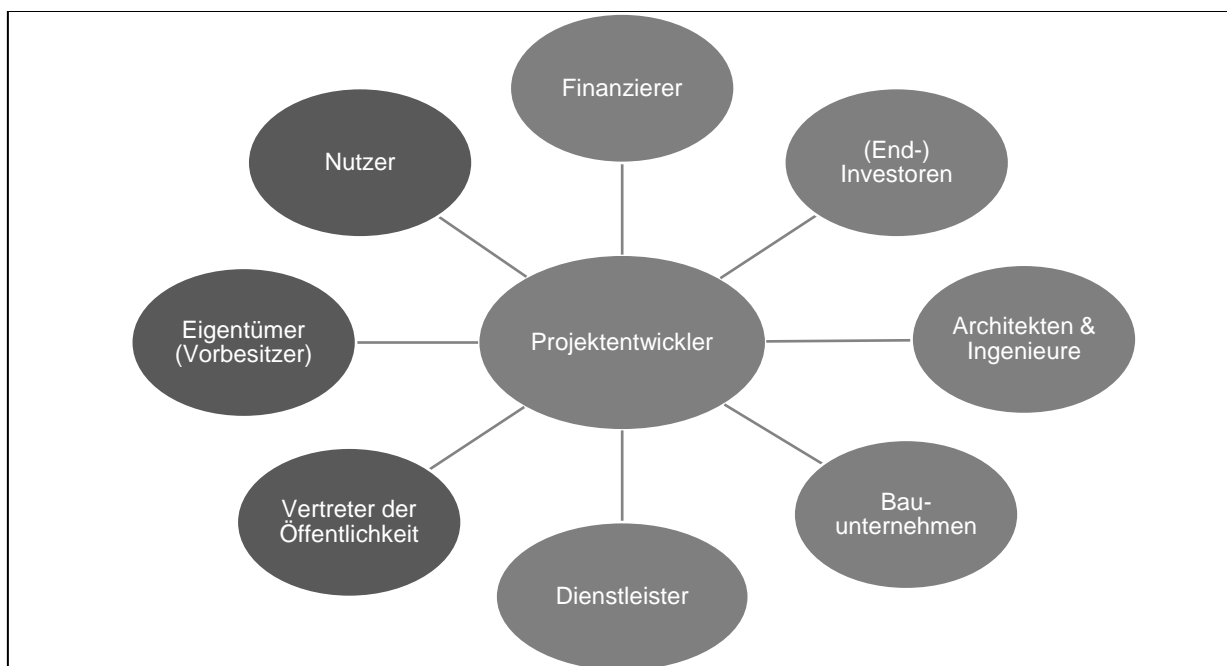
Projektentwickler sind als eine Art „Grenzgänger“ zwischen den wirtschaftlichen, technisch-planenden und rechtlich-steuerlichen Welten der Immobilienentwicklung anzusehen.<sup>91</sup> Nicht alle Aufgaben können bei einer Projektentwicklung von ihnen in Eigenleistung erbracht werden. In ihrer Leitungsfunktion sind sie gezwungen mit verschiedenen Akteuren (Projektbeteiligten) zusammenzuarbeiten. Die einzelnen Projektbeteiligten pflegen je nach Vergabemodell häufig keine (direkten) vertraglichen Beziehung untereinander. Die Aufgabe des Projektentwicklers ist es, ein Projektteam zusammenzustellen und die Zusammenarbeit anschließend zu koordinieren. Das Ziel ist die Kooperationsbereitschaft aller Projektbeteiligten.

##### **2.2.4.1 Projektbeteiligte**

Der persönliche Austausch mit den Akteuren liefert dem Projektentwickler wichtige Informationen zur Einschätzung des vorhandenen Projektrisikos. Gleichzeitig steht der Projektentwickler in der Pflicht, die erforderlichen Informationen zu verteilen. Kein anderer Akteur pflegt so umfassende Beziehungen zu den einzelnen Projektbeteiligten (siehe Abbildung 4).

---

<sup>91</sup> Vgl. Kinatoder (2017b), S. 508 f.



**Abbildung 4: Beteiligte an einer Projektentwicklung<sup>92</sup>**

Die Abbildung von Isenhöfer verdeutlicht die Stellung des Projektentwicklers als Bindeglied innerhalb der Projektkommunikation. Strategisch können sich Projektentwickler überlegen, langfristig mit einer Vielzahl an Projektbeteiligten zusammenzuarbeiten und entsprechende Standards zu entwickeln (hellgrau). Abgrenzend dazu ist der Austausch mit den späteren Nutzern, Vorbesitzern und Vertretern der Öffentlichkeit stets individuell zu betrachten (dunkelgrau). Projektentwickler sind auf deren Vorgaben und Vorlieben angewiesen. Der Austausch mit den Projektbeteiligten kann somit übergreifend als ein wichtiger Erfolgsfaktor für eine Projektentwicklung angesehen werden.

Ein reibungsloser Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten kann jedoch nur gewährleistet werden, wenn dem Projektentwickler die Informationsanforderungen der Projektbeteiligten bekannt sind und die Verantwortlichkeiten zur Aufbereitung und Lieferung definiert wurden. Beim Verteilen von Informationen handelt es sich um eine delegierbare Aufgabe des Projektentwicklers, die häufig durch Dritte im Rahmen des Projektmanagements (oder teils auch der Objektplanung) erbracht wird.

Entgegen der Annahme, dass alle Informationen über den Projektentwickler ausgetauscht werden, findet in der Praxis erfahrungsgemäß häufig ein Austausch auf kurzem Wege statt. Ein solcher Austausch ist kurzfristig effizient, jedoch besteht die Gefahr, dass Informationen weiterer Projektbeteiligter nicht ganzheitlich erfasst und fristgerecht

<sup>92</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Isenhöfer (1999), S. 38 mit Anpassung einzelner Begrifflichkeiten und Farben.

geliefert werden. Es kommt zu Informationslücken, doppelter Arbeit und infolgedessen zu Qualitätsmängeln und entsprechenden wirtschaftlichen Folgen (höhere Kosten, Zeiten, Rechtsstreitigkeiten etc.). Auf die Aufgaben und Anforderungen der einzelnen Projektbeteiligten soll nachfolgend in Kurzform eingegangen werden.

Die **Finanzierer** (Financiers) stellen Fremdkapital für die kapitalintensive (Bauphase zur Verfügung. Eine Finanzierung besteht in der Regel aus Eigen- und Fremdkapital. In den meisten Fällen handelt es sich bei den Fremdkapitalgebern um Banken.<sup>93</sup> Zusätzliches Kapital, sogenanntes Mezzanine-Kapital, kann auch durch weitere Kapitalgeber bezogen werden. Besonders Banken sind aufgrund der Regulierungen der BaFin dazu verpflichtet, möglichst geringe wirtschaftliche Risiken zu tragen. So werden beispielsweise externe Dienstleister eingesetzt, die ein entsprechendes Reporting bei Projektentwickler anfordern.<sup>94</sup> Unabhängige Immobilienbewerter werden im Vorfeld der Finanzierung beauftragt, den Beleihungswert zu bestimmen. Den Dienstleister der Kapitalgeber sind vor und während der Baumaßnahme dann Informationen über das geplante Vorhaben weiterzuleiten.

**(End-)Investoren** sind als Kunden der Trader-Developer anzusehen.<sup>95</sup> Es handelt sich um die zukünftigen Eigentümer einer Immobilie.<sup>96</sup> Sie werden teilweise auch von Asset-Managern vertreten. Durch eine projektbegleitende Vermarktung der Projektentwickler haben Endinvestoren die Möglichkeit, frühzeitig in den Entwicklungsprozess einer Immobilie einzugreifen. Herausfordernd können dann etwaige Änderungswünsche sein. Operativ werden Investoren durch diverse Dienstleister im Entwicklungsprozess unterstützt. Gutachter prüfen im Rahmen einer Due Diligence vor der Übernahme den Zustand und fordern dazu entsprechende Informationen an. Vorbereitend auf die spätere Nutzungsphase werden von den Dienstleistern des Endinvestors (z. B. Facility Management) ebenfalls Informationen abgefragt. Projektentwickler (oder dessen Dienstleister) pflegen nur eine indirekte Beziehung zu den Betreibern und Gutachtern.

Als **Nutzer** werden Mieter, angestellte Mitarbeiter (im Gewerbe) oder Endinvestoren (als Eigennutzer) angesehen.<sup>97</sup> Sie werden teilweise durch Dritte vertreten (z. B. Makler, Bauleiter beim Mieterausbau). Werden Nutzer erst während der Bauphase gefunden,

---

<sup>93</sup> Auf die verschiedenen Bankentypen soll nicht näher eingegangen werden.

<sup>94</sup> Vgl. Pitschke (2004).

<sup>95</sup> Sie werden auch als Nachfrage bezeichnet: Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 214 ff.

<sup>96</sup> Vgl. Schulte u. a. (2016c), S. 134.

<sup>97</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 210.

besteht die Gefahr, dass das entwickelte Nutzungskonzept nicht den Nutzerbedürfnissen entspricht. Ähnlich wie Investoren haben Nutzer bei einer frühzeitigen Vermarktung die Möglichkeit, in den Entwicklungsprozess einzugreifen. Kenntnisse über deren Wünsche führen dazu, dass einzelne Gebäudeinformationen in Exposés o. ä. Unterlagen und Visualisierungen kundengerecht aufbereitet werden können. Kommt es zu Änderungswünschen, sind die zusätzlichen Aufwendungen der Planer und Ausführenden zu berücksichtigen. Genau wie beim Umgang mit Endinvestoren auch, kann dies zu einem erhöhten Dokumentationsaufwand führen.

Mit **Eigentümern** sind aus Sicht der Projektentwickler die Vorbesitzer gemeint. Projektentwickler, die selbst Standorte für zukünftige Investitionen suchen, treten häufig zunächst mit Maklern anstelle des eigentlichen Eigentümers in Kontakt. Sie stellen den Projektentwicklern in Vertretung des Eigentümers die Projektinformationen zur Ersteinschätzung zur Verfügung. Die Gruppe der Grundstückseigentümer kann in öffentliche (Bund, Länder, Städte, Gemeinden, Kirche, Stiftungen), gewerbliche und private Grundstückseigentümer unterteilt werden.<sup>98</sup> Auf die Interessen der Vorbesitzer wird im weiteren Verlauf der Arbeit nicht näher eingegangen. Der Umfang an Informationen, die Projektentwickler von Ihnen bekommen, kann nicht beeinflusst werden. Speziell bei Redevelopment-Maßnahmen sind umfangreiche Informationen zur tatsächlichen Bebauung bei der Ersteinschätzung sehr hilfreich.

Mit dem Bau von Gebäuden beschäftigen sich in Deutschland insgesamt etwas mehr als 19.000 **Bauunternehmen** (rd. 277.000 Beschäftigte) aus dem Bauhauptgewerbe.<sup>99</sup> Davon haben rd. 3.142 Unternehmen (16,5 %) laut Statistischem Bundesamt 20 oder mehr Beschäftigte. Insgesamt sind in diesen Unternehmen rd. 167.000 Arbeitnehmer (rd. 60 %) beschäftigt.<sup>100</sup> Das Bauen von Gebäuden in Deutschland ist von vielen Einzelunternehmen geprägt. Sie verteilen sich dabei auf mehrere Gewerke. Die Bauunternehmen werden sowohl vom Projektentwickler als auch von den späteren Investoren bzw. Nutzern (bei Mietern auch Mieterausbau genannt) beauftragt. Entsprechende Schnittstellen sind vorab zu definieren. Weiterhin ist zu beachten, dass die einzelnen Bauunternehmen die Vorgaben und Informationen der Projektentwickler (bzw. dessen Vertreter) vielseitig verarbeiten. So werden Gebäudeinformationen unter anderem bei der Angebotslegung, der Materialbestellung, der Vorfertigung, der Personalplanung, der

---

<sup>98</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 209.

<sup>99</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021b).

<sup>100</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021a).

Baustellenlogistik oder der späteren Rechnungslegung verarbeitet. Die Vielzahl der genannten Prozesse verdeutlicht, dass Änderungswünsche von Seiten der Projektentwickler, Nutzer und Investoren unterschiedlichste Anpassungen in der arbeitsintensiven Ausführungsphase nach sich ziehen können.

Um überhaupt ein Grundstück bebauen zu dürfen, sind für die Bauantragsstellung entsprechende Planungsleistungen zu beauftragen.<sup>101</sup> **Architekten und Ingenieure** sind aus Projektentwicklersicht daher als eine besondere Art von Dienstleister anzusehen. Ihre besondere Stellung ergibt sich durch die Bauvorlage- und Nachweisberechtigung (u. a. Standsicherheit, Wärme-, Schall-, Brandschutz) und ihre besonderen Hinweispflichten und Qualifikationen. Ihre Kernaufgabe ist die technische Planung. Die Anforderungen der Projektentwickler sind gestalterisch, baukonstruktiv und haustechnisch so zu gestalten, dass eine anfängliche Idee später auch umgesetzt und genutzt werden kann. Nach Auskunft der Bundesarchitektenkammer (BAK) gibt es in Deutschland rund 118.000 Hochbauarchitekten.<sup>102</sup> Nach der letzten Erhebung im Jahr 2018 verteilen sich diese auf rd. 39.000 Unternehmen.<sup>103</sup> In lediglich 20 % der Architekturbüros sind 50 oder mehr Mitarbeiter beschäftigt.<sup>104</sup> Stellvertretend für den Architektur- und Ingenieursmarkt verdeutlichen die Zahlen insgesamt auch hier eine hohe Kleinteiligkeit.

Durch die zunehmende Spezialisierung am Markt werden besondere Architekten- und Ingenieursleistungen oftmals durch spezielle **Dienstleister** erbracht. Dazu gehören auch Dienstleistungen, die beispielsweise auch in den Leistungsbildern der Projektentwicklung genannt werden (siehe Kapitel 2.2.1). Die Notwendigkeit besonderer Dienstleistungen ist projektspezifisch zu prüfen. Neben den in der HOAI exemplarisch aufgeführten besonderen Leistungen werden in der Literatur weitere Dienstleistungen genannt.<sup>105</sup> Dienstleister werden von Projektentwicklern, aber auch anderen Projektbeteiligten (z. B. Endinvestoren) beauftragt. Die einzelnen Dienstleister treten während der Projektentwicklungsphase teils nur kurzzeitig in Erscheinung. Für die Leistungserbringung (z. B. das Erstellen eines Renderings) werden teilweise sehr spezielle Informationen benötigt. Eine Kernaufgabe der Leistungskoordination (i. d. R. eine Leistung der Objektplanung) ist es anschließend, die einzelnen Dienstleistungen zu einem möglichst

---

<sup>101</sup> Gilt nicht für genehmigungsfreie Bauvorhaben. Sie spielen in der Forschungsarbeit keine Rolle.

<sup>102</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020b).

<sup>103</sup> Vgl. Bertschek u. a. (2019), S. 19.

<sup>104</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK u. a. (2020), S. 60.

<sup>105</sup> Vgl. Alda u. a. (2016); Diederichs (2006); Held (2010); Meissl (2010).



widerspruchsfreien Gesamtkonzept zusammenzuführen.

Die **Vertreter der Öffentlichkeit** entscheiden darüber, ob das geplante Bauvorhaben den gesetzlichen Vorgaben entspricht. Innerhalb des Genehmigungsprozesses können je nach Bauvorhaben unterschiedliche öffentliche Interessensvertreter auftreten. Projektentwickler sind angehalten, einen entsprechenden Aufwand für die Öffentlichkeitsarbeit mit einzuplanen. Die örtlichen Bauvorschriften, die Bauordnung, die Baunutzungsverordnung, das Baugesetzbuch sowie weiterführende Verwaltungsvorschriften, Richtlinien bzw. technische Baubestimmungen geben bereits wichtige Hinweise darüber, welche Informationen von den Vertretern der Öffentlichkeit wann (Bauantrag, Baubeginn, Rohbaufertigstellung etc.) gefordert werden. Der Umfang an Unterlagen und aufbereiteten Informationen kann allerdings sehr hoch sein und projekt- und standort-spezifisch variieren. So können beispielsweise Denkmalschutz- oder Naturschutzbehörden als öffentliche Interessensvertreter zusätzliche Gutachten anfordern.

#### **2.2.4.2 Vergabemodelle in der Gebäudeplanung und Ausführung**

Es sind unterschiedliche Gründe zu nennen, warum besonders in der Gebäudeplanung (Konzeption und Konkretisierung) und Ausführung (Realisierung) mittlerweile eine Vielzahl an Spezialisten tätig sind. Sommer nennt als Hauptgründe die haustechnischen Entwicklungen, aufwendige Anforderungen bei den Genehmigungsverfahren sowie den Versuch, einzelnen Verantwortungen möglichst auf weitere Projektpartner zu übertragen.<sup>106</sup> Die Spezialisierung erhöht die Anzahl an Kommunikationsschnittstellen innerhalb eines Projektes. Sekundär folgt daraus auch ein höherer Koordinationsaufwand für das Management, die Planer und den Ausführenden. In der Praxis haben sich zur Bewältigung der Aufgaben unterschiedliche Vergabemodelle etabliert. Der Auswahl der Projektpartner kann eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zugesprochen werden. Das Vergabemodell zählt zur Aufbauorganisation eines Projektes. Sie ist im Vorfeld der operativen Umsetzung zu klären:

*„Zielsetzung der Aufbauorganisation ist es, Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortungen der Projektbeteiligten so festzulegen, dass weder Leistungsüberschneidungen noch Leistungslücken entstehen, sondern eine reibungslose Projektabwicklung gewährleistet wird.“<sup>107</sup>*

---

<sup>106</sup> Vgl. Sommer (2016), S. 38.

<sup>107</sup> Diederichs (2006), S. 83.

Diederichs spricht damit die strukturellen Herausforderungen (Leistungsüberschneidungen, Leistungslücken) einer Projektentwicklung an. Bei der Vergabe treten Projektentwickler als Auftraggeber den Architekten, Ingenieuren und sonstigen Dienstleistern sowie Bauunternehmen gegenüber. Das unterschiedliche Knowhow bei den einzelnen Unternehmen führt in der Praxis zu einer Vielzahl an Vergabekonstellationen. Vergabemodelle sollen helfen, eine Übersicht über die möglichen Varianten zu bekommen. Bei den Vergabemodellen wird vereinfacht zwischen Einzel-, Paket- und Generalvergaben unterschieden.<sup>108</sup> Die Zusammenstellung der Pakete kann variieren. In Anlehnung an die Disziplinen wird zwischen einer Vergabe der Planung (vorwiegend Architekten und Ingenieure) und der Vergabe der Ausführung unterschieden (siehe Abbildung 5).

In der Abbildung unterscheidet Sommer bei den Planern zwischen Einzelplanern, der teilweisen Paketierung und einem Generalplaner. Eine Trennung zwischen Architekten (Objektplaner) und Ingenieuren (Fachplaner) zeigt, dass auch **Vergaben in Abhängigkeit der Fachdisziplin** innerhalb der Planung und Überwachung vorgenommen werden.<sup>109</sup> Die von Sommer vorgenommene Trennung zwischen Planung und Bauleitung verdeutlicht, dass auch in **Abhängigkeit der Zeit** einzelne Leistungspakete vergeben werden können. Klassisch erfolgt die Trennung anhand der HOAI-Leistungsphasen 1–9. Sowohl zwischen einzelnen Fachdisziplinen, als auch in Abhängigkeit der Ein- und Ausstiegszeitpunkte können Leistungsüberschneidungen und Leistungslücken entstehen. Genau wie bei den Planungsleistungen sind auch bei den Bauleistungen entsprechende Grenzen zwischen den Einzelunternehmen (Gewerken) zu definieren.

---

<sup>108</sup> Vgl. Sommer (2016), S. 39; Siemon (2006), S. 32.

<sup>109</sup> Hier auch anhand der Unterscheidung zwischen Bauleitung und Fachbauleitung zu erkennen.

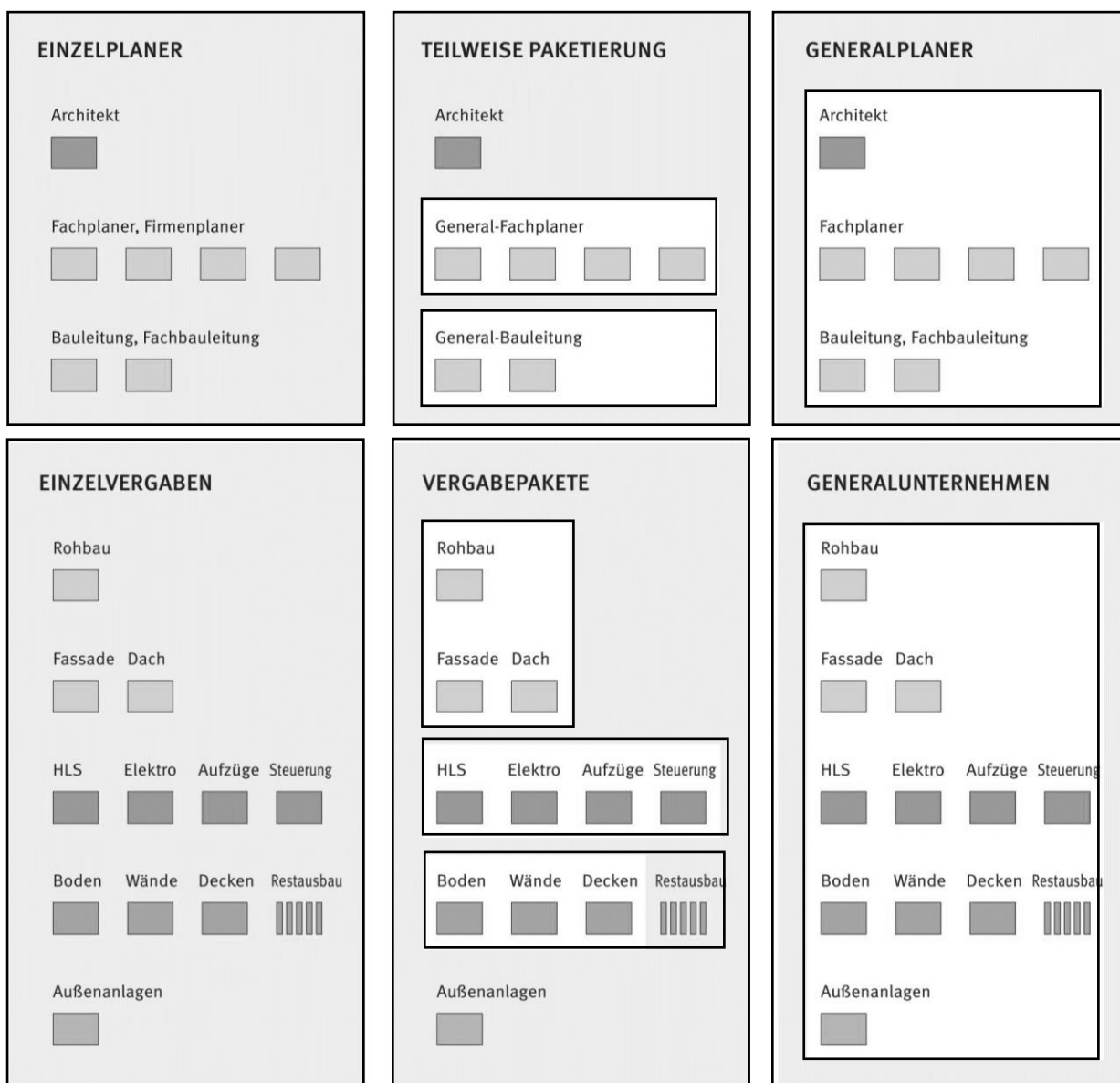


Abbildung 5: Leistungsvergabe bei Planern und Ausführenden<sup>110</sup>

Um Leistungsüberschneidungen und Leistungslücken bei der Vergabe zu vermeiden und den Einzelvergabeaufwand zu senken, kann auch eine **kombinierte Vergabe der Planungs- und Ausführungsleistungen** erfolgen. Unternehmen, die Planungs- und Ausführungsleistungen anbieten, werden in der Literatur unterschiedlich bezeichnet.<sup>111</sup> In dieser Arbeit wird hierfür der Begriff des Generalübernehmers verwendet. Diederichs weist trotz der komfortablen Vergabevariante darauf hin, dass auch bei einer Vergabe an einen Generalübernehmer die Ideen des Projektentwicklers mit den Anbietern umfassend kommuniziert werden müssen.<sup>112</sup> So kann es sein, dass Auftraggeber bei der Vergabe weiterhin Dienstleister bei der Gestaltung oder Kontrolle des

<sup>110</sup> Bildquelle: Sommer (2016), S. 39 ff. ergänzt durch eigene Modifizierungen.

<sup>111</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 47.; Sommer (2016), S. 42.

<sup>112</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 52.

Generalübernehmervertrags benötigen. Das Erstellen von **Vergabepaketen** bzw. die **Generalvergabe** zielt im Kern darauf ab, Koordinationsaufgaben (und damit einhergehende Verantwortlichkeiten) auf eine geringere Anzahl an Auftragnehmer zu übertragen und so als Kontrollorgan weniger Ansprechpartner zu haben. So ist zunächst davon auszugehen, dass die Übertragung von Koordinationsaufgaben im Gegensatz zur Einzelvergabe zu höheren Angebotspreisen führt. Außerdem benötigen Projektentwickler bei der Generalvergabe ein hohes Vertrauen in die anforderungsgerechte Umsetzung.

Im Gegensatz dazu sind bei **Einzelvergaben** aufgrund der kleinteiligen Unternehmensstrukturen in Deutschland größere Wettbewerbe zu erwarten.<sup>113</sup> Girmscheid nennt als weitere Vorteile die individuelle Auswahl von Spezialisten sowie die höhere Flexibilität bei Planungsänderungen infolge einer sukzessiven Vergabe.<sup>114</sup> Gleichzeitig müssen Projektentwickler entsprechende Ressourcen für die Auswahl, Koordination und ggf. Übergabe der einzelnen Planungen und Ausführungen einplanen.<sup>115</sup> Die Rückverfolgbarkeit bei Mängeln, Nachtragsforderungen oder terminlichen Verzögerungen wird durch die Vielzahl von Vertragspartnern ebenfalls schwieriger. Eine sukzessive Vergabe (zeitlich abgegrenzt) der Planungsleistungen kann weiterhin dazu führen, dass Projektbeteiligte die Arbeitsergebnisse innerhalb der einzelnen Prozesse auch nur mit Mindestaufwand für die Nachfolgegewerke aufbereiten. Die Folge sind vermeidbare Informationsbrüche während der Planung, die zu Herausforderungen und Nachtragspotenzialen bei der Ausführung sorgen. Ähnlich wie bei der Ausführung (bspw. Toleranzwerte bei der erlaubten Durchbiegung einzelner Bauteile) könnten klar definierte Leistungsanforderungen bei Planungsleistungen, wie z. B. Informationsanforderungen, Austauschformate o. Ä., den Informationsbruch verringern. Gleichwohl ist von einem steigenden Kontrollaufwand auszugehen, sofern die Einhaltung entsprechender Vorgaben auch sichergestellt werden soll. Solche Restriktionen sind bei Einzelvergaben strategisch mit zu berücksichtigen. So können höhere vertragliche Anforderungen dazu führen, dass aus einer ursprünglich großen Anzahl an Anbietern plötzlich ein kleiner Anbieterkreis wird. Sind die Anbieter sich über die eigene Expertise und die Marktbedingungen bewusst, können dann auch höhere Preisvorstellungen die Folge sein. Andererseits ist auch denkbar, dass klare Vorgaben qualitativ zu einer effizienteren Zusammenarbeit führen. Hier sind unterschiedliche Strategien denkbar.

---

<sup>113</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 212.

<sup>114</sup> Vgl. Girmscheid (2004), S. 42 ff.

<sup>115</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 47.

### 2.2.4.3 Vertragsmodelle mit Bauunternehmen

Die Bauunternehmen stellen einen wichtigen Partner des Projektentwicklers dar. Sie sind für die Ausführung der ursprüngliche Projektidee verantwortlich. Die daraus resultierenden Baukosten nehmen gesamtheitlich den größten Anteil an den Projektkosten ein. Mithilfe unterschiedlicher Vertragsmodelle können einzelne Risiken auf die Bauunternehmen übertragen werden. Bauleistung werde klassisch mit Leistungsverzeichnissen oder funktionalen Leistungsbeschreibungen ausgeschrieben und vergeben. Darauf aufbauend werden **Einheits- oder Pauschalpreisverträge** abgeschlossen.<sup>116</sup>

Bei **Einheitspreisverträgen** werden die Leistungen nach den tatsächlich ausgeführten Mengen und den vorher vereinbarten Einheitspreisen abgerechnet. Die Basis dafür ist das Leistungsverzeichnis, in dem Leistungen definiert sowie Mengen und Massen vorab kalkuliert werden (z. B. Angaben wie m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, lfm., Stückzahl). Die Anbieter bepreisen die einzelnen Leistungen mit Einheitspreisen. Abgerechnet wird nach den tatsächlich verbauten Mengen. Die Abrechnungen und Prüfungen der einzelnen Leistungspositionen sind im Verhältnis zum Pauschalpreisvertrag als aufwendig zu bezeichnen. Projektentwickler übernehmen bei Einheitspreisverträgen die Risiken der Unvollständigkeit und der Ungenauigkeit bei der Kalkulation von Mengen und Massen. Die Kosten bei der Kostenfeststellung können daher höher sein als ursprünglich kalkuliert. Dafür sind Einheitspreisverträge sehr transparent. Standard-Leistungsbeschreibungen können gleichzeitig dafür sorgen, dass Anbieter ihre Angebote zügig kalkulieren können. Für Projektentwickler sind die Angebote besser vergleichbar, sodass Fehlentscheidungen vermieden werden. Um zusätzliche Spekulationen bei Lohnkosten- oder Materialpreisentwicklungen zu verhindern, können Gleitklauseln vereinbart werden. Sie tragen zu einer weiteren Erhöhung der Angebotstransparenz bei.<sup>117</sup>

Alternativ werden **Pauschalpreisverträge** vereinbart. Hier wird zwischen Global-Pauschalvertrag und Detail-Pauschalvertrag unterschieden. Bei einem **Detail-Pauschalvertrag** wird von Projektentwicklern (oder Dritten) ebenfalls ein Leistungsverzeichnis erstellt. Im Unterschied zum Einheitspreisvertrag wird hier die Gesamtleistung pauschal abgerechnet. Der Aufwand für Aufmaß und Prüfung soll so verringert werden.

---

<sup>116</sup> Bei den Vertragsformen sind durch Verwendung verschiedener Klauseln bzw. besonderer Vertragsbedingungen diverse Möglichkeiten zur Übertragung von Risiken gegeben. Im Rahmen der Arbeit soll auf die Details nicht näher eingegangen werden. An dieser Stelle wird auf die Kommentare zur VOB von Kapellmann u. a. (2020) verwiesen.

<sup>117</sup> Vgl. Diederichs (2006), S. 48.

Außerdem wird das Mengenrisiko an das Bauunternehmen übertragen.

Beim **Global-Pauschalvertrag** werden Leistungen funktional ausgeschrieben. Sowohl das Mengen- als auch das Vollständigkeitsrisiko wird auf das Bauunternehmen übertragen. Das Bauunternehmen muss anhand der vorhandenen Unterlagen (Pläne, Baubeschreibung etc.) erkennen können, welche Leistungen in welchem Umfang zum Erreichen des vorgegebenen Ziels zu erbringen sind. Aus Auftraggebersicht können sich beim Global-Pauschalvertrag Schwierigkeiten beim Preis-Leistungs-Vergleich ergeben. Außerdem ergibt sich für Bauunternehmen ein erhöhter Kalkulationsaufwand. Hier kann vermutet werden, dass der Kalkulationsaufwand preislich berücksichtigt wird. In Zeiten der Hochkonjunktur trägt diese Vertragsart bei weniger speziellen Projekten möglicherweise auch nicht dazu bei, dass viele Angebote von Anbietern abgegeben werden. Ähnlich wie beim Detail-Pauschalvertrag kann man in einem professionellen Umfeld davon ausgehen, dass die Übernahme von Risiken mit preislichen Aufschlägen ausgeglichen wird. Ausnahmen sind bei einer langfristigen Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer denkbar.

Ein Risiko stellen Pauschalpreisverträge für Bauunternehmen und deren Auftraggeber bei Änderungen dar. Ohne vereinbarte Einheitspreise bleibt ungeklärt, in welcher Höhe Änderungen vergütet werden. Eine Lösung besteht darin, ein Leistungsverzeichnis mit Einheitspreisen für nachträgliche Leistungen vorab zu vereinbaren.

Unabhängig von der Diskussion, welche Vergabestrategie insgesamt kostengünstiger oder weniger risikobehaftet ist, zeigt die Auseinandersetzung mit der Thematik, dass zumindest theoretisch unterschiedliche Kosten- und Risikostrukturen vorliegen können. Unabhängig davon, wer die Mengen ermittelt und die Leistungen definiert, bleibt festzuhalten, dass die Unsicherheit bei der Kalkulation der Baukosten sowohl aufseiten der Auftraggeber (hier: Projektentwickler) als auch der Auftragnehmer (hier: Bauunternehmen) durch eine widerspruchsfreie und aussagekräftige Planung verringert werden können. Eine widerspruchsfreie Planung kann als wichtig erachtet werden, weil Veränderungen während der Bauphase in der Regel höhere Nachtragskosten verursachen als eine frühzeitige Anpassung der Planungsunterlagen.

### **2.3 Investitionsentscheidungen in der Projektentwicklung**

Die Entscheidung für oder gegen eine Investition in ein entwicklungsfähiges Grundstück setzt eine Investitionsplanung voraus. Sie ist die Grundlage für die sogenannten

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. Dabei kommen unterschiedliche Rechenverfahren zum Einsatz.

### 2.3.1 Investitionen

Laut Götze wird für die Investition meist ein zahlungsbestimmter oder ein vermögensbestimmter Investitionsbegriff verwendet.<sup>118</sup> Die zahlungsbestimmte Investition ist gekennzeichnet durch einen Zahlungsstrom, der mit Ausgaben beginnt und zu einem späteren Zeitpunkt Einnahmen erwarten lässt.<sup>119</sup> Die vermögensbestimmte Investition ist gekennzeichnet durch eine langfristige Bindung finanzieller Mittel in materiellen oder immateriellen Objekten, die für individuelle Ziele genutzt werden können.<sup>120</sup> Anhand einzelner Kriterien lassen sich Investitionen klassifizieren. Kern verwendet dazu periphere und zentrale Kriterien, zu denen Götze untergeordnet weitere Kriterien nennt (siehe Abbildung 6).

Periphere Kriterien	Zentrale Kriterien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investitionsobjekt</li> <li>• Investitionsanlass</li> <li>• Investitionsbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsequenzen von Investitionen</li> <li>• Interdependenzweite von Investitionen</li> <li>• Ausmaß an Unsicherheit</li> </ul>

Abbildung 6: Periphere und zentrale Kriterien einer Investition<sup>121</sup>

Zu den **peripheren Kriterien** gehören das Investitionsobjekt, der Investitionsanlass und der Investitionsbereich.

Bei **Investitionsobjekten** wird zwischen Finanzinvestitionen und Realinvestitionen unterschieden.<sup>122</sup> Die Investitionen eines Projektentwicklers in entwicklungsfähige Grundstücke werden als Realinvestition angesehen. Zur Entwicklung des Grundstückes sind (materielle) güterwirtschaftliche Investitionen notwendig. Projektentwickler selbst können daneben auch in immaterielle Potenziale investieren, die dabei helfen, das Produkt (Immobilie) am Markt zu positionieren oder deren Entwicklung technisch zu optimieren (z. B. BIM-Einsatz).

Beim **Investitionsanlass** wird zwischen Errichtungs-, Ergänzungs- und laufenden Investitionen unterschieden.<sup>123</sup> Aus Sicht eines Immobilieneigentümers handelt es sich

<sup>118</sup> Vgl. Götze (2014), S. 6.

<sup>119</sup> Vgl. Schneider (1992), S. 20.

<sup>120</sup> Vgl. Kern (1974), S. 8; TerHorst (1980), S. 16.

<sup>121</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Götze (2014), S. 8.

<sup>122</sup> Vgl. Götze (2014), S. 8.

<sup>123</sup> Vgl. Götze (2014), S. 9.

bei einer Projektentwicklung um eine Errichtungs- (Neubau) oder Ergänzungsinvestition (Bestandsbau). Die laufenden Investitionen betreffen betriebliche Maßnahmen in der Nutzungsphase. Sie spielen für klassische Projektentwickler (Trader-Developer) eher eine untergeordnete Rolle. Für langfristige Projektentwickler (Investor-Developer) stellen sie hingegen gesamtheitlich die größte Ausgabe dar. Das Kriterium **Investitionsbereiche** gliedert eine Investition in mehrere Bereiche.<sup>124</sup> Sie sind relevant für die Budgetverteilung. Bei einer Projektentwicklung sind die Investitionsbereiche vergleichbar mit den anerkannten Projektkostengruppen nach DIN 276.<sup>125</sup>

Die **zentralen Investitionskriterien** sind entscheidungsrelevant bei der Modellauswahl. Ein Modell für die Investitionsentscheidung ist notwendig, um die **Konsequenzen** einer Investition beurteilen zu können. Hier kann man sich die Frage stellen, wie die erfasst, bemessen und bewertet werden sollen. Wird die Immobilieninvestition anhand monetärer Größen bewertet, kann man von einer Quantifizierbarkeit der entscheidungsrelevanten Größen ausgehen. Dann sind Investitionsrechnungen als Entscheidungsmodell grundsätzlich durchführbar.<sup>126</sup>

Weiterhin sind **Interdependenzen** zu anderen Investitionen und zur Umwelt zu berücksichtigen. Für Projektentwickler bedeutet dies, dass eine Investition in ein entwicklungsfähiges Grundstück gleichzeitig auch eine Auswirkung auf das Investitionsvorhaben in ein anderes vorgesehene Projekt einnehmen kann. Die Abhängigkeiten können bei mehreren laufenden Projektentwicklungen mit dafür verantwortlich sein, dass Liquiditätsengpässe entstehen und dadurch Budget gekürzt oder gelockert werden.

Das **Ausmaß an Unsicherheit** bei einer vorgesehenen Projektentwicklung wird von Projektentwicklern unterschiedlich bewertet. Fest steht, dass Auswirkungen einer Investition niemals unter absoluter Sicherheit bewertet werden können. Die unsichere Zukunft, unkonkrete Vorstellungen, fehlende Kenntnisse zum Grundstückszustand sind nur einige Gründe dafür, dass die Höhe der potenziellen Ausgaben und Einnahmen unterschiedlich kalkuliert werden. Gerade Investitionen, die zuvor noch nie getätigt wurden (fehlende Erfahrungen), sind als unsicher zu bewerten.<sup>127</sup> Durch die vorhandene

---

<sup>124</sup> Vgl. Götze (2014), S. 10.

<sup>125</sup> Auf die Kostengruppen nach DIN 276 wird in den nachfolgenden Kapiteln noch näher eingegangen.

<sup>126</sup> Die Investitionsrechnung ist Teil verschiedener Lehrbücher aus dem Bereich Immobilienwirtschaft. Von einer Praxistauglichkeit wird dahingehend ausgegangen; Vgl. Alda u. a. (2016); Brauer (2018); Pfnür (2011); Rottke u. a. (2017); Schulte u. a. (2002); Schulte u. a. (2016b).

<sup>127</sup> Erläuterungen zur Investitionsentscheidung unter Unsicherheit und der methodischen Umsetzung sind daher dem Kapitel 2.4 zu entnehmen.



Unsicherheit wird im Vorfeld einer Investition ein Investitionsplan erstellt. Die Planung selbst beschreibt einen Prozess, der durch menschliches Handeln, das Sammeln von Informationen, die Entwurfserstellung und das Erreichen eines Ziels geprägt ist.<sup>128</sup> Ziel ist es, am Ende einer Investition, z. B. einer Projektentwicklung, mit hoher Wahrscheinlichkeit von einer betriebswirtschaftlich vorteilhaften Entscheidung sprechen zu können. Ein geeignetes Modell, die Modellgrößen und Vorteilhaftigkeitskriterien gilt es während der Investitionsplanung zu definieren. Die Informationssuche, Analyse und Modelleingabe stellen weitere Teilbereiche der Investitionsplanung dar.<sup>129</sup>

### 2.3.2 Investitionsrechenverfahren

Ausgehend davon, dass Entscheidungen bei Projektentwicklungen als Einzelentscheidung mit einer monetär bewertbare Zielgröße getroffen werden, eignen sich unterschiedliche Verfahren der Investitionsrechnung (siehe Abbildung 7). In Abhängigkeit des Zeitaspektes wird zwischen statischen und dynamischen Rechenverfahren unterschieden.

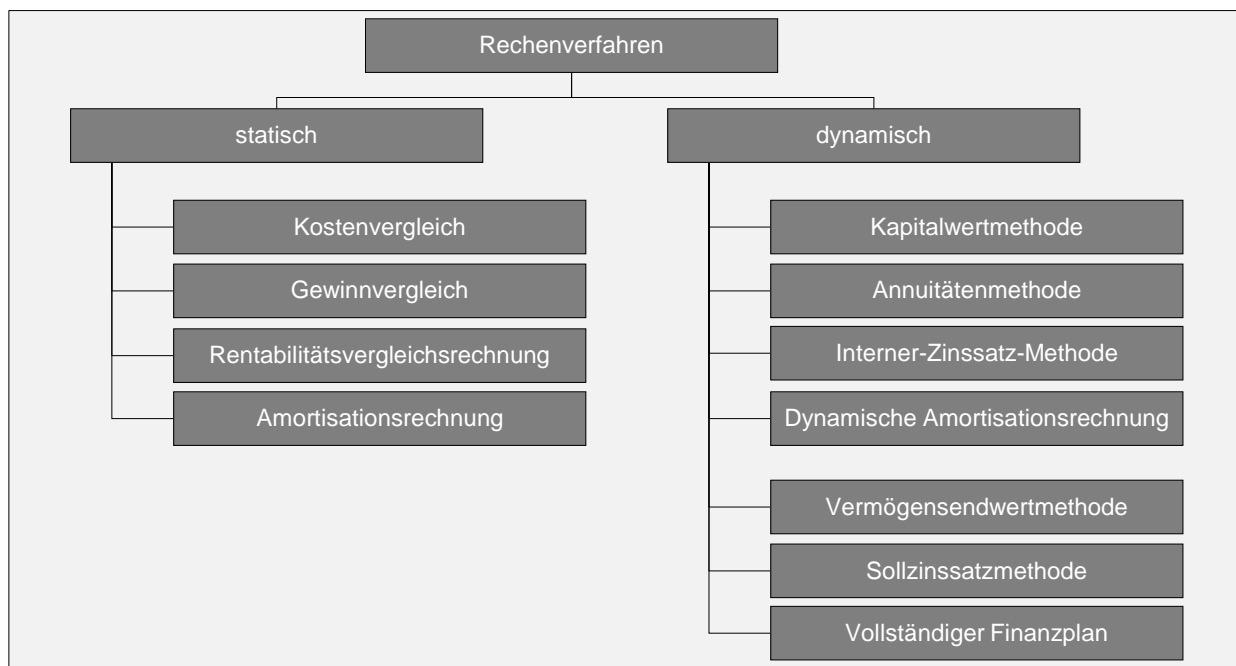


Abbildung 7: Statische und dynamische Investitionsrechenverfahren<sup>130</sup>

Statische und dynamische Rechenverfahren unterscheiden sich darin, dass bei statischen Verfahren eine Zeitperiode betrachtet wird. Bei **statischen Verfahren** wird eine bestimmte Periode oder eine Art Durchschnittsperiode gebildet.<sup>131</sup> Die statischen

<sup>128</sup> Vgl. Schweitzer (2011), S. 40.

<sup>129</sup> Vgl. Götze (2014), S. 19.

<sup>130</sup> Eigene Darstellung.

<sup>131</sup> Vgl. Götze (2014), S. 56.

Verfahren unterscheiden sich untereinander anhand der verwendeten Zielgröße. Entsprechend ihrer Zielgröße werden die einzelnen Verfahren bezeichnet.<sup>132</sup> Bei der **Kostenvergleichsrechnung** wird angenommen, dass die Erlöse der einzelnen Wahloptionen gleich hoch ausfallen und nur die auftretenden Kosten variieren.<sup>133</sup> Man würde die Option wählen, bei der die geringsten Kosten auftreten. Bei der **Gewinnvergleichsrechnung** werden neben den Kosten zusätzlich die Erlöse betrachtet.<sup>134</sup> Zur Berechnung ist eine höhere Informationstiefe erforderlich. Man würde die Option wählen, bei der der größte Gewinn erzielt werden kann. Bei der **Rentabilitätsvergleichsrechnung** wird die Rentabilität als Zielgröße verwendet. Das heißt, der ermittelte Gewinn wird in Relation zum eingesetzten Kapital gestellt. Den Kapitaleinsatz als Bezugsgröße zu betrachten kann dazu führen, dass die Vorteilhaftigkeit gegenüber der Kosten- oder Gewinnvergleichsrechnung anders beurteilt wird.<sup>135</sup> So können Investitionen mit geringem Kapitaleinsatz, aber niedrigerem Gewinn als vorteilhaft angesehen werden. Die erforderliche Informationstiefe bleibt identisch. Ein Vergleich der Rentabilität bei statischen Verfahren erscheint hier nur sinnvoll, wenn man u. a. annimmt, dass die Investitionsdauer gleich lang ist.

Ein weiteres statisches Rechenverfahren ist die **statische Amortisationsrechnung**. Bei der statischen Amortisationsrechnung wird der Zeitraum bis zur vollständigen Amortisation (Wiedergewinnungszeit) der einzelnen Wahloptionen verglichen.<sup>136</sup> Es gilt die Wahloption als vorteilhaft, bei der die kürzeste Amortisationszeit errechnet wird. Götze gibt zu bedenken, dass die Amortisationszeit kein primäres Entscheidungskriterium im ökonomischen Sinne darstellen kann, weil alle auftretenden Wirkungen nach der Amortisationszeit unberücksichtigt bleiben.<sup>137</sup> Vielmehr stellt die Amortisationszeit einen Risikoindikator dar. Je höher die Amortisationszeit ist, desto höher ist auch das Investitionsrisiko.

Typisch für **dynamische Modelle** ist die Betrachtung mehrerer Zeitperioden.<sup>138</sup> Dies führt dazu, dass im Vorfeld der Berechnungen eine Zuteilung und ggf. Aufteilung der prognostizierten Ausgaben und Einnahmen erfolgen muss. Es wird davon ausgegangen, dass sich alle investitionsrelevanten Einnahmen und Ausgaben auf eine oder

---

<sup>132</sup> Vgl. Götze (2014), S. 57.

<sup>133</sup> Vgl. Götze (2014), S. 57.

<sup>134</sup> Vgl. Götze (2014), S. 65.

<sup>135</sup> Vgl. Götze (2014), S. 69.

<sup>136</sup> Vgl. Götze (2014), S. 70.

<sup>137</sup> Vgl. Götze (2014), S. 71.

<sup>138</sup> Vgl. Heinhold (1999), S. 75.

mehrere Perioden verteilen lassen. In den einzelnen Perioden werden dann Nettobeträge (Einnahmen minus Ausgaben) berechnet. Die Betrachtung mehrerer Zeitperioden führt dazu, dass eine Auf- oder Abzinsung der Beträge zur Bewertung an einem festgelegten Zeitpunkt stattfinden muss. Zukünftige Zahlungen werden abgezinst, vergangene Zahlungen aufgezinst. Als Zinsfaktor werden in Abhängigkeit vom Kapitalgeber unterschiedliche Zinssätze verwendet. Götze unterscheidet zwischen Verfahren mit einem einheitlichen und einem individuellen Zinssatz.<sup>139</sup> Bei einem einheitlichen Zinssatz sind würden alle Kapitalgeber den gleichen Zins (Sollzins) fordern und Überschüsse (Wideranlagebeträge) mit dem gleichen Zins (Habenzins) angelegt werden. Bei Mischfinanzierungen beliebt ist auch die vereinfachte Anwendung eines gewichteten Mittelwertes, auch bekannt als WACC (weighted averaged cost of capital).<sup>140</sup> Problematisch wird die Anwendung des WACC, wenn das Kapital in den einzelnen Perioden nicht gleichzeitig abgerufen wird. Es kommt zu Verzerrungen, wenn beispielsweise erst das Eigenkapital und später das Fremdkapital zur Projektfinanzierung eingesetzt wird. Gerade bei hohen Investitionen (wie z. B. bei Immobilien), einer langen Investitionsdauer oder hohen Zinssätzen können die Zinskosten einen Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit einer Investition nehmen.

Die **Kapitalwertmethode** ist ein Verfahren, bei dem alle Zahlungen mit einem einheitlichen Kalkulationszins auf eine einzelne Periode auf- bzw. abgezinst werden. Werden alle Nettozahlungen auf die Periode 0 („null“) abgezinst, spricht man anstelle eines Kapitalwerts auch von einem Barwert. Das Verfahren zur Ermittlung des Barwerts wird im angloamerikanischen Bereich auch Discounted Cash-Flow Verfahren genannt. Bei der Bewertung gilt die Wahloption als vorteilhaft, bei dem der größte Kapitalwert ermittelt wurde. Eine Investition gilt weiterhin nur dann als vorteilhaft, wenn der Kapitalwert positiv ausfällt (größer „Null“).

Die **Annuitätenmethode** ist vergleichbar mit der Kapitalwertmethode. Sie unterscheiden sich lediglich anhand der Zielgröße (Annuität vs. Kapitalwert). Götze definiert die Annuität als „(...) Folge gleich hoher Zahlungen, die in jeder Periode des Betrachtungszeitraums anfallen“.<sup>141</sup> Auch hier gilt die Wahloption mit der höchsten Annuität als

---

<sup>139</sup> Vgl. Götze (2014), S. 77.; Auf der Abbildung 7 sind unter den dynamischen Rechenverfahren im oberen Bereich die Verfahren mit einheitlichen, im unteren Bereich die Verfahren mit individuellen Zinssätzen getrennt aufgeführt.

<sup>140</sup> Vgl. Busse von Colbe u. a. (2015), S. 294 f.

<sup>141</sup> Götze (2014), S. 100.

vorteilhaft.

Eine weitere modifizierte Form der Kapitalwertmethode ist die **Interner-Zinssatz-Methode**. Hier wird als Zielgröße der Kalkulationszinssatz verwendet. Zur Ermittlung des internen Zinssatzes wird ein Kapitalwert von null angenommen. Mathematisch zu berücksichtigen gilt, dass es bei mehrperiodigen Investitionen im Regelfall mehr als einen Nullpunkt gibt und der interne Zinssatz nicht immer eindeutig bestimmt werden kann.<sup>142</sup> Man kann im Regelfall davon ausgehen, dass eine Investition vorteilhaft ist, wenn der interne Zinssatz größer null und gleichzeitig kleiner als der angesetzte Kalkulationszinssatz ist.<sup>143</sup>

Ein weiteres dynamisches Rechenverfahren mit einheitlichen Kalkulationszinssätzen ist die **dynamische Amortisationsrechnung**. Sie funktioniert ähnlich wie das statische Pendant, nur dass hier die Zahlungen mehrperiodisch betrachtet werden. Auch hier gilt die Wahloption mit der geringsten Amortisationszeit als vorteilhaft. Die Überprüfung der Vorteilhaftigkeit einer Investition sollte trotz dynamischen Rechenverfahren nicht anhand der Amortisation vorgenommen werden, weil die über die Investitionsdauer hinausgehenden Wirkungen in ihrer Höhe nicht berücksichtigt werden.<sup>144</sup>

Bei der **Vermögensendwertmethode** werden, anders als bei den vorgenannten Rechenverfahren, zwei Zinssätze (**individuelle Zinssätze**) verwendet. Es handelt sich um den Anlage- (Habenzins) und Finanzierungzinssatz (Sollzins). Bei diesem Rechenverfahren ist dementsprechend eine höhere Informationstiefe erforderlich. Bei mehr als einem Zinssatz sind außerdem weiterführende Informationen über die Tilgungsmodalitäten notwendig.<sup>145</sup> Die Zielgröße ist hier der Vermögensendwert, also ein Zukunftswert. „Der Vermögensendwert ist der Geldvermögenszuwachs, der bezogen auf den letzten Zeitpunkt des Planungszeitraums durch ein Investitionsobjekt bewirkt wird.“<sup>146</sup> Es gilt die Wahloption als vorteilhaft, bei der der größte Vermögensendwert berechnet wurde.

Auch bei der **Sollzinssatzmethode** kann, ähnlich wie bei der Vermögensendwertmethode, mit individuellen Zinssätzen gerechnet werden. Als Zielgröße wird ein kritischer Zinssatz (i. d. F. der Sollzins) verwendet. „Der kritische Sollzinssatz ist der Zinssatz, bei

---

<sup>142</sup> Vgl. Götze (2014), S. 106.

<sup>143</sup> Vgl. Götze (2014), S. 113.

<sup>144</sup> Vgl. Götze (2014), S. 117.

<sup>145</sup> Vgl. Kruschwitz (1976), S. 249 f.

<sup>146</sup> Götze (2014), S. 117.

dessen Verwendung als Sollzinssatz der Vermögensendwert null wird.“<sup>147</sup> Bei den Berechnungen wird der Habenzinssatz vorgegeben. Geht man anschließend davon aus, dass der Sollzins höher ist als der Habenzins, wird eine Investition als vorteilhaft bewertet, wenn der kritische Sollzins vom verwendeten Sollzins unterschritten wird. So kann eine einzelne Wahloption geprüft werden. Werden mehrere Wahloptionen anhand des kritischen Sollzinses verglichen, kann es gegenüber dem Kapitalwert zu einem abweichenden Ergebnis kommen.

Beim **vollständigen Finanzplan (VoFi)** können mehrere individuelle Zinssätze (Haben- und Sollzins) methodisch berücksichtigt werden.<sup>148</sup> Dies ist relevant, sofern mehrere Kapitalgeber mit unterschiedlichen Zinssätzen und Tilgungsmodalitäten investieren. Im Gegensatz zu den zuvor genannten Verfahren lassen sich sowohl die einzelnen Zahlungsreihen (originäre Zahlungen) als auch die zurückführenden Zahlungen (derivative Zahlungen) periodisch ermitteln. Sie werden als Ergebnis tabellarisch aufgeführt.<sup>149</sup> Dadurch können Vermögenswert- und Liquiditätsentwicklungen der einzelnen Kapitalgeber periodisch untersucht werden. Die tabellarische Form des VoFi erlaubt es weiterhin, verschiedene Zielgrößen als Vorteilhaftigkeitskriterium zu bilden. Klassisch wird als Zielgröße der Vermögensendwert betrachtet.<sup>150</sup> Weitere Zielgrößen wie eine periodische Auszahlung oder Rentabilitätskennzahlen können abgeleitet werden. Dies macht den VoFi insgesamt zu einem sehr flexibel auswertbaren Rechenverfahren.

**Insgesamt** lässt sich festhalten, dass tendenziell statische Verfahren als einfache und dynamische Verfahren als komplexe Verfahren anzusehen sind. Ein dynamisches Verfahren mit individuellen Zinssätzen ist in der Lage, die Bedingungen eines unvollkommenen Marktes am detailliertesten nachzubilden. Unter den dynamischen Verfahren mit individuellen Zinssätzen bietet der VoFi die größtmögliche Transparenz darüber, welche Annahmen getroffen werden. Auch wenn keine individuellen Annahmen getroffen werden, wird von Götze bei Entscheidungsträgern die größtmögliche Akzeptanz erwartet.<sup>151</sup> Die individuelle Anpassbarkeit und Auswertbarkeit der Modelle kann, muss aber nicht genutzt werden. So gesehen stellt der VoFi zunächst ein geeignetes Grundgerüst für weitere Investitionsanalysen und -bewertungen dar.

---

<sup>147</sup> Götze (2014), S. 123.

<sup>148</sup> Vgl. Götze (2014), S. 77.

<sup>149</sup> Vgl. Grob (1984), S. 17.

<sup>150</sup> Vgl. Götze (2014), S. 127.

<sup>151</sup> Vgl. Götze (2014), S. 135.

### 2.3.3 Einsatz eines vollständigen Finanzplans

Der Aufbau des vollständigen Finanzplans basiert auf den Überlegungen von Heister, wurde u. a. von Grob weiterentwickelt und von Schulte auf den Anwendungsbereich Immobilien-Projektentwicklung übertragen.<sup>152</sup> Der vollständige Finanzplan wurde in den Folgejahren in unterschiedlichen Veröffentlichungen des Anwendungsbereichs Immobilien-Projektentwicklung angewendet.<sup>153</sup>

#### 2.3.3.1 Aufbau und Ablauf

Eine Tabelle als Vorlage zur Erstellung eines vollständigen Finanzplans in Bezug auf die Projektentwicklung ist nachfolgend dargestellt (siehe Tabelle 3). Bei den Ausprägungen wird von einem Trading-Development ausgegangen. Das heißt, es werden nur die anfallenden Einnahmen und Ausgaben bis zum Verkauf am Ende der Projektentwicklungsphase betrachtet. In den oberen Zeilen werden die originären Zahlungen (projektbezogene Einnahmen und Ausgaben) aufgeführt. Anschließend folgt eine Zeile für den Vermögenswert. Darunter befinden sich die derivaten Zahlungen (Rückzahlungsstrom) an die einzelnen Kapitalgebern (hier: Eigenkapital- und Fremdkapitalgeber).

Als Eingangsgrößen dieses VoFi sind die Gesamteinnahmen und -ausgaben, deren Eintrittszeitpunkt (inkl. Verteilungsart), die Zinsbedingungen, das zur Verfügung stehende Eigenkapital und die Tilgungsmodalitäten zu bestimmen. Auf Basis der Eingangsgrößen kann der periodische Zahlungsfluss (auch Cash-Flow genannt), ohne Berücksichtigung des Zinsaufwands gebildet werden. Dabei werden die Ausgaben von den Einnahmen abgezogen. Es gilt:

#### Formel 1: Berechnung des Cash-Flow (CF,t)

$$CF_t = E_t - A_t$$

Die Ausgaben ( $A_t$ ) entsprechen den Kosten einer Projektentwicklung für eine Periode ( $t$ ). Die Einnahmen ( $E_t$ ) sind typischerweise erst im späteren Verlauf einer Projektentwicklung zu erwarten (z. B. durch Verkauf oder Vermietung).

---

<sup>152</sup> Vgl. Grob (1984); Grob (1989); Heister (1962); Schulte u. a. (2002).

<sup>153</sup> Vgl. Meinen (2004); Zeitner (2005); Holthaus (2007); Rudloff (2009); Behrens u. a. (2016); Heinendirk (2015).

**Tabelle 3: Beispiel eines vollständigen Finanzplans<sup>154</sup>**

Beschreibung	Verteilungsart (Zeitraum)	t=0	t=1	t=n
<b>Einnahmen <math>E_i</math></b>				
Verkaufserlöse	z. B. Einmalig (Projektende)			
<b>Ausgaben <math>A_i</math></b>				
<i>Grundstückskosten (KG 100)</i>				
Kaufpreis Grundstück	Einmalig (Projektbeginn)			
Grunderwerbssteuer				
Notar				
Makler				
Weitere Erwerbsnebenkosten				
<i>Herstellungskosten (KG 200-600)</i>				
Unvorhersehbares (Risikobudget)	z. B. Normalverteilt (Bauzeit)			
KG 200				
KG 300-400		-	-	-
KG 500				
KG 600				
<i>Baunebenkosten (KG 700)</i>				
Baunebenkosten	z. B. Gleichverteilt (Gesamtlaufzeit)			
<i>Finanzierungskosten (KG 800)</i>				
KG810 (Nebenkosten)	Einmalig (Projektbeginn)			
<b>Zahlungsfluss (<math>CF_t</math>)</b>	<b>Periodenspezifisch</b>			
Zinsaufwand $ZA_{FK,t}$ (mit $s_{FK} = \dots \%$ )	Periodenspezifisch			
Zinsaufwand $ZA_{EK,t}$ (mit $s_{EK} = \dots \%$ )	Periodenspezifisch			
<b>Vermögenswert <math>V_t</math></b>				
Wiederanlagebetrag $H_t$ (mit $h = \dots \%$ )				
<i>Eigenkapital EK</i>				
Kapitalaufnahme $KA_{EK,t}$				
Schuldenstand $SE_{K,t}$				
Tilgung $TE_{K,t}$				
Kapitaldienst $KDE_{K,t}$				
<i>Fremdkapital FK</i>				
Kapitalaufnahme $KA_{FK,t}$				
Schuldenstand $S_{FK,t}$				
Tilgung $T_{FK,t}$				
Kapitaldienst $KD_{FK,t}$				

<sup>154</sup> Eigene Darstellung.

Die **Zinsaufwendungen** für das Eigen- und Fremdkapital berechnen sich durch die Multiplikation des Schuldenstandes der Vorperiode und der vereinbarten Zinshöhe. Die Zinshöhe kann für jeden Kapitalgeber individuell festgelegt werden. Kapitalgeber können beispielsweise Eigenkapitalgeber (z. B. der Projektentwickler selbst) und ein Fremdkapitalgeber (z. B. eine Bank) sein. Es gilt:

**Formel 2: Berechnung des Zinsaufwandes ( $ZA_{EK,t}$ ,  $ZA_{FK,t}$ )**

$$ZA_{EK,t} = s_{EK} * S_{EK,t-1}$$

$$ZA_{FK,t} = s_{FK} * S_{FK,t-1}$$

In der ersten Periode entstehen bei einer nachschüssigen Verzinsung (Zinszahlung erst am Ende einer Periode) keine Zinsaufwendungen. Eine Eigenkapitalverzinsung würde dazu führen, dass während einer Projektentwicklung weniger Kapital für die Ausgaben der eigentlichen Projektentwicklung zur Verfügung stehen würden. Es ist daher anzunehmen, dass Fremdkapitalgeber eine Eigenkapitalverzinsung nicht begrüßen würden. Eine Eigenkapitalverzinsung könnte jedoch vereinbart werden, wenn im Laufe eines Projektes der Verschuldungsgrad des Projektentwicklers beim Fremdkapitalgeber im Hinblick auf den Fortschritt (und Wert) der Projektentwicklung als zu niedrig bewertet wird. Der für die Berechnung des Zinsaufwandes erforderliche **Schuldenstand** ergibt sich aus dem Schuldenstand der Vorperiode abzüglich der gezahlten Tilgung. Sofern zusätzliches Kapital notwendig wird, erhöht sich der Schuldenstand. Der Schuldenstand wird für jeden Kapitalgeber gesondert ermittelt. Es gilt:

**Formel 3: Berechnung des Schuldenstandes ( $S_{EK}$ ,  $S_{FK}$ )**

$$S_{EK,t} = S_{EK,t-1} - T_{EK,t} + KA_{EK,t}$$

$$S_{FK,i} = S_{FK,i-1} - T_{FK,i} + KA_{FK,i}$$

In der ersten Periode wird der Schuldenstand bestimmt durch die erforderliche **Kapitalaufnahme (KA)**. Eine Kapitalaufnahme ist immer dann erforderlich, wenn der periodische Zahlungsfluss negativ ausfällt und gleichzeitig kein Wiederanlagebetrag zur Verfügung steht. Die Höhe der Kapitalaufnahme wird bestimmt durch den periodisch ermittelten Zahlungsfluss ( $CF_t$ ), dem maximal möglichen Verschuldungsgrad ( $KA_{max}$ ) der einzelnen Kapitalgeber und dem vereinbarten Tilgungstyp. Wenn bei der Tilgung und Kapitalaufnahme davon ausgegangen wird, dass erst das vorhandene Eigenkapital und



anschließend das Fremdkapital verwendet und das Fremdkapital zuerst getilgt werden soll, gilt folgende Funktion:

**Formel 4: Berechnung der Kapitalaufnahme ( $KA_{EK,t}$ ,  $KA_{FK,t}$ )**

$$KA_{EK,t} = \begin{cases} \min(-CF_t, KA_{EK,max} - KA_{EK,t-1}), & \text{für } CF_t \leq 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$KA_{FK,t} = \begin{cases} -CF_t + ZA_{EK,t} + ZA_{FK,t} - KA_{EK,t}, & \text{für } KA_{EK,max} - KA_{EK,t-1} + CF_t - ZA_{EK,t} - ZA_{FK,t} < 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Anschließend kann der **Vermögenswert**  $V_t$  in jeder Periode  $t$  ermittelt. Der Vermögenswert wird dann anhand des Vermögenswerts der vorherigen Periode und allen anfallenden Ausgaben (inkl. der Zinskosten) und Einnahmen innerhalb einer Periode gebildet. Es gilt:

**Formel 5: Berechnung des Vermögenswerts ( $V_t$ )**

$$V_t = V_{t-1} + \sum E_t - A_t - ZA_{FK,t} - ZA_{EK,t}$$

Der Vermögensendwert  $V_n$  beschreibt den Vermögenswert zum Endzeitpunkt ( $n$ ). Bei einem Trading-Development beschreibt der Immobilienverkauf das Ende der Investition. Der Vermögensendwert weist als Bewertungsgröße der finanziellen Vorteilhaftigkeit eine hohe Anschaulichkeit auf, weil dieser am Ende der Investitionen die absolute Höhe des erwirtschafteten Gewinns (Geldvermögenszuwachs) widerspiegelt.<sup>155</sup> Dieser lässt sich direkt aus dem vollständigen Finanzplan ablesen.

Die **Tilgung** ( $T$ ) entspricht der Rückzahlung des eingesetzten Kapitals innerhalb einer Tilgungsperiode. Der Tilgungstyp definiert, wann das geliehene Geld getilgt und die Leihgebühren (Zinsen) gezahlt werden sollen. Kapitalgeber bewerten je nach Tilgungstyp das Ausfallrisiko unterschiedlich, sodass sich trotz einheitlicher Zahlungsperioden unterschiedliche Zinssätze ergeben können. Um die Finanzierungsmöglichkeiten vergleichen zu können, werden vorab Marktrecherchen und Verhandlungen durchgeführt. Mithilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen lassen sich die verschiedenen Tilgungstypen in einem vollständigen Finanzplan berücksichtigen (z. B. mit Hilfe von Wenn-Dann-Funktionen). Ausgehend davon, dass bei einem positiven Zahlungsfluss erst das Fremdkapital und anschließend das Eigenkapital getilgt wird, gilt:

<sup>155</sup> Vgl. Götze (2014), S. 117.

**Formel 6: Berechnung der Tilgung ( $T_{EK,t}$ ,  $T_{FK,t}$ )**

$$T_{EK,t} = \begin{cases} \max(0, \min(S_{EK,t-1}, CF_t - ZA_{EK,t} - KD_{FK,t})), & \text{für } S_{EK,t-1} > 0 \wedge S_{FK,t} = 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

$$T_{FK,t} = \begin{cases} CF_t - ZA_{EK,t} - ZA_{FK,t}, & \text{für } CF_t - ZA_{EK,t} - ZA_{FK,t} > 0 \wedge S_{FK,t-1} > CF_t - ZA_{EK,t} - ZA_{FK,t} \\ S_{FK,t-1}, & \text{für } S_{FK,t-1} < CF_t - ZA_{EK,t} - ZA_{FK,t} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Für die Tilgung des Eigenkapitals dürfen keine Eigenkapitalschulden und keine Schulden beim Fremdkapitalgeber bestehen. Für den Fall beträgt die Höhe der Tilgung entweder den Schuldenstand der Vorperiode, oder die Höhe des Zahlungsflusses abzüglich des Zinsaufwands für den Eigenkapital- und den Fremdkapitaldienst. Der **Kapitaldienst** (KD) wird allgemein bestimmt durch Addition der Zinsaufwendungen und Tilgung, jeweils getrennt für Eigen- und Fremdkapital. Es gilt:

**Formel 7: Berechnung des Kapitaldienstes ( $KD_{FK,t}$ ,  $KD_{EK}$ )**

$$KD_{EK,t} = ZA_{EK,t} + T_{EK,t}$$

$$KD_{FK,t} = ZA_{FK,t} + T_{FK,t}$$

Die Voraussetzung zur Tilgung des Fremdkapitals im vorgenannten Szenario ist ein positiver Zahlungsfluss (abzüglich des Gesamtzinsaufwands). Eine Tilgung ist nur notwendig, wenn ein Rest-Fremdkapital-Schuldenstand aus der Vorperiode vorliegt. Die Tilgungshöhe wird bestimmt durch den Zahlungsfluss abzüglich des gesamten Zinsaufwands. Ist in der Vorperiode der Schuldenstand geringer als der Zahlungsüberschuss, wird nur die Höhe des Schuldenstandes getilgt. Der Restbetrag kann, wie bereits beschrieben, zur Tilgung der Eigenkapitalschulden oder als Wiederanlagebetrag verwendet werden.

Ein Wiederanlagebetrag ist im vorgenannten Szenario erst möglich, wenn sowohl Eigen- als auch Fremdkapital getilgt wurden. Sollte ein Wiederanlagebetrag im Laufe einer Projektentwicklung ermittelt werden können (zwischenzeitlich positiver Zahlungsfluss bei keinen Schulden) könnte der Wiederanlagebetrag bei späteren Schulden (z. B. verspäteten Ausgaben) wieder genutzt werden. Es gilt:

**Formel 8: Berechnung des Wiederanlagebetrages ( $H_t$ )**

$$H_t = \begin{cases} CF_t - ZA_{EK,t} - ZA_{FK,t} + H_{t-1} \times h, & \text{für } S_{EK,t} = 0 \wedge S_{FK,t} = 0 \\ H_{t-1} \times h, & \text{für } S_{EK,t} \neq 0 \vee S_{FK,t} \neq 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Ein zwischenzeitlich positiver Wiederanlagebetrag wurde in den beschriebenen Funktionen nicht berücksichtigt, weil angenommen wird, dass bei einer planbaren Projektentwicklung und dem genannten Szenario keine zwischenzeitlichen Wiederanlagebeträge entstehen. Sollte ein positiver Wiederanlagebetrag auftreten, kann die periodische Wiederanlage mit Hilfe eines Habenzins ( $h$ ) zusätzlich berücksichtigt werden.

Die periodische Betrachtung endet bei Anwendung des VoFi, sobald der **Schuldenstand** bei den Kapitalgebern beglichen wurde und das Projekt technisch beendet ist (z. B. Projektziel: Verkauf). Im VoFi erhält jede Zahlungsperiode bis zum Projektziel eine eigene Spalte. Die Dokumentation kann bei einer größeren Anzahl an Perioden sehr umfangreich werden. Die Periodenlänge sollte einheitlich definiert und auf die verwendeten Zinsbedingungen abgestimmt sein. Bei mehrjährigen Projektentwicklungen wird ein Jahr als Periode verwendet (z. B. bei Berücksichtigung einer langfristigen Vermietung). Bei Monatsperioden ist ein unterjähriger Zins zu verwenden (z. B. bei einem Verkauf). Ein Vorteil der kleinteiligeren Perioden ist, dass während eines Trading-Developments ein möglicher Liquiditätsengpass bei Auswertung des VoFi eher sichtbar wird.

**2.3.3.2 Vorteilhaftigkeitskriterien**

Als Vorteilhaftigkeitskriterien werden Größen bezeichnet, anhand derer die absolute oder relative Vorteilhaftigkeit einer Investition bewertet werden kann. Götze unterscheidet die absolute und relative Vorteilhaftigkeit wie folgt:

*„**Absolute** Vorteilhaftigkeit liegt vor, wenn eine Investition der Unterlassensalternative vorzuziehen ist. Ein Investitionsobjekt ist **relativ** vorteilhaft, falls es von mehreren einander ausschließenden Investitionsobjekten das Vorzuehenswürdigste ist.“<sup>156</sup>*

Zur Bewertung der absoluten Vorteilhaftigkeit können verschiedene Zielgrößen des vollständigen Finanzplans (z. B. der Vermögensendwert) ohne weiterführende Berechnungen verwendet werden. Eine Investition wird als absolut vorteilhaft angesehen, wenn der Vermögensendwert größer ist als der Vermögensendwert der Opportunität.<sup>157</sup> Mit

<sup>156</sup> Götze (2014), S. 55.

<sup>157</sup> Vgl. Götze (2014), S. 127.

Opportunität ist eine Unterlassensalternative gemeint, bei der das Eigenkapital mit dem entsprechenden Sollzins über die gleiche Laufzeit verzinst wird. In dem zuvor beschriebenen VoFi wird die Unterlassensalternative bereits berücksichtigt, weil die Zinskosten für das eingesetzte Eigenkapital bei der Berechnung des Vermögenswerts bereits abgezogen werden können.<sup>158</sup> Eine absolute Vorteilhaftigkeit liegt dann vor, wenn der Vermögensendwert größer null ist. Es gilt:

**Formel 9: Bestimmen der absoluten Vorteilhaftigkeit (hier mit  $V_n$ )<sup>159</sup>**

$$V_n > 0$$

Zur Bestimmung der **relative Vorteilhaftigkeit** werden einzelne Wahloptionen verglichen und die Variante mit der höchsten Rentabilität gewählt. Bei Verwendung des Vermögensendwertes gilt:

**Formel 10: Bestimmen der relativen Vorteilhaftigkeit (hier mit  $V_n$ )**

$$\max(\{V_{n,1}, V_{n,2}, \dots, V_{n,i}\})$$

Ein Vergleich des Vermögensendwertes mit anderen Wahloptionen (relative Vorteilhaftigkeit) ist nicht möglich, wenn andere Wahloptionen eine andere Höhe des Initialkapitals und Projektdauer haben. Eine Option wäre, die Projektdauer und Höhe des Initialkapitals bei einer Wahloption künstlich anzupassen, indem Ergänzungsinvestition hinzugefügt werden.<sup>160</sup> Alternativ können zur Bestimmung der relativen Vorteilhaftigkeit auch **Rentabilitätskennzahlen** verwendet werden. Rentabilitäten stellen den Vermögenszuwachs in Relation zu einer Bezugsgröße dar. Der Vermögenszuwachs wird dabei normiert. Geläufige Kennzahlen stellen die Eigenkapitalrendite (Return on Equity; RoE) oder die Gesamtkapitalrendite (Return on Assets; RoA) dar. Für den Investor (z. B. Projektentwickler) ist die Eigenkapitalrentabilität die wichtigste Größe. Sie stellt den Vermögenszuwachs in Bezug auf Eigenkapital als Kennzahl dar. Die Gesamtkapitalrendite kann zum Vergleich mit externen Projekten verwendet werden, da hier der individuelle Eigenkapitalanteil unberücksichtigt bleibt. Die **Eigenkapitalrentabilität** (RoE) wird mathematisch durch das Verhältnis zwischen dem Eigenkapital am Ende der Investition ( $KA_{EK} + V_n$ ) in Bezug zum anfangs eingesetzten Eigenkapital ( $KA_{EK}$ ) beschrieben. Um sie dynamisch zu betrachten (z. B. „pro Jahr“) wird die Investitionsdauer durch eine

---

<sup>158</sup> Vgl. Götze (2014), S. 129.

<sup>159</sup> Die Formel gilt nur unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten VoFi-Berechnungsschritte.

<sup>160</sup> Vgl. Götze (2014), S. 55; Kofner (2016), S. 255.

Umkehrfunktion des Zinseszinseseffektes berücksichtigt.<sup>161</sup> Es gilt:

**Formel 11: Berechnung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität ( $r_{EK}$ )**

$$r_{EK} = \sqrt[n]{(KA_{EK,0} + V_n)/KA_{EK,0}} - 1$$

Simultan kann auch die dynamische Fremdkapitalrentabilität bzw. die Gesamtkapitalrentabilität berechnet werden. Die Größen zur Berechnung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität können dem vollständigen Finanzplan entnommen werden. Die Anwendung der dargestellten Formel setzt allerdings voraus, dass nur Eigenkapital zum Zeitpunkt 0 („null“) aufgenommen wird. Würde im Laufe einer Projektentwicklung zusätzliches Kapital benötigt werden, sind zur Bewertung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität die Vereinbarungen bei der Finanzierung zu beachten. Geht man davon aus, dass eine Nachfinanzierung mit Eigenkapital gedeckt wird, so würde die zuvor dargestellte Formel zur Berechnung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität einer realen Verzerrung unterliegen.<sup>162</sup>

Die ökonomischen Größen stellen abschließend für die Investitionsentscheidung wichtige strategische Größen dar. Kritisch anzumerken ist allerdings, dass Rentabilitätskennzahlen gegenüber einer monetären Größe (z. B. dem Vermögensendwert) weniger anschaulich sind. Die Möglichkeit, unterschiedliche Arten von Rentabilitätskennzahlen auf Basis verschiedener Rechenverfahren und Berechnungsgrößen bilden zu können birgt die Gefahr, Rentabilitätskennzahl missverständlich. Ähnlich wie bei den Investitionsrechenverfahren kann auch bei den Rentabilitätskennzahlen zwischen statischen und dynamischen Rentabilitätskennzahlen unterschieden werden. Weiterhin können unterschiedliche Bezugsgrößen (Eigen-, Fremd-, Gesamtkapital) verwendet werden. Statische Kennzahlen sind in der Anwendung nur zu empfehlen, wenn man davon ausgeht, dass die Finanzierung noch nicht geklärt ist und eine erste grobe Schätzung vorgenommen werden möchte.<sup>163</sup> Für weiterführende rechnerische Verfahren eignen sich statische Kennzahlen nicht, sofern man bei Projektentwicklungen nicht von einem konstanten Zahlungsfluss ausgeht.

### 2.3.3.3 Modellgrößen in der Projektentwicklung

Neben der Wahl einer geeigneten Bewertungsmethodik und Detaillierungstiefe besteht

<sup>161</sup> Vgl. Grob (1984); Grob (2015).

<sup>162</sup> Vgl. Ropeter-Ahlers (1998), S. 189.

<sup>163</sup> Vgl. Männel (2000), S. 339; Vgl. Kofner (2016), S. 184.

für Projektentwickler die Herausforderung zu Beginn eines Projektes vor allem darin, die Ausprägung der einzelnen Modellgrößen zu bestimmen. Zur Bemessung der Ausgaben enthält die DIN 276 mit den Kostengruppe (KG) 100 bis 800 eine standardmäßige Gliederungsstruktur (siehe Abbildung 8).

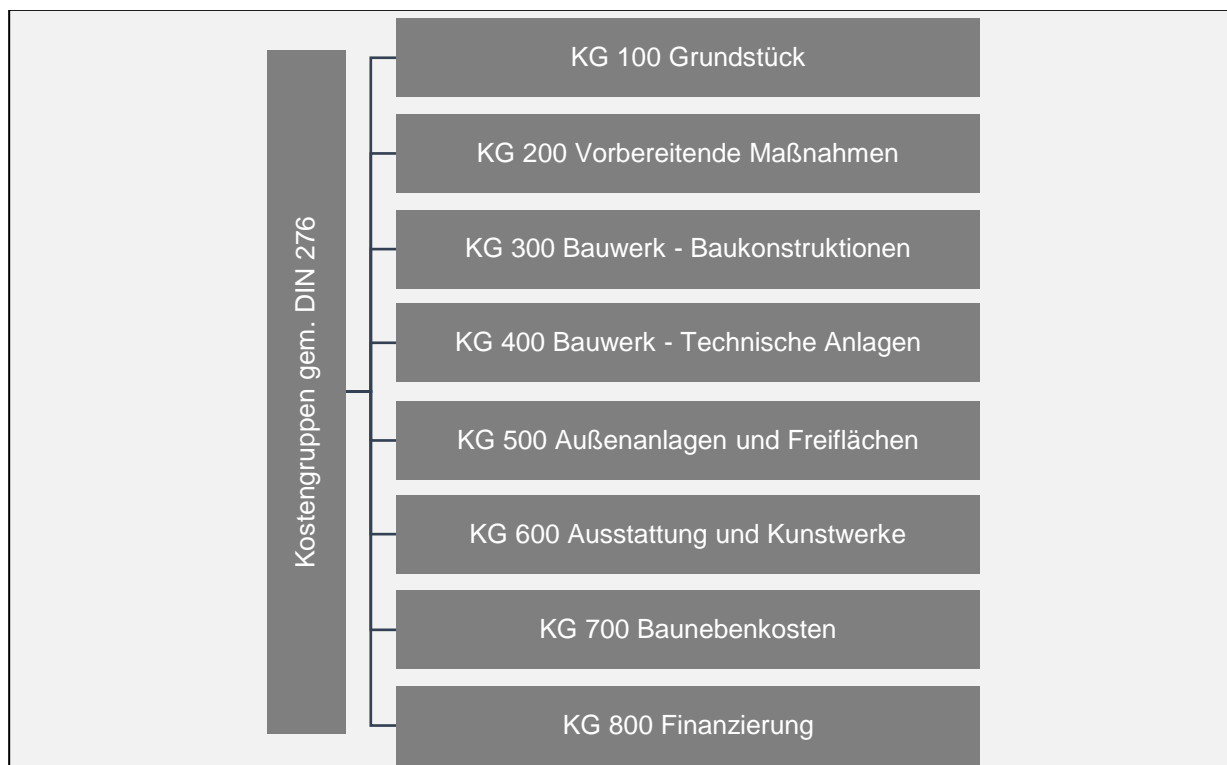


Abbildung 8: Kostengruppen KG 100–800 (1. Ebene) gemäß DIN 276<sup>164</sup>

Die Kostengruppen werden auf drei Ebenen gegliedert. Auf der Abbildung 8 dargestellt ist lediglich die erste Ebene. Der Detaillierungsgrad auf erste Kostenebene ist laut DIN 276 für eine erste Kostenermittlung ausreichend. Für spezielle Fragestellungen, die frühzeitig geklärt werden sollen, können einzelne Kostengruppen näher betrachtet werden. Die Kostengliederung berücksichtigt allerdings keine Nutzungskosten, Steuern oder Risikokosten.

**Nutzungskosten** werden in der DIN 18960 geregelt. Sie spielen für Investor-Developer eine größere Rolle als für Trader-Developer. **Steuern** gelten bei Projektentwicklungen als Spezialthema.<sup>165</sup> Eine projektspezifische, wichtige steuerliche Kostengröße sind Grunderwerbssteuer. Bei der Verwendung von Baukostendaten ist weiterhin die Mehrwertsteuerthematik zu berücksichtigen. In den Baukostentabellen des Baukosteninformationszentrums (BKI) werden Baukosten inklusive Mehrwertsteuer angegeben.

<sup>164</sup> Eigene Darstellung.

<sup>165</sup> Vgl. Schulte u. a. (2016a), S. 591.

Weitere Steuerarten treten in Abhängigkeit der Unternehmensform des Projektentwicklers auf.<sup>166</sup> Eine detailliertere Auseinandersetzung mit der Steuerthematik würde den Fokus dieser Arbeit übersteigen. Sie wird im verwendeten VoFi-Modell nicht gesondert berücksichtigt. Mit **Risikokosten** ist ein Kostenbudget für außergewöhnlicher Umstände gemeint, die bei den einzelnen Berechnungsgrößen nicht berücksichtigt werden. Dazu gehören laut Siemon unvorhersehbare Baupreis-, Lohnkosten- oder wirtschaftliche Entwicklungen (bei lang andauernden Projekten).<sup>167</sup> Ein Risikokostenbudget für „Unvorhersehbares“ ist in der Praxis beliebt.<sup>168</sup> Die Höhe zu bestimmen, gilt zugleich jedoch als relativ schwierig. Das Risikokostenbudget ist abhängig davon, welche Risiken bereits in den vorherigen Annahmen enthalten sind.<sup>169</sup> Werden beispielsweise historische Daten aus abgerechneten Entwicklungsprojekten verwendet, werden die einzelnen Eintrittsfälle (Schlechtwetter-Perioden, Höhe der Nachtragskosten, schlecht tragfähiger Baugrund etc.) bereits berücksichtigt. Bei der Kalkulation der Risikokosten stellt sich die Frage, welche Eintrittsszenarien vorhersehbar sind und welche nicht. Wenn unterschiedliche Akteure eine Kostenermittlung abgeben, kann es sein, dass der Risikobeurteilung eine unterschiedliche Erwartungshaltung zugrunde gelegt wird. Dies kann dazu führen, dass einzelne Eintrittsszenarien möglicherweise doppelt oder gar nicht einkalkuliert werden.<sup>170</sup>

In der DIN 276 heißt es, dass „(...) vorhersehbare Kostenrisiken nach ihrer Art, ihrem Umfang und ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit benannt werden“<sup>171</sup> sollen. Die DIN 276 regelt allerdings nicht, wie die einzelnen Kosten bemessen werden sollen. In der Praxis werden Expertenschätzungen und Kostenkennwerte, basierend auf historischen Projektdaten aus verschiedenen Quellen (interne, externe) als Datengrundlage verwendet.<sup>172</sup> Besonders bei hohen Baukosten kann es zu einer Kombination aus Expertenschätzung und der Verwendung entsprechender Kostenkennwerte kommen.<sup>173</sup> Bei individuell geplanten Immobilienentwicklung empfiehlt es sich nicht, die eher grob formulierten Baukostenkennwerte aus externen Quellen ohne spezielle Fachexpertise einzusetzen. Dafür spricht auch, dass regionale Preisunterschiede vorliegen und die Anzahl

---

<sup>166</sup> Vgl. Götze (2014), S. 137 ff.

<sup>167</sup> Vgl. Siemon (2016), S. 95.

<sup>168</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 236.

<sup>169</sup> Vgl. Siemon (2016), S. 95, 96.

<sup>170</sup> Vgl. DU Diederichs Projektmanagement AG & Co. KG (2014).

<sup>171</sup> Deutsches Institut für Normung (2018).

<sup>172</sup> Die verschiedenen Datenquellen für Kostenkennwerte sind der Publikation von DU Diederichs Projektmanagement AG & Co. KG (2014) zu entnehmen.

<sup>173</sup> Vgl. Siemon (2016).

an vergleichbaren Projekten (gerade bei spezielleren Projekten) in den Datenbanken teilweise nur begrenzt zu finden sind. Weiterhin zu berücksichtigen gilt, dass Kostenkennwerte nur teilweise mithilfe eines Baupreisindex angepasst (z. B. bei BKI Kostendaten), oder eben nicht angepasst werden (z. B. bei Plagoda Kostendaten). Weitere Unterschiede können sich auch in Abhängigkeit anderer Kostenfaktoren, wie beispielsweise der Projektorganisation und der Vertragsmodelle ergeben (siehe Kapitel 2.2.4.3).

Die **Grundstückskosten** (aus KG 100) ergeben sich aus den Vorgaben der (Vor-)Eigentümer. Hier können Voreigentümer feste Preisvorstellungen vorgeben oder beispielsweise ein Bieterverfahren durchführen. Bei Preisverhandlungen können Projektentwickler ihr Maximalgebot u. a. mithilfe der Residualwertmethode ermitteln.<sup>174</sup> Alternativ sind Wertschätzungen auf Basis von Bodenrichtwerten möglich. Bodenrichtwerte werden von Gutachterausschüssen ermittelt. Sie werden in Form von Bodenrichtwertkarten, oder Grundstücksmarktberichten veröffentlicht.

Die Kostengruppen KG 200 bis KG 600 werden als **Herstellungskosten** angesehen. Sie lassen sich funktional (€/Arbeitsplatz; €/Bauteil), mit geometrischem Bezug (€/lqm., €/Fläche, €/Volumen) oder leistungsbezogen (Rohbauarbeiten) ermitteln.<sup>175</sup> Für die geometriebezogene Baukostenermittlung sind in der DIN 277 entsprechende Flächenstandards definiert. Den größten Teil der Herstellungskosten nehmen in der Regel die Bauwerkskosten für Baukonstruktion und technische Anlagen (KG 300 und KG 400) ein.

Die **Baunebenkosten** (KG 700), zu denen maßgeblich die Kosten für die Planung, das Projektmanagement sowie weitere besondere Dienstleistungen oder die IT-Infrastrukturkosten zählen, werden gerade zu Projektbeginn gern vereinfacht als prozentualer Anteil der Baukosten bemessen. Für detaillierte Einschätzungen der Baunebenkosten fehlt es häufig an frei verfügbaren Daten. Vereinzelt sind einige Anhaltswerte in der Fachliteratur zu finden.<sup>176</sup> Planerhonorare für Architekten und Ingenieure lassen sich alternativ mithilfe der Orientierungswerte der HOAI bestimmen.

**Finanzierungskosten** (KG 800) sind geprägt von den Zinsforderungen einzelner Kapitalgeber. Zusätzlich sind Finanzierungsnebenkosten (Bearbeitungsgebühren, Vermittlungsgebühren etc.) zu berücksichtigen. Die Finanzierungskosten lassen sich durch Angaben des Sollzinses, dem Kapitalbedarf und der vorgesehenen Zahlungsmodalitäten

---

<sup>174</sup> Vgl. Bone-Winkel u. a. (2016b), S. 283.

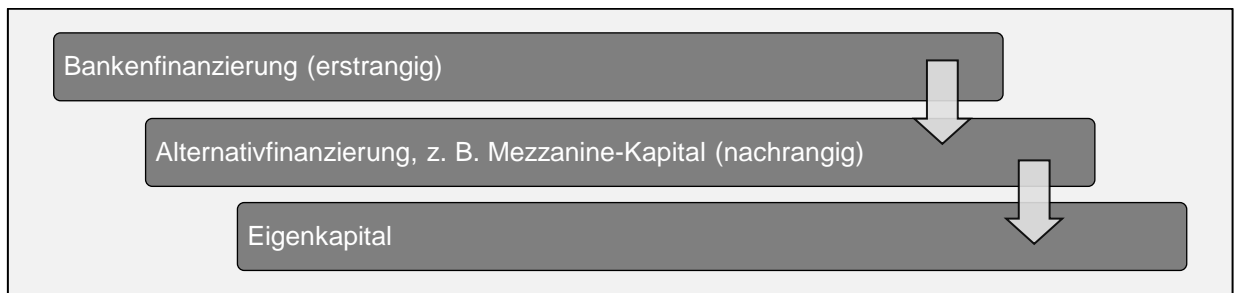
<sup>175</sup> Vgl. Siemon (2016), S. 5.

<sup>176</sup> Vgl. Kalusche (2018).



mithilfe eines vollständigen Finanzplans ermitteln. Informationen zu aktuellen Zinsbedingungen können bei Kapitalgebern wie Banken nachgefragt werden.<sup>177</sup> In einem Marktbericht der bulwiengesa AG u. a. wird der Anteil einer Fremdfinanzierung bei Projektentwicklungen mit 55 % bis 100 % (MW = 72,5 %) bewertet.<sup>178</sup>

Beim Trading-Development ist es üblich, dass zunächst das Eigenkapital für das Grundstück (oder einen Teil davon) verwendet wird und anschließend die Baufinanzierung durch Fremdkapital folgt.<sup>179</sup> Das Fremdkapital der Banken ist vorrangig zu tilgen (siehe Abbildung 9).<sup>180</sup>



**Abbildung 9: Zahlungsansprüche bei einer Immobilienfinanzierung<sup>181</sup>**

Mezzanine-Kapital stellt Fremdkapital für mögliche Finanzierungslücken dar.<sup>182</sup> Der Sollzins beim Mezzanine-Kapital ist in der Regel deutlich höher als bei einer Bankenfinanzierung.<sup>183</sup> Das Mezzanine-Kapital wird im Regelfall über Nachrangdarlehen oder Schuldverschreibungen bereitgestellt.<sup>184</sup> Die weiteren Einnahmen können zur Rückzahlung des Eigenkapitals verwendet werden. Unabhängig vom Kapitalbedarf kann man davon ausgehen, dass eine frühzeitige Tilgung zu günstigeren Zinskonditionen führt. Grund dafür ist das geringere langfristige Finanzierungsrisiko (Unwägbarkeiten in der Zukunft).

Neben den einzelnen Kosten ist die Kalkulation des späteren Verkaufspreises zu Beginn einer Projektentwicklung als weitere große Herausforderung zu bezeichnen. Der Verkaufszeitpunkt liegt zum Kalkulationszeitpunkt zeitlich am weitesten entfernt. Als Datengrundlage werden unter anderem historische Kauf- und Mietpreissammlungen

<sup>177</sup> Vgl. Schäfers u. a. (2016), S. 488.

<sup>178</sup> Vgl. Bulwiengesa AG u. a. (2020).

<sup>179</sup> Vgl. Brauer (2018), S. 512.

<sup>180</sup> Vgl. Schäfers u. a. (2016), S. 486; Brauer (2018), S. 472.

<sup>181</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Schäfers u. a. (2016), S. 486.

<sup>182</sup> Vgl. Bulwiengesa AG u. a. (2020), S. 8.

<sup>183</sup> Vgl. Schäfers u. a. (2016), S. 486.

<sup>184</sup> Vgl. Schäfers u. a. (2016), S. 486.

untersucht (siehe Abbildung 10). Historische Daten zu Kauf- und Mietpreisen sind in verschiedenen Marktberichten zu finden. Auf der Abbildung ist die Preisentwicklung für Mieten und Kaufpreise über einen Zeitraum von ca. 16 Jahren zu erkennen.

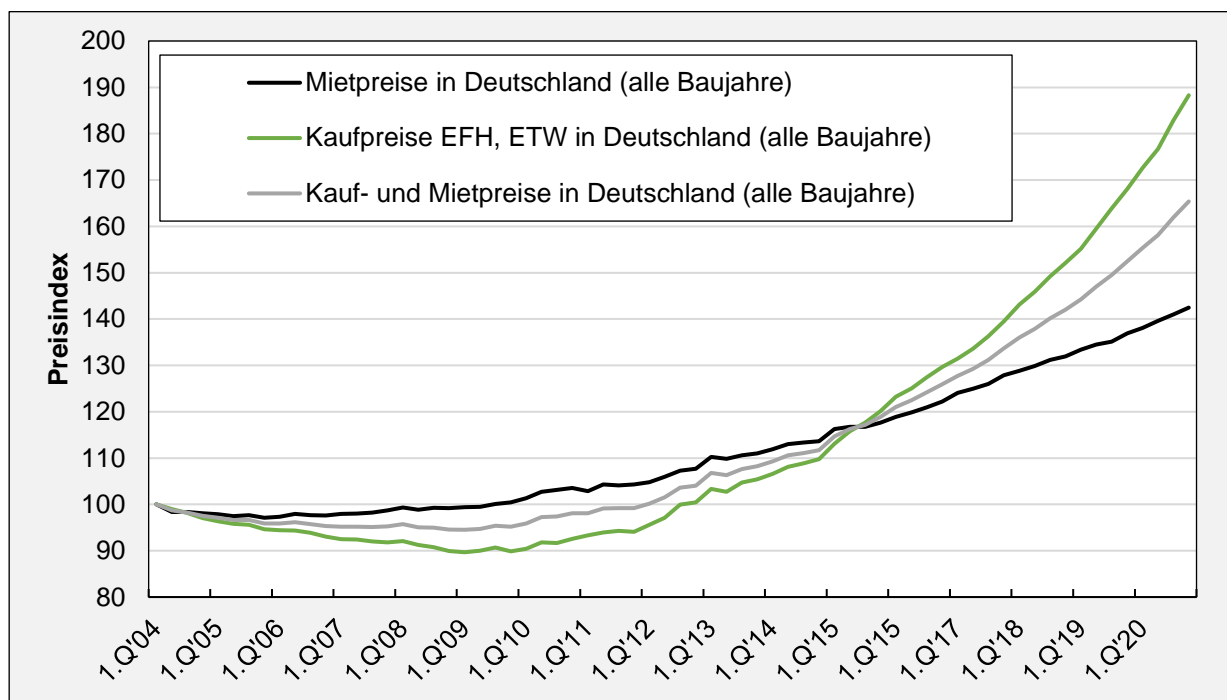


Abbildung 10: Miet- und Kaufpreisindex (Empirica Immobilienpreisindex)<sup>185</sup>

Die Preisentwicklungen können anhand unterschiedlicher Indizes verfolgt werden. Darüber hinaus werden Marktberichte von Gutachterausschüssen, Maklerbüros, Plattformbetreibern, Bewertungsunternehmen, Verbänden oder auch von Projektentwicklern selbst publiziert. Kauf- und Mietpreise sind dabei separat zu betrachten. Wie man der Abbildung 10 beispielhaft anhand des Wohnimmobilienmarktes entnehmen kann, müssen diese nicht gleichmäßig steigen und sinken. Weiterhin können sich standort- und marktspezifische Unterschiede ergeben. Im Falle einer Projektentwicklung empfiehlt es sich die Entwicklung der Kauf- und Mietpreise projektspezifisch zu untersuchen. Die erzielbaren Kauf- und Mietpreise von vielen verschiedenen Faktoren abhängig.<sup>186</sup> Die einzelnen Faktoren lassen sich in Form von Standort-, Markt- und Objektanalyse untersuchen. Die Ergebnisse der einzelnen Analysen sind dann zusammenfassend im Hinblick auf die Zahlungsbereitschaft zu bewerten. Als Zielvariable wird der potenzielle Miet- oder Verkaufserlös in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung berücksichtigt. Das Erreichen jenen Wertes ist dann später Inhalt eines darauf aufbauenden Vermarktungskonzeptes. Teil des Vermarktungskonzeptes ist die Ansprache, mit der die vorgesehene

<sup>185</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Empirica Institut (2021).

<sup>186</sup> Vgl. Kurzrock (2016), S. 65 ff.

Zielgruppe erreicht werden soll (siehe Kapitel 2.2.3). Für den Endinvestor als auch späteren Nutzer können bei der Aufbereitung der Daten auch Angaben zum Gebäude (Fläche, Ausstattung, Gestalt, Energieeffizienz etc.) eine wichtige Rolle einnehmen. Zur Vermarktung werden Visualisierungen, Broschüren, Webseiten und andere Medien erstellt und über unterschiedliche Kanäle (Online-Plattformen, Messen, Tageszeitungen, Newsletter) an die jeweilige Zielgruppe vermittelt.

Bei der angesprochenen Standort-, Markt- und Objektanalysen gilt zu bedenken, dass trotz der immer breiter verfügbaren Datengrundlagen weiterhin externe, schwer vorhersehbare Faktoren wie Zinsänderungen bei Fremdkapitalgebern, politische Eingriffe (neue Gesetze und Förderprogramme) oder volkswirtschaftliche Veränderungen (Attraktivität alternativer Anlagen) das Verhalten der Endinvestoren grundlegend ändern können. Die Entwicklungen aus der Vergangenheit sind daher nicht eins zu eins auf die Zukunft übertragbar.

Nach Identifizierung und Analyse der vorgesehenen Ausgaben und Einnahmen folgt bei Anwendung eines dynamischen Rechenverfahrens nun die Verteilung auf die einzelnen Zahlungsperioden. Die Ausgaben und Einnahmen können auf eine oder mehrere Zahlungsperioden verteilt werden. **Einmalige** Zahlungen werden angewendet, wenn bestimmte Einnahmen oder Ausgaben nur in einer einzelnen Periode auftreten (z. B. Grundstückskosten in der Periode  $t = 0$ ). Bei **mehrmaligen Zahlungen** werden Einnahmen und Ausgaben auf mehreren Zahlungsperioden verteilt. Dabei ist die Art der Verteilung festzulegen. Zahlungen können individuell, oder standardisiert gemäß festgelegten Kriterien (z. B. gleichverteilt, normalverteilt) verteilt werden. Bei der technischen Umsetzung kann die Verteilung manuell, oder mit Hilfe von Verteilungsfunktionen erfolgen. Ausgangsgrößen zur Bestimmung einer mehrmaligen Zahlungen sind in allen Fällen die vorgesehene Dauer (Anzahl an Perioden) und die Summe der Zahlungen. Die Summe der einzelnen Zahlungen muss mit den zu verteilenden Einnahmen und Ausgaben übereinstimmen. Grundsätzlich lassen sich dabei einzelne Einnahmen und Ausgaben unabhängig voneinander verteilen. So lassen sich beispielsweise Ausgaben Architekten- und Ingenieurskosten getrennt von den Baukosten modellieren. Dies erscheint sinnvoll, da man davon ausgehen muss, dass Architekten- und Ingenieurskosten über fast die gesamte Projektentwicklungsdauer anfallen, wohingegen Baukosten nur in der Realisierungsphase auftreten. Beispielhaft wurden auf der nachfolgenden Abbildung 11 für die Architekten- und Ingenieurskosten drei unterschiedliche Verteilungen modelliert. Als Grundlage einer solchen Verteilung können eigene Erfahrungswerte oder historische

Daten aus früheren Projekten verwendet werden.

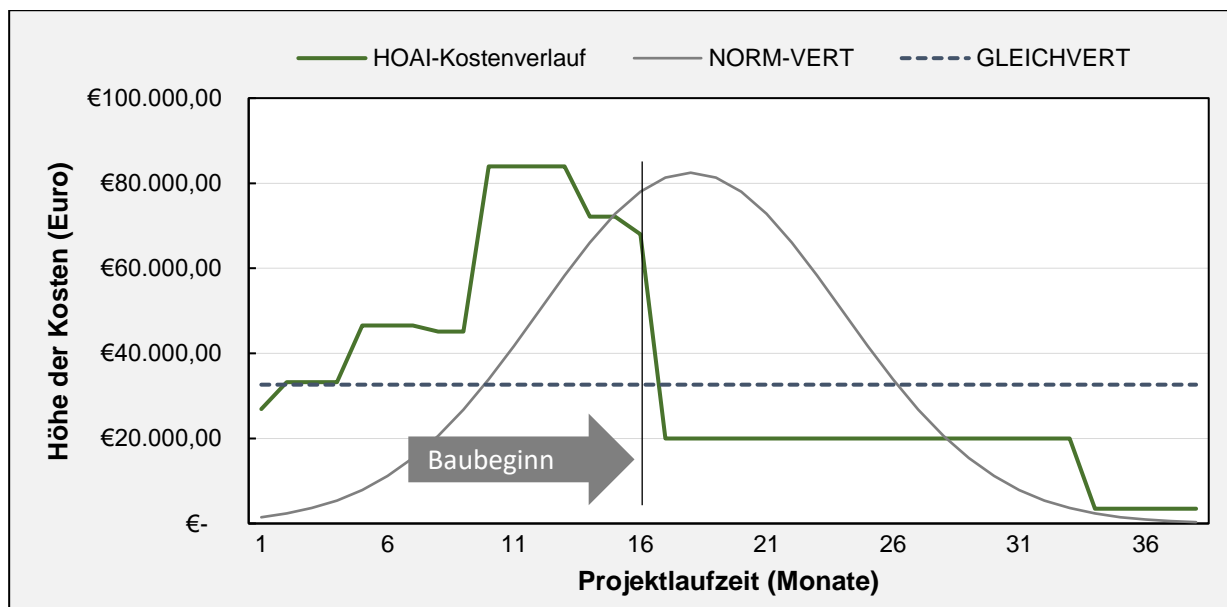


Abbildung 11: Ausgaben modellieren (Bsp.: Architekten- und Ingenieurskosten)<sup>187</sup>

Die ursprünglich kalkulierten Ausgaben für Architekten- und Ingenieurskosten werden in dem dargestellten Beispiel bei gleicher Projektlaufzeit unterschiedlich auf die einzelnen Perioden verteilt. Eine individuelle Verteilungen wurde einerseits auf Basis der HOAI Orientierungswerte erstellt. Bei den beiden weiteren Verteilungen wurden zwei Standard-Verteilungsfunktionen (hier Normal- bzw. Gleichverteilung) angewendet. Die Wahl der Verteilungsart hat einen Einfluss darauf, wann welche Einnahmen und Ausgaben auftreten. Der Eintrittszeitpunkt beeinflusst einerseits die Liquidität und somit auch die Machbarkeit eines Projektes.

Werden bei einem vollständigen Finanzplan die Einnahmen und Ausgaben händisch auf die einzelnen Zahlungsperioden verteilt, kann sich bei Änderung ein hoher Eingabeaufwand ergeben. Als Alternative können die einzelnen Zahlungen auch dynamisch mit Hilfe von Verteilungsfunktionen modelliert werden. Das Arbeiten mit Verteilungsfunktionen führt bei Anwendung mehrmaliger Zahlungen dazu, dass die Summe der Zahlungen im VoFi mit den vorab kalkulierten Ausgaben und Einnahmen stets übereinstimmt und der Eintrittszeitpunkt sich dynamisch anpasst. Der Aufwand, entsprechende Verteilungsfunktionen zu modellieren ist vor allem für Projektentwickler relevant, die Immobilien-Projektentwicklungen häufig prüfen. Je nachdem wie detailliert ein Modell sein soll, können unterschiedlich viele Verteilungen über festgelegte Zeiträume modelliert

<sup>187</sup> Eigene Darstellung.

werden. Zur Modellierung sind erweiterte Kenntnisse im Umgang mit Tabellenkalkulationsprogrammen erforderlich. Es ist davon auszugehen, dass der einmalige Aufwand bei der Modellierung langfristig dazu beiträgt, dass komplexere Rechenverfahren bei Entscheidungsträgern tendenziell eher eingesetzt werden. Bei einer dynamischen Modellierung mehrerer Zahlungsreihen sind weiterhin auch die Beziehungen untereinander zu definieren. Die Zahlungen während der Bauzeit (u. a. aufgrund der Baukosten) sollten beispielsweise erst nach Ende der Planungszeit beginnen. Ähnlich wie bei der Prozessmodellierung (siehe Kap. 2.2.2) sind entsprechende Beziehungen (z. B. Anfang-Ende Beziehungen) zu definieren.<sup>188</sup>

#### **2.3.3.4 Anwendungsgrenzen**

Methodisch gesehen bietet der VoFi die größtmögliche Transparenz, da Einzahlungen und Auszahlungen periodisch betrachtet und tabellarisch gelistet werden. Weiterhin können Soll- und Habenzinssatz in Abhängigkeit der Kapitalgeber individuell bewertet werden. Ob die erhöhte Transparenz und Modellierbarkeit bei Entscheidungen innerhalb einer Projektentwicklung auch genutzt werden, ist abhängig vom Knowhow und davon, wie detailliert eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung vorgenommen werden möchte.

Kofner gibt zu bedenken, dass es für Kapitalgeber unmöglich sei, einen positiven Zahlungsrückfluss eindeutig einer Wiederanlage oder der Tilgung einer Restschuld zuzuordnen. Dies gilt vor allem dann, wenn in anderen Projekten unerwartet höhere Ausgaben (z. B. Baukosten) zwischenfinanziert werden müssen.<sup>189</sup> Blohm u. a. gehen davon aus, dass der Kontenausgleich einer übergeordnet unternehmenspolitischen Entscheidung unterliegt, die sich auf Einzelprojektebene auswirken kann.<sup>190</sup> So können Zahlungsrückflüsse unmittelbar als Kapitaldienst zur Projektfinanzierung, der Wiederanlagebetrag jedoch auch für andere Zwecke verwendet werden.

Auf Basis der Kritik ist zu hinterfragen, ob ein Unterschied zwischen Soll- und Habenzins überhaupt eine praktische Bedeutung bei Trading-Developments einnehmen. Wenn davon ausgegangen wird, dass Soll- und Habenzins nur geringfügig voneinander abweichen, sind die Unterschiede zu anderen dynamischen Verfahren bei begrenzter Projektdauer ohnehin verschwindend gering.<sup>191</sup> Weiterhin müsste der Habenzins überhaupt

---

<sup>188</sup> Die Modellierung eines dynamischen VoFi folgt im späteren Anwendungsbeispiel in Kapitel 5.2

<sup>189</sup> Vgl. Kofner (2016), S. 254.

<sup>190</sup> Vgl. Blohm u. a. (2012), S. 82 ff.

<sup>191</sup> Vgl. Blohm u. a. (2012), S. 83 f.

einen realen Einfluss bei einer Projektentwicklung mit Verkauf zum Zeitpunkt der Fertigstellung einnehmen. Ein Wiederanlagebetrag ist schließlich nur zu erwarten, wenn während einer Projektentwicklung ein positiver Zahlungsfluss zwischenzeitlich erwirtschaftet werden kann. Praktisch kann dies bei frühzeitiger Vermarktung und einer entsprechend hohen Ratenzahlung der Endinvestoren der Fall sein. Wird gleichzeitig ein Kontenausgleich mit den Fremdkapitalgeber vereinbart, sollten die Zahlungsrückflüsse als Kapitaldienst (Tilgung und Zinskosten) und nicht als Wiederanlagebetrag berechnet werden.

Unabhängig vom Wiederanlagebetrag können die Sollzinsbedingungen der einzelnen Kapitalgeber unterschiedlich ausfallen. Die Sollzinshöhe und der Zeitpunkt der Zinszahlungen bestimmen über die Höhe der Vermögenswerte. Unterschiedliche Sollzinsbedingungen können durch die Betrachtung derivater Zahlungen im VoFi berücksichtigt werden. Die Anwendung eines VoFi erlaubt es Kapitalgebern, die Möglichkeit einer Entnahmemaximierung unter Projektentwicklern (z. B. durch hohe Eigenkapital-Sollzinsen) im Gegensatz zum Ziel einer Vermögensendwertmaximierung frühzeitig zu identifizieren. Die Modellierbarkeit kann gleichzeitig als Kritik verstanden werden, wenn durch eine komplexe Modellierung der angestrebte Konsum (Entnahme) und das spätere Einkommen (Endwerte) nicht mehr voneinander getrennt werden können.<sup>192</sup>

Kofner gibt des Weiteren den Hinweis, dass bei einem Habenzins der niedriger als der Sollzins ist, die prognostizierten Investitionen systematisch schlechter abschneiden als bei anderen Investitionsrechenverfahren.<sup>193</sup> Diese Kritik kann jedoch nicht als Kritik am VoFi als Rechenverfahren verstanden werden. Vielmehr muss es sich um eine Kritik an einer höheren Transparenz handeln, die möglicherweise ein risikoaverseres Verhalten der Investoren auslöst. Hier stellt sich die grundlegende Frage, ob eine höhere Transparenz vonseiten der Investoren überhaupt gewünscht wird. Götze erwartet wegen der Transparenz zwar eine größtmögliche Akzeptanz (siehe Kapitel 2.3.2), jedoch setzt diese Annahme voraus, dass die Entscheidungsträger sich selbst mit vollkommenen und unvollkommenen Märkten, den Zinsbedingungen und weiteren Annahmen des VoFi auskennen und über die Annahmen bei der Investitionsrechnung aufgeklärt werden möchten. Bei Fremdkapitalgeber hingegen kann die Transparenz ein entsprechendes Vertrauen nach sich ziehen. Das Finanzierungskonzept ist nachvollziehbar und

---

<sup>192</sup> Vgl. Götze (2014), S. 122 f.

<sup>193</sup> Vgl. Kofner (2016), S. 255.

beantwortet Fragen, die in weniger komplexen Rechenverfahren unbeantwortet bleiben. Dies setzt gleichzeitig voraus, dass die vorgesehenen Kapitalgeber über ein entsprechendes Knowhow verfügen.

Die höhere Transparenz führt auch bei anderen Autoren zu kritischen Äußerungen, weil beim VoFi trotz der Detaillierungstiefe immer noch Annahmen bei der Investitionsrechnung notwendig sind. Dies gilt vor allem dann, wenn man den Modellierungsaufwand nicht übermäßig strapazieren möchte. So lautet die Kritik, dass die verwendete Methodik an der Unsicherheit bei der Dateneingabe schließlich nichts ändere.<sup>194</sup> Richtigerweise können trotz verbesserter Datengrundlagen die sogenannten Imponderabilien, also Stimmungsschwankungen am Markt, weiterhin nicht vorhergesehen werden. Der VoFi an sich bietet, wie eingangs erwähnt (siehe Kapitel 2.3.3), lediglich das methodische Grundgerüst, um potenziell einen hohen Detaillierungsgrad modellieren zu können. Dies setzt dabei nicht voraus, dass der höhere Detaillierungsgrad auch umgesetzt werden muss. So würde ein VoFi mit einem einheitlichen Haben- und Sollzins zum identischen Ergebnis wie bei einer Kapitalwertmethode kommen. Der Unterschied zwischen VoFi und Kapitalwertmethode liegt dann darin, dass die Dokumentation in Tabellenform eine höhere Informationstiefe generiert und zu gegebener Zeit (z. B. nach Festlegung der Projektfinanzierung) einfach angepasst werden kann.

Die Diskussion über den Detaillierungsgrad bei Anwendung des VoFi zeigt, dass eine Definition des Detaillierungsgrads und des Verwendungszeitpunktes im Rahmen einer Projektentwicklung notwendig ist. Held beispielsweise schlägt vor, eine zweite Wirtschaftlichkeitsuntersuchung vor Konzeptionsbeginn durchzuführen.<sup>195</sup> Weiterhin ist projektspezifisch die Entscheidungstragweite, sprich die Investitionsdauer, zu berücksichtigen. Es ist davon auszugehen, dass Investor-Developer durch den langfristig hohen Betriebskostenanteil bei der Investitionsrechnung einen anderen Fokus wählen als Trader-Developer. Die Wahl eines geeigneten Detaillierungsgrades kann somit, je nach Fragestellung, als individuelles Entscheidungsproblem bezeichnet werden. Eine weitere Detaillierungsebene bei den Ausgaben ist zum Beispiel auch die **Steuerthematik** (siehe Kapitel 2.3.3.1).

Ein weiterer Kritikpunkt von Kofner ist, dass die beim VoFi ermittelten **bilanziellen Auswirkungen** bei der Anwendung der vorgenannten Vorteilhaftigkeitskriterien nicht

---

<sup>194</sup> Vgl. Husmann u. a. (2012), S. 38 ff.; Schmidt u. a. (1997), S. 169.

<sup>195</sup> Vgl. Held (2010), S. 112 ff.

berücksichtigt werden. Er schlägt vor, Nebenbedingungen zu definieren, mithilfe derer Zahlungsspitzen (Kofner spricht von „Aufwandsballungen“), die zu Liquiditätsengpässen führen können, vermieden werden.<sup>196</sup> Diese Argumentation ist als Kritik an der Verwendung einer einzelnen Zielgröße bei Anwendung des VoFi zu verstehen. Kofner deutet damit bereits an, dass die generierbare Informationstiefe des VoFi gegenüber anderen Rechenverfahren bei Entscheidungen stärker genutzt werden könnten. Gerade wenn Projektentwickler in mehrere Projekte investieren, kann eine Untersuchung der Zahlungsspitzen als wichtiger Faktor bei der Beurteilung der finanziellen Umsetzbarkeit angesehen werden.

Die Kritik an der Verwendung einzelner Zielgrößen birgt grundlegendes Diskussionspotenzial über die Notwendigkeit der Betrachtung weiterführender Zielgrößen. Dazu können auch langfristige, nicht monetär bewertbare **Faktoren gehören** (z. B. die Kundenzufriedenheit). Geht man davon aus, dass entsprechende Zielkriterien von den Projektentwicklern hoch gewichtet werden, wären Entscheidungsmodelle mit mehreren Zielgrößen sinnvoll. Zu den Entscheidungsmodellen mit mehreren Zielgrößen zählt Götze die Nutzwertanalyse (NWA), den analytischen Hierarchie-Prozess (AHP), die Multi-Attributive-Nutzentheorie (MAUT) oder ein Outranking-Verfahren (PROMETHEE, ELECTRE, ORESTE).<sup>197</sup> Die Ergebnisse des VoFi könnten darin als Inputgrößen eines übergeordneten Entscheidungsfindungsprozesses herangezogen werden. In dieser Arbeit wird allerdings davon ausgegangen, dass die monetär bewertbare Vorteilhaftigkeit unter Projektentwicklern so hoch gewichtet wird, dass andere Vorteilhaftigkeitskriterien höchstens als sekundäre Kriterien in die Bewertung einfließen. Eine weiterführende Auseinandersetzung mit Entscheidungsmodellen für mehrerer Zielgrößen wird nicht angestrebt. Im Hinblick auf die vorgestellten Rentabilitätskennzahlen ist bei Anwendung des VoFi noch zu erwähnen, dass ein Vergleich unterschiedlicher Wahloptionen eine Risikobewertung erfordern kann. Dies ist vor allem dann notwendig, wenn die Renditekennzahlen ähnlich oder gleich hoch ausfallen. Berücksichtigt wurden Risiken bei einer Projektentwicklung sowie deren Auswirkungen auf die Investition bei der Modellierung des VoFi bislang nicht (siehe Kapitel 2.3.3.1). Grundsätzlich können sie jedoch bei den Ausprägungen einzelner Modellgrößen rechnerisch bewertet werden. Dazu können unterschiedliche Methoden aus dem Bereich der Risikoanalyse und -bewertung verwendet werden. Bei der zusammenfassenden Interpretation kann dann von einer Entscheidung

---

<sup>196</sup> Vgl. Kofner (2016), S. 255.

<sup>197</sup> Vgl. Götze (2014), S. 185 ff.



unter Unsicherheit gesprochen werden.

## 2.4 Entscheidungen unter Unsicherheit

Die bisherigen Überlegungen zu den Investitionsentscheidungen basieren auf der Annahme, dass die einzelnen Modellgrößen sicher bestimmt werden können. Investitionen in Projektentwicklungen sind aus unterschiedlichen Gründen jedoch nicht als sichere Investition anzusehen. Vor allem zu Projektbeginn muss bei der Definition einiger Modellgrößen mit Unsicherheit kalkulatorisch umgegangen werden. Hierzu sind unterschiedliche Methoden entwickelt worden.

### 2.4.1 Unsicherheiten, Ungewissheiten und Risiken

Der Begriff **Unsicherheit** wird in der Entscheidungstheorie als ein eher allgemeiner Oberbegriff verstanden. Bei der Unsicherheit im weiteren Sinne wird zwischen Ungewissheit (Unsicherheit im engeren Sinne) und dem Risiko unterschieden. Man spricht von einem Risiko, wenn für ein zukünftiges Ereignis das Ausmaß und die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmbar ist. Ein Eintrittsszenario, das nicht bekannt oder bekannt, aber nicht bestimmt werden kann, wird als Ungewissheit bewertet (siehe Abbildung 12).<sup>198</sup>

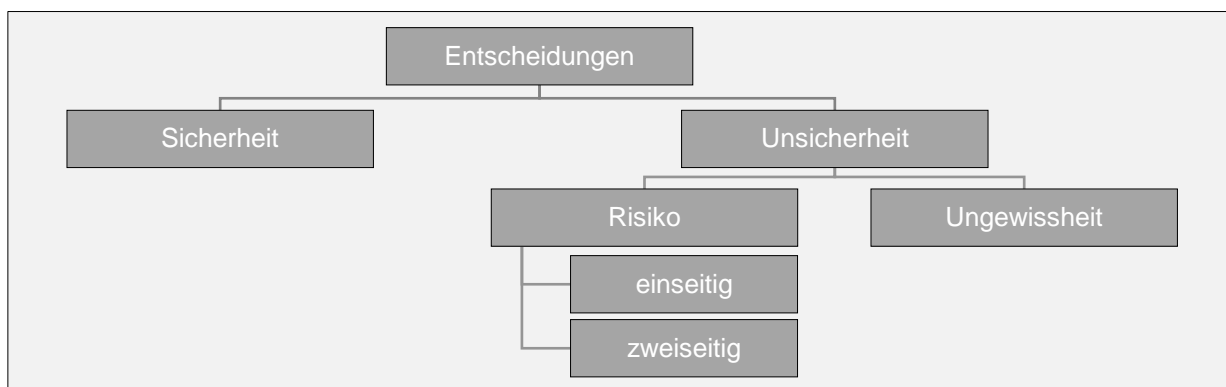


Abbildung 12: Entscheidungen unter Sicherheit und Unsicherheit<sup>199</sup>

Das **Risiko** selbst kann weiterführend als einseitiges oder zweiseitiges Risiko betrachtet werden.<sup>200</sup> Bei einer einseitigen Betrachtung des Risikobegriffes wird nur der Schadensfall, also die Gefahr als Risiko interpretiert. Bei einer zweiseitigen Betrachtung werden sowohl Chancen als auch Gefahren als Risiko angesehen. Zu beachten gilt, dass sich nach Aggregation einzelner Risiken die Chancen und Gefahren auch ausgleichen können. Mathematisch handelt es sich bei einem Risiko um positive oder negative

<sup>198</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 68; Romeike (2018), S. 10.

<sup>199</sup> Eigene Darstellung.

<sup>200</sup> Vgl. Romeike (2018), S. 9.

Abweichungen von einem Erwartungswert. Die Abweichung kann unterschiedlich groß sein. Eine hohe Abweichung stellt ein großes Risiko dar. Das Risiko setzt sich zusammen aus einem Schadensmaß und der Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Eintrittswahrscheinlichkeit selbst kann anhand der relativen Häufigkeit eines bestimmten Ereignisses abgeleitet werden.<sup>201</sup> Die relative Häufigkeit wird im einfachsten Fall (diskrete Verteilung) ermittelt, indem die absolute Häufigkeit eines Ereignisses in Relation zur Gesamtzahl der möglichen Ereignisse gestellt wird.<sup>202</sup> Bei einer nicht definierbaren Anzahl an Ereignissen (stetige Verteilung) wird die Eintrittswahrscheinlichkeit mit einer Dichtefunktion bestimmt. Der Begriff Risiko wird außerdem zur Beschreibung eines Eintrittsszenarios in Form einer Ursache (qualitativ) verwendet. Ursachen können nicht erwartbare Verhalten von Endinvestoren, Konkurrenten oder Projektbeteiligten sowie Fehler in technischen Prozessen oder konjunkturelle Schwankungen sein.<sup>203</sup> Um Risiken zu steuern muss ein logischer Zusammenhang zwischen den Ursachen und Auswirkungen hergestellt werden. Die vorangegangene Diskussion zu den Vergabe- und Vertragsmodellen (vgl. Kapitel 2.2.3) hat bereits angedeutet, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen Ausgangsgrößen und Zielgrößen bei Projektentwicklungen (z. B. zur Kalkulation der Baukosten) nicht immer exakt bestimmt werden kann. Dies gilt für die Ausgaben und Einnahmen als auch für die Dauer einer Projektentwicklung. Für die Kostenermittlung nach DIN 276 (Ausgaben) wurden in der Vergangenheit Toleranzwerte veröffentlicht (siehe Abbildung 13).



Abbildung 13: Toleranzwerte bei der Kostenermittlung gemäß DIN 276<sup>204</sup>

Die angegebenen Toleranzwerte deuten darauf hin, dass zu einem frühen Zeitpunkt eines Entwicklungsprojektes verhältnismäßig hohe Unsicherheiten vorliegen. Auf ähnliche Art und Weise können auch Unsicherheiten bei der Prognose der späteren Miet-

<sup>201</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 19.

<sup>202</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 25.

<sup>203</sup> Vgl. Götze (2014), S. 367.

<sup>204</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Vgl. Siemon (2016); Kochendörfer u. a. (2001).

und Kaufpreise entstehen (siehe Abbildung 14).

Kennzahlen Q1 2021							
Büromarktzonen**	Höchstmiete* (€/m <sup>2</sup> )		Flächenumsatz (m <sup>2</sup> )	Leerstand (m <sup>2</sup> )			
	von	bis	1. Quartal 2021	gesamt	modern	davon Erstbezug	
	1	2	3	4	5		
1	City						
1.1	CBD/Bankenviertel		28,50	8.000	42.500	21.000	3.000
1.2	Innenstadt		26,50	8.000	52.000	7.500	0
2	Bürozentren		14,00 - 25,00	22.000	205.000	102.000	27.000
3	Cityrand		14,50 - 24,00	2.000	43.500	7.500	0
4	Nebenlagen		14,00 - 22,00	11.000	198.000	32.000	0

Abbildung 14: Auszug aus Immobilienmarktbericht (hier: Büroimmobilien Düsseldorf Q1 2021)<sup>205</sup>

Anstelle prozentualer Toleranzangaben werden in Marktberichten häufig Spannweiten von Absolutwerten, z. B. für die Höhe der Miete oder des Verkaufspreises angegeben (hier dargestellt am Beispiel der Höchstmiete in einem Büromarktbericht). Sowohl bei prozentualen (relativen), als auch absoluten Wertangaben wird zunächst nur eine Aussage über das mögliche Ausmaß einer bestimmten Größe (im ersten Beispiel: Höhe der Baukosten, im zweiten Beispiel: Höchstmiete) getroffen. In den beiden dargestellten Beispielen fehlt eine Aussage über die jeweilige Eintrittswahrscheinlichkeit. Unabhängig davon wird in Anbetracht der teils großen Wertdifferenzen sichtbar, dass eine anfänglichen Investitionsentscheidungen immer unter Unsicherheit getroffen werden muss.

#### 2.4.2 Risiken bei Projektentwicklungen

In der Vergangenheit haben sich verschiedene Autoren mit den Risiken bei einer Projektentwicklung auseinandergesetzt. Urschel hat in seiner Dissertation eine Literaturrecherche betrieben, die identifizierten Risiken kategorisiert und zusammengefasst (siehe Tabelle 4).<sup>206</sup> Er unterscheidet zwischen Objekt- und Unternehmensrisiken, wobei die in der nachfolgenden Tabelle aufgelisteten Risiken primär die Objekt Risiken beinhaltet.

<sup>205</sup> Vgl. BNP Paribas Real Estate GmbH (2021).

<sup>206</sup> Vgl. Urschel (2009), S. 87 ff.

**Tabelle 4: Risiken bei einer Immobilien-Projektentwicklung<sup>207</sup>**

Kategorie	Risikoart
<i>Objektrisiken</i>	
Entwicklungsrisiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Managementrisiko</li> <li>• Planungsrisiko</li> <li>• Organisationsrisiko</li> <li>• Vermarktungsrisiko</li> </ul>
Finanzierungsrisiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finanzstrukturrisiko</li> <li>• Kapitalmarktrisiko</li> <li>• Zinsrisiko</li> <li>• Finanzierungsbedingungen</li> <li>• Fremdwährungsrisiko</li> <li>• Liquiditätsrisiko</li> <li>• Baukostenrisiko (Kostenüberschreitungen)</li> <li>• Forderungsausfall</li> </ul>
Boden- und Baugrundrisiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahrerforschungsrisiko</li> <li>• Baugrundrisiko (Tragfähigkeit, Wasserhaltung)</li> <li>• Altlastenrisiko</li> <li>• Bodendenkmal</li> </ul>
Kostenrisiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baukostenrisiko (Kostenüberschreitungen)</li> <li>• Preisrisiko (Baupreisentwicklung)</li> <li>• Kalkulationsrisiko (fehlerhafte Kalkulation)</li> <li>• Akquisitionskostenrisiko</li> <li>• Reklamationen</li> </ul>
Terminrisiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminrisiken</li> </ul>
Genehmigungsrisiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauplanungsrecht</li> <li>• Bauordnungsrecht</li> <li>• Nachbarschutz</li> <li>• Besondere Auflagen</li> <li>• Denkmalschutz</li> <li>• Rechtliche Einschränkungen</li> </ul>
Technische Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauausführungsrisiken</li> <li>• Planungsfehler und -änderungen</li> <li>• Qualitätsrisiken</li> <li>• Beschädigungsrisiken</li> <li>• Boden- und Baugrundrisiken (Gründung)</li> <li>• Arbeitssicherheit- und Sicherungspflichten</li> </ul>
<i>Unternehmensrisiken</i>	
Führungs- und Organisationsrisiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (u.a.) Kundenzufriedenheit, Geschäftspartner</li> </ul>
Personalrisiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (u.a.) Qualifikation</li> </ul>
Risiken aus Supportprozessen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (u.a.) EDV</li> </ul>
Risiken aus der Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (u.a.) Liquidität</li> </ul>
Rechtliche Risiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (u.a.) aus Bauverträgen</li> </ul>

Abweichend von der Kategorisierung von Urschel werden in anderen Werken die einzelnen Risiken anderweitig bezeichnet, kategorisiert (interne, externe Risiken; systematische, unsystematische Risiken) und interpretiert.<sup>208</sup> Speziell den Objektrisiken kann jedoch eine hohe Bedeutung bei Projektentwicklungen zugesprochen werden. Die

<sup>207</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Urschel (2009), S. 430 ff.

<sup>208</sup> Vgl. Urschel (2009), S. 89.

Auflistung der bekannten Risiken enthält zunächst keine Wertung. Sie dient vielmehr als eine Art Checkliste, auf deren Basis die projektspezifische Relevanz der Risikofaktoren geprüft werden kann. Die Relevanzermittlung ist das Ziel der **Risikoidentifizierung**. Dazu werden im ersten Schritt die hypothetischen Ursachen und Folgen qualitativ beschrieben. Sie werden anschließend grob analysiert und bewertet. Die Relevanz kann anhand des Einflusses auf eine bestimmte Zielgröße (z. B. Vermögensendwert) bewertet werden. Methodisch betrachtet helfen dabei subjektive Erfahrungswerte (von Experten) und historische Daten, sofern sie verfügbar sind. Im Leitfaden WU Hochbau des Bundes wird eine Relevanzermittlung vorgeschlagen, bei der eine Risikomatrix erstellt wird, um die Risiken in drei Gruppen (A, B, C) zu klassifizieren.<sup>209</sup> Dort wird vorgeschlagen, nur die Risiken aus Kategorie A weiterführend zu untersuchen bzw. zu quantifizieren. Hier besteht die Gefahr, dass die Risiken aus Gruppe B und C durch ein Zusammenwirken ebenfalls große Auswirkung nach sich ziehen, die quantitativ dann nicht erfasst wurden. Wiedenmann stellte weiterhin fest, dass sich viele Risiken nicht einzeln betrachten lassen.<sup>210</sup> Kosten- und Terminrisiken beispielsweise können auf Basis vieler verschiedener Risikoursachen entstehen. Einzelne Risiken wiederum können diverse Auswirkungen nach sich ziehen. So kann ein Baugrundrisiko die Kosten, Termine, aber generell auch die technische Machbarkeit beeinflussen und zu einem Projektabbruch führen. Vorbereitend für die Quantifizierung könnte eine Matrix helfen, um die einzelnen Risiken in Bezug auf mehrere Modellgrößen zu prüfen (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5: Matrix zur Risikoidentifizierung (Beispiel)<sup>211</sup>**

Risiko											Verkaufserlöse
	Planungszeit	Bauzeit	Übergabezeit	KG 200	KG 300	KG 400	KG 500	KG 600	KG 700	KG 800	
...											
Tragfähigkeit	x	x		x	x					x	
Wasserhaltung	x			x	x					x	
Altlasten		x		x	x					x	
Bodendenkmal		x								x	
...	...	...	...	...	...	...	...			...	...

<sup>209</sup> Vgl. DU Diederichs Projektmanagement AG & Co. KG (2014), S. 75.

<sup>210</sup> Vgl. Wiedenmann (2004).

<sup>211</sup> Eigene Darstellung.

Bei der Matrix werden in y-Achsrichtung die einzelnen Risiken aufgeführt. In x-Achsrichtung werden die entscheidungsrelevanten Modellgrößen aufgeführt. Anstelle eines dichotomen Merkmals können hier auch Risikoratings mit einem festgelegten Punktesystem verwendet werden. Die anschließende Risikoquantifizierung ist das Ziel der **Risikoanalyse** und als Vorbereitung auf eine anschließende **Risikobewertung** zu verstehen. Sie zeichnet sich aus durch eine systematische Datenerfassung und einer Bewertung des gesamtheitlichen Risikomaßes.

### 2.4.3 Risikoanalyse und -bewertungsverfahren

Die Risikoanalyse und -bewertung beschreiben einen Prozess, bei dem die identifizierbaren Risiken quantifiziert und in einem Entscheidungsmodell (z. B. Investitionsrechnung) aggregiert bewertet werden. Speziell für den Baubereich haben Hofstadler und Kummer eine Methodenauswahl aus der ONR 49002 herangezogen und mehrere Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit bewertet (siehe Abbildung 15).

Darin geben sie neben speziellen Anwendungen für ausführende Bauunternehmen auch Empfehlungen für auftraggebende Bauherren bzw. Projektentwickler (rechte Spalte). Hofstadler und Kummer unterteilen die Methodenauswahl der ONR 49002 in einzelne Gruppen (zweite Spalte v. l.). Sie kategorisieren die einzelnen Methoden in Kreativitätstechniken, Szenarioanalysen, Indikatoren-Analysen, Funktions-Analysen und statistischen Analysen.

In anderen literarischen Quellen wird die Methodenauswahl trotz identischer Vorgehensweise unterschiedlich bezeichnet und kategorisiert. Romeike und Hager beispielsweise unterscheiden zwischen Kollektions-, analytischen und Kreativitätsmethoden.<sup>212</sup> Sie geben im gleichen Werk allerdings auch zu verstehen, dass speziell im Finanzbereich nur ausgewählte Methoden zur Quantifizierung von Risiken zum Einsatz kommen.<sup>213</sup>

---

<sup>212</sup> Vgl. Romeike u. a. (2020), S. 88 ff.

<sup>213</sup> Vgl. Romeike u. a. (2020), S. 400 ff.

Lfd. Nr.	Gruppe	Prozess Risikomanagement						Mögliche Anwendung in der Bauindustrie	
		Methode	Identifikation	Auswirkungen	Bewertung Wahrscheinlichkeit	Risikohöhe	Bewältigung		
0	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Kreativitätstechniken	Brainstorming	+++	+	+		+	- Projektentwicklung/-planung - Variantenanalyse	
2		Delphi-Methode	(++)	++	++		++	- Bewertung neuer Verfahren, Techniken und Prozesse	
3		World Cafe	+++	+	+			- Projektentwicklung/-planung - Variantenanalyse	
4	Szenario-Analysen	Citizen Conference (Bürgerkonferenz)	+++	++	+		+	- Projektentwicklung/-planung - Variantenanalyse	
5		Schadensanalyse	++	+	+		++(+)	- Analyse von Ausführungs-, Planungs- und Ausschreibungsfehlern	
6		London-Protokoll	+++	+			+++	- Arbeitssicherheit/Unfallschutz	
7		Fehlerbaum- und Ablaufanalyse			++	+++	+	+	- Logistik - Terminplanung
8		Szenario-Analyse	+++	+++	++	++	++(+)		- Umgang mit Planungs-, Ausführungs- und Investitionsrisiken
9	Indikatoren-Analysen	CIRS (Critical Incident Reporting System)	+++		+		+(+)	- Soll-Ist-Vergleiche	
10		CBRM (Change Based Risk Management)	+++	+			(++)	- Umgang mit veränderten Marktpreisen (z.B. Stahl)	
11	Funktions-Analysen	FME(C)A (Failure Mode and Effects (and Criticality) Analysis)	+++	++	++	+	++(+)	- Schnittstellenmanagement - Funktions- und Raumplanung - Ausführung komplexer Bauverfahren	
12		Gefährdungsanalyse	++	+++	++	++	++(+)	- Arbeitssicherheit (SiGE)	
13		HAZOP (Hazard and Operability Study)	+++	+++	++	+	++(+)	- Terminplanung (Bewertung des kritischen Weges)	
14		HACCP (Hazard and Critical Control Point)	++	++			++(+)	- Beton- und Asphaltherstellung	
15	Statistische Analysen	Standardabweichung		++	+++	++		- Kostenermittlung, Preisbildung	
16		Konfidenzintervall		++	+++	++		- Instrument der Risikopolitik - Verhältnis zwischen Risiko und Chance	
17		Monte-Carlo-Simulation	+	++	+++	++		- Anwendbar auf sämtliche Berechnungen, die unsichere Faktoren enthalten	
18		Legende:	+ geeignet    ++ gut geeignet    +++ sehr gut geeignet (...) unterschiedliche Bewertung in der ONR 49002-2:2010 und 2014						

 Abbildung 15: Risikomanagement Methodenbewertung nach Hofstadler und Kummer<sup>214</sup>

Speziell in der **Investitionstheorie** werden unter anderem

- das Korrekturverfahren,
- die deterministische Szenarioanalyse,
- die Sensitivitätsanalyse,
- das Entscheidungsbaumverfahren,
- stochastische Szenarioanalysen (Monte-Carlo Simulation)

<sup>214</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 131.

als geeignete Methoden genannt.<sup>215</sup> Die Szenarioanalyse, das Entscheidungsbaumverfahren und die Monte-Carlo-Simulation werden unter anderem Namen auch in den Übersichten von Romeike und Hager sowie bei Hofstadler und Kummer genannt.

Beim **Korrekturverfahren** werden bei den Modellgrößen einzeln Auf- und Abschläge vorgenommen, um ein Ergebnis deterministisch zu beeinflussen.<sup>216</sup> Kritik an dem Verfahren wird geübt, weil den vorgenommenen Veränderungen keine Risikoidentifizierung und Risikoanalysen vorausgehen.<sup>217</sup> Ropeter-Ahlers bewertet das Korrekturverfahren im Hinblick auf die Investitionsrechnung bei Immobilien als ungeeignet.<sup>218</sup>

Die **deterministische Szenarioanalyse** beschreibt eine Methode, bei der eine ganz bestimmte Kombination von Eintrittsfällen kombiniert betrachtet wird.<sup>219</sup> Das Szenario wird von Entscheidungsträgern bzw. seinen Beratern vorab definiert. Als Ergänzung zur Betrachtung eines Erwartungsfalls wird häufig ein bestes („best case“) und ein schlechtestes anzunehmendes Szenario („worst case“) konstruiert.<sup>220</sup> Mit Blick auf die Investitionsrechnung müsste dann für alle Modellgrößen eine Annahme für das jeweilige Szenario definiert werden. Für alle anderen Szenarien liegen keine Informationen vor. Die Entscheidungsträger benötigen entsprechend hohe Kompetenzen, um vernetzt zu denken.<sup>221</sup> Bei der Aggregation ist weiterhin zu bedenken, dass die Kombination einzelner Worst-Case- oder Best-Case Szenarien zu einem insgesamt sehr unwahrscheinlichen Fall kombiniert werden.

Mithilfe einer **Sensitivitätsanalyse** werden Veränderungen am Entscheidungsmodell vorgenommen, um zu untersuchen, wie groß eine Veränderung sein darf, ohne dass sich die absolute oder relative Vorteilhaftigkeit ändert.<sup>222</sup> Beim Entscheidungsmodell können sowohl Outputgrößen (z. B. der Vermögensendwert) oder die Modellgrößen selbst verändert werden.<sup>223</sup> Die Veränderungen werden in einer festgelegten Schrittweite durchgeführt. Dabei muss vorab bekannt sein, welche Modellgrößen in welcher

---

<sup>215</sup> Die genannten Methoden werden in der Literatur unterschiedlich bezeichnet; Vgl. Blohm u. a. (2012), S. 225 ff.; Busse von Colbe u. a. (2015), S. 187 ff.; Götze (2014), S. 367 ff.; Kruschwitz (2020), S. 262 ff.

<sup>216</sup> Vgl. Götze (2014), S. 377.

<sup>217</sup> Vgl. Götze (2014), S. 377.

<sup>218</sup> Vgl. Ropeter-Ahlers (1998), S. 211.

<sup>219</sup> Vgl. Stock (2009), S. 85 f.

<sup>220</sup> Vgl. Romeike u. a. (2020), S. 309.

<sup>221</sup> Vgl. Romeike u. a. (2020), S. 313.

<sup>222</sup> Vgl. Götze (2014), S. 388.

<sup>223</sup> Vgl. Blohm u. a. (2012), S. 230 ff.



Schrittgröße verändert werden sollen.<sup>224</sup> Je nachdem wie viele Modellgrößen verändert werden sollen, kann eine große Anzahl an Einzelszenarien konstruiert werden. Eine gleichzeitige Betrachtung mehrerer Veränderungen kann jedoch zu Interpretationsschwierigkeiten führen.<sup>225</sup> Interpretationsschwierigkeiten entstehen auch, weil über die Eintrittswahrscheinlichkeit der einzelnen Szenarien keine Aussagen getroffen werden.<sup>226</sup> Einheitliche Entscheidungsregeln in Abhängigkeit des Risikos können so nicht abgeleitet werden. Die mithilfe der Sensitivitätsanalyse geschaffene Transparenz über die Bedeutung einzelner Modellgrößen kann jedoch bei der anschließenden Priorisierung notwendiger Kontrollmaßnahmen während eines Projektes helfen.

Das **Entscheidungsbaumverfahren** setzt voraus, dass endlich viele Umweltzustände vorliegen, deren Eintrittswahrscheinlichkeiten und Auswirkungen bekannt sind. Nach der Einordnung von Romeike und Hager zählt es zu den analytischen Methoden.<sup>227</sup> Wie bereits erwähnt, können bei Projektentwicklungen die Ursachen, Zusammenhänge und Handlungsmöglichkeiten jedoch nicht immer zweifelsfrei bestimmt werden.<sup>228</sup> Die Erstellung eines Entscheidungsbaumes erfordert außerdem einen hohen Aufwand, weil Ursachen, Beziehungen und Auswirkungen präzise bestimmt werden müssen.

Eine probabilistische Alternative ist die **Monte-Carlo-Simulation**. Sie stellt ein rechnergestütztes Verfahren dar, bei dem eine Vielzahl an Einzelszenarien untersucht wird. Jedes Szenario wird durch Zufallszahlen im Rahmen definierter Wahrscheinlichkeitsverteilungen bestimmt. Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden für jede unsichere Modellgröße definiert.<sup>229</sup> Weiterhin können Korrelationen zwischen den einzelnen Modellgrößen modelliert werden. Mit der dann folgenden Monte-Carlo-Simulation lässt sich das aggregierte Gesamtrisiko in Bezug auf eine ausgewählte Zielgröße (z. B. Vermögensendwert) bestimmen.<sup>230</sup> Die Definitionen der risikobehafteten Modellgrößen sowie der Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind von großem Stellenwert, weil sie die Verteilung des Gesamtrisikos einer Investition bestimmen.

Die Kritik an der Monte-Carlo-Simulation hängt häufig mit dem notwendigen

---

<sup>224</sup> Vgl. Burger u. a. (2002), S. 110.

<sup>225</sup> Vgl. Götze (2014), S. 400.

<sup>226</sup> Vgl. Schneeweiß (1966), S. 2 f.

<sup>227</sup> Das Entscheidungsbaumverfahren ähnelt der in Abb. 15 genannten Fehlerbaum- und Ablaufanalyse.

<sup>228</sup> Vgl. Spitra (2020), S. 114 f.

<sup>229</sup> Vgl. Götze (2014), S. 400.

<sup>230</sup> Vgl. Čadež (1998), S. 80.

Datenbeschaffungsaufwand zusammen.<sup>231</sup> Der Aufwand für die Modellierung und Simulation ist durch den Einsatz moderner IT vergleichsweise gering geworden. Ähnlich wie bei der Diskussion hinsichtlich des Entscheidungsmodells (VoFi) existieren auch bei Monte-Carlo-Simulationen größere Möglichkeiten, die Realität nachzubilden. Dabei ist es im Vergleich zu den analytischen Verfahren (z. B. Entscheidungsbaumverfahren) nicht notwendig, alle Zusammenhänge explizit zu entwickeln.<sup>232</sup> Gründe für die fehlende Auseinandersetzung mit Monte-Carlo-Simulationen können weiterhin fehlendes Know-how bei der Umsetzung und die Interpretation der Ergebnisse sein.

Insgesamt wird die Meinung von Hofstadler und Kummer geteilt und die Monte-Carlo-Simulation als geeignetes Verfahren angesehen, um eine Entscheidung unter Unsicherheit im Kontext der Projektentwicklung zu treffen.

#### **2.4.4 Einsatz der Monte-Carlo-Simulation**

In den vergangenen Jahren wurden Monte-Carlo-Simulationen für verschiedene Anwendungen im bau- und immobilienwirtschaftlichen Kontext eingesetzt.<sup>233</sup> Monte-Carlo-Simulationen gelten dann als sinnvoll, wenn mehrere Annahmen als risikobehaftet angesehen werden.<sup>234</sup>

##### **2.4.4.1 Technischer Ablauf**

Zur Anwendung einer Monte-Carlo-Simulation ist ein Algorithmus zur Berechnung einer Zielgröße (z. B.  $V_n$ ) erforderlich. Die einzelnen Modellgrößen, die als risikobehaftet definiert werden, werden nachfolgend als Risikogrößen bezeichnet. Jede Modellgröße, die risikobehaftet ist, wird durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben. Die Beziehungen untereinander können mit Korrelationskoeffizienten beschrieben werden. Die Simulation selbst ist ein Näherungsverfahren, das neben dem Entscheidungsmodell auf der Definition von Wahrscheinlichkeitsverteilung und der Verwendung von Zufallszahlen basiert (siehe Abbildung 16).<sup>235</sup> Bevor die Simulation beginnt, müssen noch verschiedene Parameter festgelegt werden, auf deren Basis die Zufallszahlen ausgewählt werden sollen.

Computergestützt wird dann eine gewählte Anzahl an Einzelszenarien iterativ

---

<sup>231</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 241.

<sup>232</sup> Vgl. Kruschwitz (2020), S. 280.

<sup>233</sup> Vgl. Behrens u. a. (2016); Čadež (1998); Čadež u. a. (2019); Heinendirk (2015); Hofstadler u. a. (2016); Nemuth (2005); Werner-Ehrenfeucht u. a. (1994).

<sup>234</sup> Vgl. Romeike (2018), S. 175

<sup>235</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 191.

berechnet. Jedes Szenario wird gespeichert und die Ergebnisse der Zielgröße statistisch zusammengefasst. Typisch ist die zusammenfassende Darstellung mithilfe einer Häufigkeitsverteilung und die Auswertung der statistischen Parameter. Mithilfe der Parameter können dann Aussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit einer gewünschten Zielgröße getroffen werden. Eine feste Entscheidungsregel liefert das Verfahren jedoch per se nicht. Dazu ist im Anschluss eine qualitative Interpretation der Daten erforderlich. Im Gegensatz zu anderen Verfahren bieten die vielseitigen Auswertmöglichkeiten jedoch die Möglichkeit, Entscheidungsregeln anhand mehrerer Parameter zu definieren. Die verwendeten Entscheidungsregeln sind Teil einer Risikostrategie, die darüber entscheidet, mit welchem Risiko eine Entscheidung getroffen werden soll. Ein Richtig oder Falsch kann es hier nicht geben, weil Entscheidungsträger in einem unterschiedlich hohem Maße in der Lage sind, Risiken einzugehen.

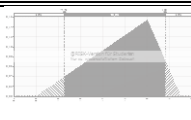
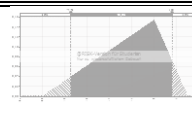
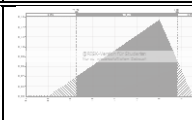
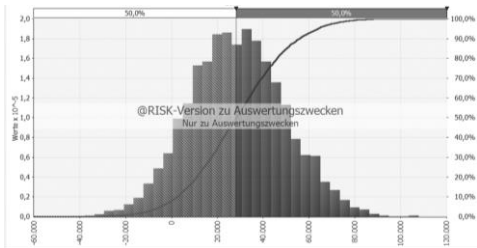
Risikogrößen	A	B	C	...																									
Wahrscheinlichkeitsverteilung				...																									
Korrelationskoeffizienten	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>...</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>A</th> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>B</th> <td>0,1</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>C</th> <td>0,3</td> <td>-0,5</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <th>...</th> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>					A	B	C	...	A	1				B	0,1	1			C	0,3	-0,5	1		...	...	...	...	1
	A	B	C	...																									
A	1																												
B	0,1	1																											
C	0,3	-0,5	1																										
...	...	...	...	1																									
Zielgröße (z. B. $V_n$ )	$f(x) = y (x_A, x_B, x_C, \dots)$																												
Simulationsparameter	Iterationszahl, Zufallszahlengenerator, Probenerhebungsverfahren																												
Datenaufbereitung (Ergebnisse)																													
Interpretation	$V_{50\%} = xy \text{ €}$ $VaR = xy \text{ €}$ $SD = xy \text{ (-)}$ ...																												

Abbildung 16: Vorgehensweise bei einer Monte-Carlo-Simulation<sup>236</sup>

<sup>236</sup> Eigene Darstellung.

Nachfolgend soll, ungeachtet von der Definition einer Entscheidungsregel, zunächst auf die Datenbeschaffung, die Modellierung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen, den Einfluss verschiedener Simulationsparameter sowie auf die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse eingegangen werden.

#### 2.4.4.2 Datenbeschaffung

Die zur Modellierung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung erforderlichen Daten lassen sich methodisch mit statistischen Testverfahren oder Expertenschätzungen bestimmen (siehe Abbildung 17).<sup>237</sup>

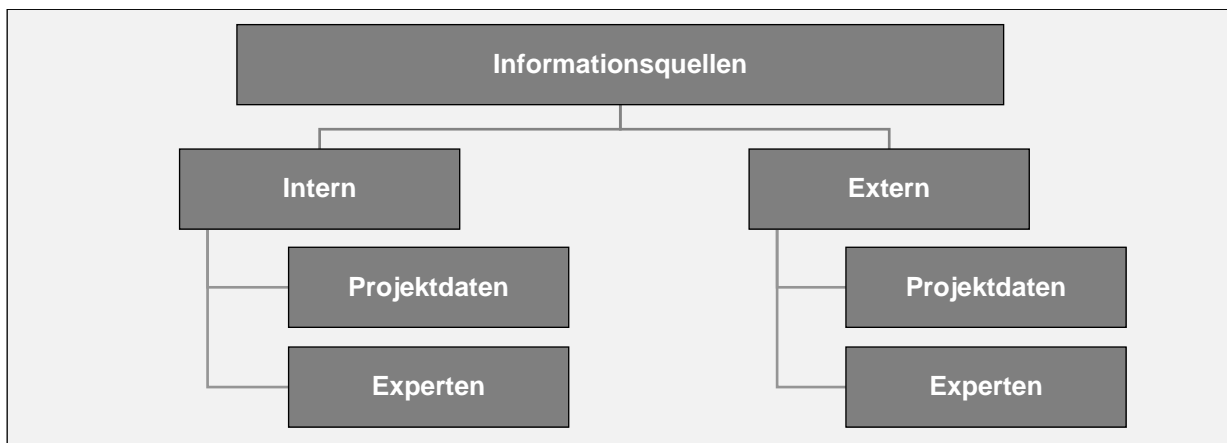


Abbildung 17: Informationsquellen zur Bestimmung einer Risikogröße<sup>238</sup>

Die höchste Objektivität verspricht eine Kombination aus internen und externen historischen Projektdaten, die im Rahmen der Risikoanalyse zu einer Verteilungsfunktion verarbeitet werden. Empirische Daten sind jedoch häufig lückenhaft oder wurden für eine ausgewählte Fragestellung nur unzureichend erhoben. Es besteht weiterhin die Gefahr, dass nicht immer von Daten aus der Vergangenheit auf die Zukunft geschlossen werden kann. Wird davon ausgegangen, dass die Datengrundlage vollständig ist und die Entwicklungen aus der Vergangenheit sich auch auf die Zukunft übertragen lassen, entfallen eigenwillige Anpassungen bei der Modellierung. Der Aufwand bei der Datengewinnung und Modellierung kann geringgehalten werden. Besonders bei finanziell bedeutsamen oder sehr speziellen Fragestellungen eignet es sich allerdings Experten mit einzuschalten und die vorhandene Datengrundlagen projektspezifisch zu prüfen. Dies kann der Fall sein bei der Kalkulation von Baukosten oder Kaufpreisen, allgemein bei sehr komplexen Projekten wie Hotels oder größeren Quartieren oder bei strategisch relevanten Fragestellungen wie der zukünftigen Anwendung digitaler Gebäudezwillinge

<sup>237</sup> Vgl. Assenmacher (2000), S. 237.

<sup>238</sup> Eigene Darstellung.

(Building Information Modeling).

Zur Verarbeitung vorhandener Datensammlungen können verschiedene **statistische Testverfahren** verwendet werden. Mithilfe der Testverfahren wird die statistische Güte einer angenommenen Verteilungsfunktionen geprüft. Zu den Testverfahren gehören beispielsweise der Anderson-Darling-Test, der Smirnow-Kolmogorov-Test oder der Pearson-Chi-Quadrat-Test. Darüber hinaus kann das Akaike- (AIC) und das Bayessche Informationskriteriums (BIC) eingesetzt werden. Die Umsetzung der Testverfahren kann softwarebasiert erfolgen. Im nachfolgenden Beispiel wurde ein Datensample für die Kalkulation eines Baukosteneinsparpotentials verwendet und die Modellierung mehrerer Verteilungsfunktionen statistisch geprüft (siehe Abbildung 18).

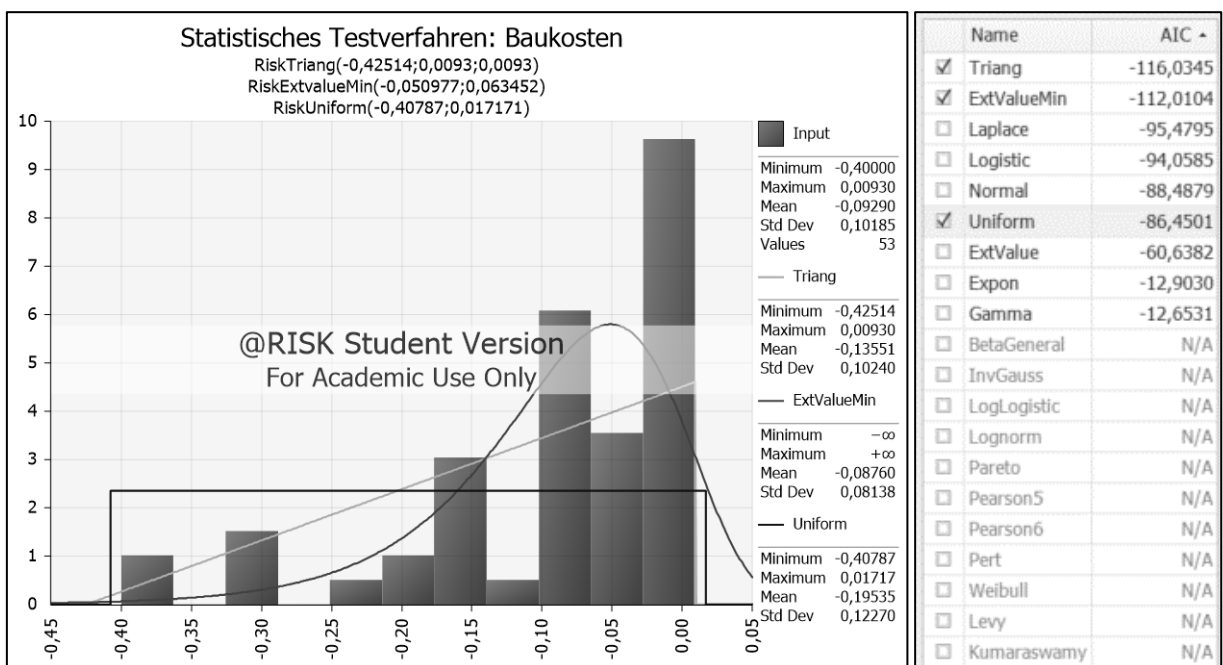


Abbildung 18: Anwendung eines statistischen Testverfahrens (hier: AIC)<sup>239</sup>

Die Ausprägung des Einsparpotenzials ist auf der x-Achse dargestellt. Der Wert 0,00 bedeutet, dass keine Veränderungen der Baukosten erwartet werden. Ein negativer Wert (z. B. -0,15) bedeutet, dass von einer Einsparung in Höhe von 15 % ausgegangen wird. Auf der y-Achse ist hier die Anzahl der erhobenen Datenpunkte dargestellt. Mit Hilfe eines statistischen Testverfahrens werden nun verschiedene Verteilungsfunktionen geprüft, um die Wahrscheinlichkeit der Baukosteneinsparung auf Grundlage der Daten in Form einer Funktion in der Investitionsrechnung berücksichtigen zu können. Die Daten wurden dazu vorab geclustert (hier als Dezimalzahl in 0,05-Schritten).

<sup>239</sup> Eigene Darstellung.

In diesem Fall wurde das Akaike-Informationskriterium als Testverfahren ausgewählt. Rechts am Rand der Abbildung sind die Testergebnisse eines statistischen Testverfahrens in einer Rangfolge zu erkennen. Sie geben an, wie die Abweichungen zwischen Datensample und Verteilungsfunktionen statistisch bewertet werden. Die Dreiecksverteilung („Triang“) wird im vorliegenden Fall als bestmögliche Verteilungsart angesehen. Werden andere statistische Testverfahren verwendet, können sich abweichende Empfehlungen ergeben. Weitere Einstellungsmöglichkeiten (Kriterien zum Ausschluss von Ausreißern, Auswahl der zu überprüfenden Verteilungsarten etc.) führen dazu, dass die Auswahl einer geeigneten Wahrscheinlichkeitsverteilung trotz historischer Datengrundlage weiterhin einigen subjektiven Entscheidungen unterliegt. Gerade bei begrenzt aussagekräftigen Datensamples kann eine statistische Aufbereitung existierender Daten bei der Modellierung allenfalls unterstützend eingesetzt werden.

Bei einer **Expertenschätzung** werden subjektiv ermittelte Wahrscheinlichkeiten systematisch erfasst. Die Vorstellungen der Experten werden in numerische Werten übersetzt. Die Erfahrung und die Intuition eines Experten gilt es passend für die individuelle Fragestellung (z. B. ein besonderes Projekt, eine bestimmte Kalkulationsgröße oder strategische Frage) explizit zu erfassen.<sup>240</sup> Um verwertbare Ergebnisse aus einer Expertenschätzung zu erhalten, ist die Expertenauswahl und ein geeignetes Schätzverfahren wichtig. Sofern Experten nach einer ökonomischen Einschätzung befragt werden, kommen üblicherweise Punktschätzverfahren, die Intervalltechnik sowie die diskrete Schätzung zum Einsatz (siehe Abbildung 19).<sup>241</sup>

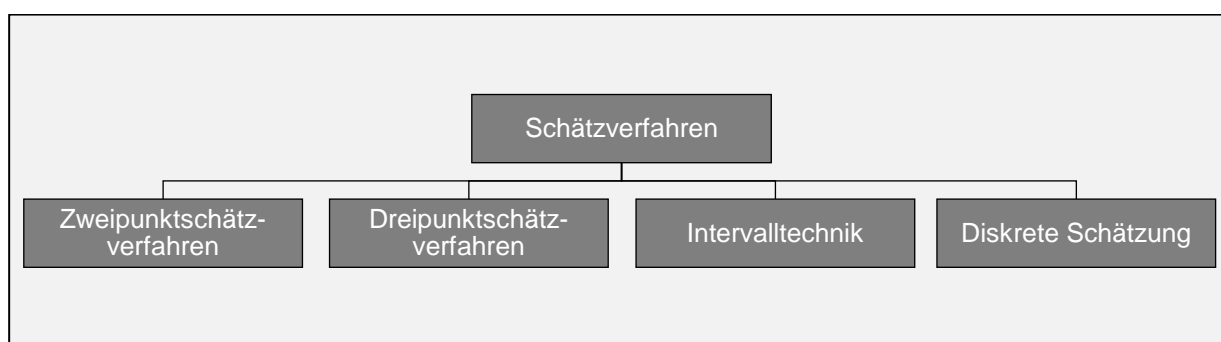


Abbildung 19: Auswahl anerkannter Schätzverfahren<sup>242</sup>

Beim **Zweipunktschätzverfahren** wird ein Wertebereich durch einen kleinsten und einen größten Wert (Best-/Worst-Case) abgegrenzt. Die Eintrittswahrscheinlichkeit bzw.

<sup>240</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 93.

<sup>241</sup> Vgl. Keefer u. a. (1983), S. 595.

<sup>242</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Klein (2011), S. 38.

die statistischen Lageparameter der beiden Werte werden vorgegeben. Es werden zwei Wertangaben hinsichtlich des Ausmaßes abgefragt. Eingesetzt wird das Zweipunktschätzverfahren immer dann, wenn kein Regelfall (Use-Case) definiert werden kann.<sup>243</sup>

Eine Erweiterung stellt die **Dreipunktschätzung** dar. Beim Dreipunktschätzverfahren sind drei Wertangaben zur Beschreibung des Worst-, Best- und Use-Case-Szenarios (Ausmaß) notwendig. Die Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. die statistischen Lageparameter der drei Fälle sind vorab zu bestimmen.<sup>244</sup>

Ein aufwendigeres Schätzverfahren ist die **Intervalltechnik**. Auf Basis mehrerer Zweipunktschätzungen (Worst-/Best-Case-Angaben) werden einzelne, gleich große Teilintervalle gebildet.<sup>245</sup> Für jedes Teilintervall ist die Angabe der Eintrittswahrscheinlichkeit notwendig. Die Summe der Eintrittswahrscheinlichkeiten aller Intervalle muss 100 % ergeben. Man nimmt somit an, dass die Werte innerhalb eines Teilintervalls mit der gleichen Wahrscheinlichkeit eintreten. Die Intervalltechnik an sich fordert deutlich mehr Angaben als beim Zwei- oder Dreipunktschätzverfahren.

Noch aufwendiger können **diskrete Schätzungen** sein. Hierbei wird nach konkreten Eintrittsfällen gefragt. Für jeden Eintrittsfall ist die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Höhe des Ausmaßes zu bestimmen. Diskrete Schätzungen kommen zum Einsatz, wenn die Anzahl der möglichen Eintrittsfälle abzählbar ist.<sup>246</sup> Bei nur zwei möglichen Eintrittsszenarien kann der Aufwand geringgehalten werden.

Das Schätzverfahren kann mit Einzelpersonen oder als Gruppenschätzung (auch als Risikoworkshop bezeichnet) durchgeführt werden. Gruppenschätzungen sind aufwendiger, werden jedoch als sinnvoll bewertet, wenn es sich um größere Projektentwicklungen oder langfristig bedeutende strategische Entscheidungen handelt, für die unterschiedliche Kompetenzen notwendig sind.<sup>247</sup>

Zur Umsetzung einer **Gruppenschätzung** sind unterschiedliche Vorgehensweisen denkbar. Eine anerkannte Methode ist das Delphi-Verfahren. Dieses ist wiederum ebenfalls in unterschiedlicher Art und Weise umsetzbar. Beim Delphi-Verfahren handelt es sich um systematisches, mehrstufiges und anonymisierbares Befragungsverfahren. Es

---

<sup>243</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 189.

<sup>244</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 184 f.

<sup>245</sup> Vgl. Klein (2011), S. 38.

<sup>246</sup> Vgl. Klein (2011), S. 38.

<sup>247</sup> Vgl. Götze (2014), S. 21.

wird unter anderem im Technologiebereich angewendet.<sup>248</sup> Ein wesentliches Merkmal des Delphi-Verfahrens sind die Feedback-Runden, in denen die Zwischenergebnisse den Teilnehmern zur wiederholten Einschätzung zur Verfügung gestellt werden.<sup>249</sup> Unter Berücksichtigung verschiedener Expertenmeinungen besteht die Herausforderung dann in der Konsensbildung. Wie mit den Daten bei fehlender Konsensbildung weitergearbeitet werden soll, steht zunächst frei.

Die erwartbare **Teilnehmeranzahl** bei einem Delphi-Verfahren hängt unter anderem von der Anzahl der betroffenen Fachgebiete, der Definition des Expertenstatus sowie dem Umfang des vorgesehenen Fragenkataloges ab.<sup>250</sup> Aufgrund der selektiven Ausrichtung wird in der Fachliteratur empfohlen, ein besonderes Augenmerk auf die Gestaltung des Frage- bzw. Thesenbogens sowie die Definition der „Experten“ zu legen (Qualität statt Quantität).<sup>251</sup> Infolgedessen kann es bei sehr innovativen Forschungsfragen in einzelnen Nischen dazu führen, dass sich oft gar nicht so viele Experten auffinden lassen.<sup>252</sup> Idealerweise sollten Vertreter diverser Anspruchsgruppen einbezogen werden.

Verfahrenstechnisch wird zwischen Gruppen-Delphi, Standard-Delphi und einem Realtime-Delphi unterschieden.<sup>253</sup> Anhand der Anonymität, der Art der Durchführung und der Art des Feedbacks lassen sich die Verfahren voneinander abgrenzen (siehe Abbildung 20).

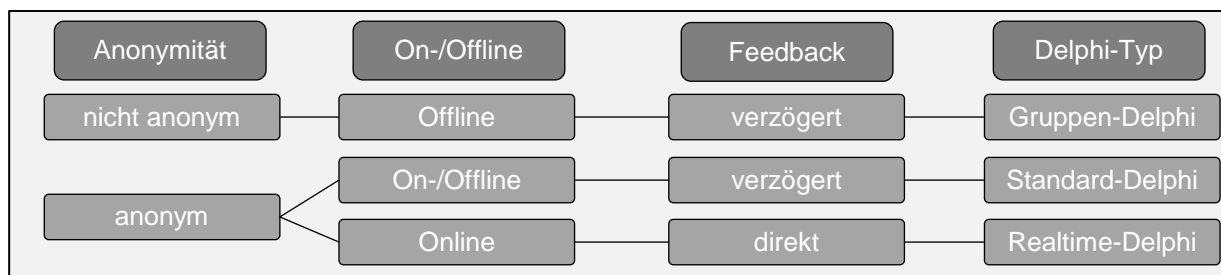


Abbildung 20: Auswahl anerkannter Delphi-Verfahren<sup>254</sup>

Ein **Gruppen-Delphi** wird bei einem persönlichen Treffen („offline“) durchgeführt. Die Teilnehmer diskutieren in der Gruppe ein ausgewähltes Zukunftsszenario. Die Einschätzungen sind dadurch nicht anonym. Nach den einzelnen Diskussionsrunden werden

<sup>248</sup> Vgl. Niederberger u. a. (2019), S. 5.

<sup>249</sup> Vgl. Niederberger u. a. (2019), S. 5.

<sup>250</sup> Vgl. Steinmüller (2019), S. 40.

<sup>251</sup> Vgl. Cuhls (2019), S. 20.

<sup>252</sup> Vgl. Grupp (1993).

<sup>253</sup> Vgl. Niederberger u. a. (2019).

<sup>254</sup> Eigene Darstellung.



Zwischenfazits gezogen und die unterschiedlichen Auffassungen zusammengestellt. Die Feedbacks müssen ausgearbeitet werden, sodass ein Zwischenfazit nur verzögert zurückgegeben wird. Ein Gruppen-Delphi eignet sich vor allem dann, wenn Argumentationen gegenseitig ausgetauscht werden sollen. Kritisch zu betrachten sind bei einem Gruppen-Delphi die gruppendynamischen (psychologischen) Prozesse, bei denen eine wortgewandte Meinungsführerschaft dominanter Teilnehmender nicht zweifelsfrei verhindert werden kann.<sup>255</sup>

Die Anonymität wiederum ist ein wichtiger Aspekt bei der Durchführung der klassischen **Standard- und Realtime-Delphi-Befragungen**.<sup>256</sup> Die Studienteilnehmer kennen sich dabei bis zum Ende des Verfahrens nicht. Bei einem Realtime-Delphi nehmen die Experten anonym an einer Online-Befragung teil und können in einem festgelegten Zeitfenster mehrmals an der Befragung partizipieren. Haben die Teilnehmer ihre Einschätzungen abgegeben, folgt ein automatisches Feedback, wodurch eine hohe Effizienz erzielt werden kann. Kontrollen, inwiefern die Teilnehmer die Fragen verstanden haben, sind jedoch nicht direkt möglich. Außerdem kann ein entsprechender Programmieraufwand notwendig werden, um spezielle Lösungen zu konzipieren. Erläuterungen zur Ausgangssituation sind bei einer Online-Durchführung mit erheblichem Aufwand verbunden.

Insgesamt werden zur Umsetzung einer Gruppenschätzung bei einem Standard-Delphi-Verfahren die geringsten Verzerrungen erwartet. Hier kann es lediglich zu Verzögerungen bei den Feedback-Runden kommen, was den Aufwand insgesamt erhöht.

#### 2.4.4.3 Modellierung

Der Modellierungsprozess beschreibt die Verwertung der zuvor beschaffenen Daten. Die Daten werden im Vorfeld der Simulation in Verteilungsfunktionen übersetzt.

Bei Wahrscheinlichkeitsverteilungen wird zwischen diskreten und stetigen Verteilungen unterschieden.<sup>257</sup> **Diskrete Verteilungen** werden eingesetzt, wenn die Anzahl der Eintrittsfälle abzählbar und endlich ist. Durch das Aufsummieren der Wahrscheinlichkeitswerte einzelner Eintrittsfälle können Aussagen über die Wahrscheinlichkeit bei Betrachtung eines Grenzwertes getroffen werden. **Stetige Verteilungen** werden hingegen eingesetzt, wenn theoretisch mit unendlich vielen Eintrittsfällen gerechnet werden kann.

---

<sup>255</sup> Vgl. Häder (2014); Döring u. a. (2016); Niederberger u. a. (2019).

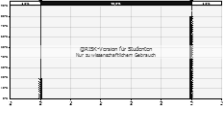
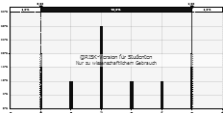
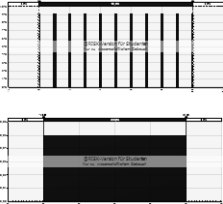
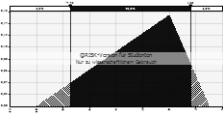
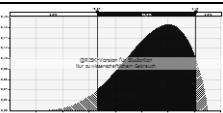
<sup>256</sup> Vgl. Cuhls (2019), S. 24.

<sup>257</sup> Vgl. Cramer u. a. (2020); Romeike (2018), S. 178.

Die Eintrittswahrscheinlichkeiten sind für einen festgelegten Wertebereich anzugeben. Die Verteilung wird dann mithilfe einer Dichtefunktion beschrieben.

Hinsichtlich der **Verteilungsform** unterscheidet man zwischen unimodalen und multimodalen, offenen und geschlossenen, asymmetrischen und symmetrischen Verteilungen.<sup>258</sup> Einige bekannte diskrete und stetige Verteilungen sind in einer Tabelle nachfolgend zusammengefasst (siehe Tabelle 6).

**Tabelle 6: Eigenschaften verschiedener Wahrscheinlichkeitsverteilungen** <sup>259</sup>

Verteilung	diskret/stetig	Grafik	Form	Parameter
Bernoulli	diskret		(a-)symmetrisch	Erfolgswahrscheinlichkeit P (0<P<1)
Frei definierbare diskrete Verteilung	diskret		frei	tabellarisch mit P(X)
Gleichmäßig	diskret/stetig		symmetrisch	Minimum, Maximum
Normal	stetig		symmetrisch	Erwartungswert, Standardabweichung
Dreieck	stetig		(a-)symmetrisch	Minimum, Maximum, Modalwert
PERT	stetig		(a-)symmetrisch	Minimum, Maximum, Modalwert

Zur Charakterisierung der Verteilungen werden verschiedene Merkmale betrachtet. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Art (diskret/stetig), ihrer Form und der Angabe notwendiger Parameter. Die Anwendung standardmäßiger Verteilungen und der entsprechenden Parameter erleichtert die Durchführung von Schätzverfahren. Zu den Parametern zählen bei stetigen Verteilungen diverse Lageparameter (arithmetischer Mittelwert,

<sup>258</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 56 f.

<sup>259</sup> Eigene Darstellung.

Modus, Median, Maximum, Minimum), Streumaße (z. B. Varianz, Standardabweichung, Quantile) sowie Maße zur Beschreibung der Schiefe (drittes empirisches Moment) und Wölbung (viertes empirische Moment). Bei diskreten Verteilungen werden die Eintrittsfälle anhand der Anzahl an Eintrittsfällen und der Eintrittswahrscheinlichkeit beschrieben.

Eine typische diskrete Verteilung ist die **Bernoulli-Verteilung**. Sie wird insbesondere bei dichotomen Entscheidungen (tritt ein/tritt nicht ein) verwendet. Bei der Bernoulli-Verteilung ist die Eintrittswahrscheinlichkeit  $P$  für den Eintrittsfall zu definieren. Daneben lassen sich diskrete Verteilungen auch bei mehreren Eintrittsfälle frei definieren (z. B. bei der Intervalltechnik). Dies erfordert jedoch einen vergleichsweise hohen Eingabearaufwand. Sollen im Gegensatz zur diskreten Verteilung mehrere Szenarien in unbestimmter Anzahl berücksichtigt werden, ist die Modellierung stetiger Verteilungen gegenüber einer frei definierbaren diskreten Verteilung zu bevorzugen.

Eine **Gleichverteilung**, als einfachste diskrete Verteilung, kann durch Angabe des Minimums und des Maximums definiert werden. Die Gleichverteilung wird beim Zweipunktschätzverfahren eingesetzt.<sup>260</sup> Die Eintrittswahrscheinlichkeit im Rahmen der definierten Grenzwerte ist überall gleich. **Normalverteilungen** (auch Glockenkurven genannt) sind stetige, symmetrische Verteilungen. Sie können anhand des Erwartungswertes und der Standardabweichung bestimmt werden. Bei einer Normalverteilung geht man davon aus, dass positive und negative Abweichungen von einem Erwartungswert gleich häufig auftreten. Normalverteilungen benötigen die Angabe eines Erwartungswerts und der Standardabweichung.<sup>261</sup> Starr symmetrische Verteilungen eignen sich jedoch nicht, wenn Chancen und Gefahren (positive und negative Abweichungen vom Erwartungswert) mit einer unterschiedlich hohen Wahrscheinlichkeit eintreten können (asymmetrische Verteilung). **PERT-Verteilungen** und **Dreiecksverteilungen** hingegen können asymmetrisch verteilt sein. Sie werden beim Dreipunktschätzverfahren eingesetzt.<sup>262</sup> Die Extremfälle Best- und Worst-Case werden mithilfe statistischer Lageparameter, z. B. dem Minimum/Maximum oder Quantilen ( $Q_5\%/Q_{95}\%$ ) beschrieben. Der Use-Case wird mit dem Modalwert (häufigster Wert) definiert. Die PERT-Verteilung ist vom Grundsatz her ähnlich aufgebaut wie die Dreiecksverteilung. Der Unterschied liegt darin, dass bei der PERT-Verteilung nicht von einem linearen An- oder Abstieg, sondern einer

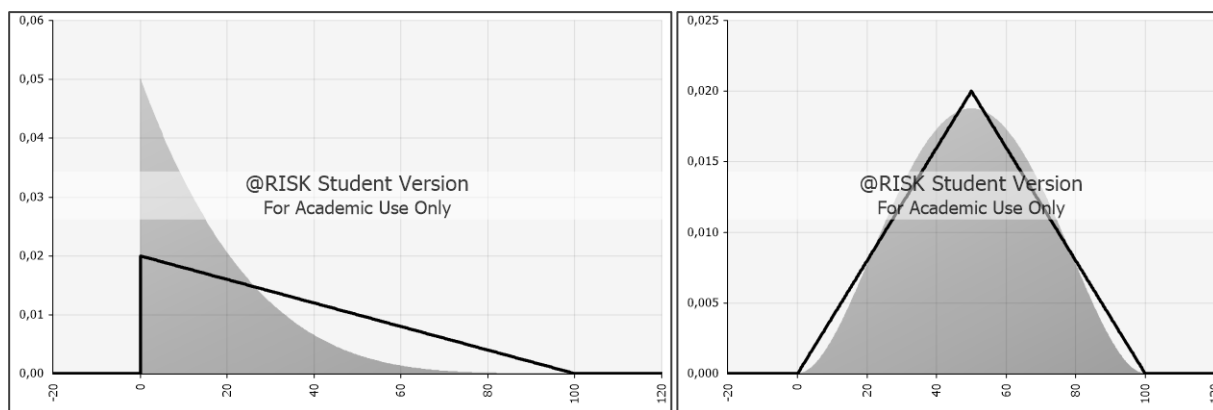
---

<sup>260</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 189.

<sup>261</sup> Vgl. Jakoby (2015), S. 188.

<sup>262</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 184 f.

abgerundeten (beta-)Verteilung ausgegangen wird. Bei einer Verteilung, bei der ein Extremwert identisch mit dem am häufigsten vorkommenden Wert einer Verteilung ist (rechtwinklige Dreiecksform), werden bei der Modellierung einer PERT-Verteilung die Eintrittsfälle im Bereich eines Erwartungswertes tendenziell stärker berücksichtigt (siehe Abbildung 21).



**Abbildung 21: PERT- vs. Dreiecksverteilung (asymmetrisch und symmetrisch)<sup>263</sup>**

Beim dargestellten Beispiel wurde in zwei Fällen eine PERT-Verteilung (grauer Bereich) und eine Dreiecksverteilung (Strichlinie) überlagert. Im linken und rechten Beispiel wurden jeweils identische Eingabeparametern verwendet. Die Unterschiede zwischen den beiden Verteilungen werden anhand der Darstellung sichtbar. Bei der PERT-Verteilung würde ein Zufallszahlengenerator tendenziell mehr Zufallszahlen in der Nähe des Erwartungswertes generieren (siehe linkes Diagramm). Bei annähernd symmetrischen Verteilungen sind die Unterschiede zwischen Dreiecks- und PERT-Verteilung eher gering (siehe rechtes Diagramm). Bei einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, die unter Unsicherheit betrachtet werden soll, würde man mit einem Dreipunktschätzverfahren für jede risikobehaftete Modellgröße jeweils eine PERT-Verteilung modellieren. Auf der Abbildung 22 dargestellt ist ein Beispiel für die Größe Baukosten (KG 300 + 400). Die Schätzwerte für den Best- und Worst-Case werden bei der Verwendung der PERT-Verteilungen als Minimum bzw. Maximum und der Use-Case als Modalwert (höchstwahrscheinlicher Wert) verwendet. Die Modellierungen können softwareseitig erfolgen. Darauf aufbauend folgt die Risikoaggregation (Monte-Carlo-Simulation).

<sup>263</sup> Eigene Darstellung.

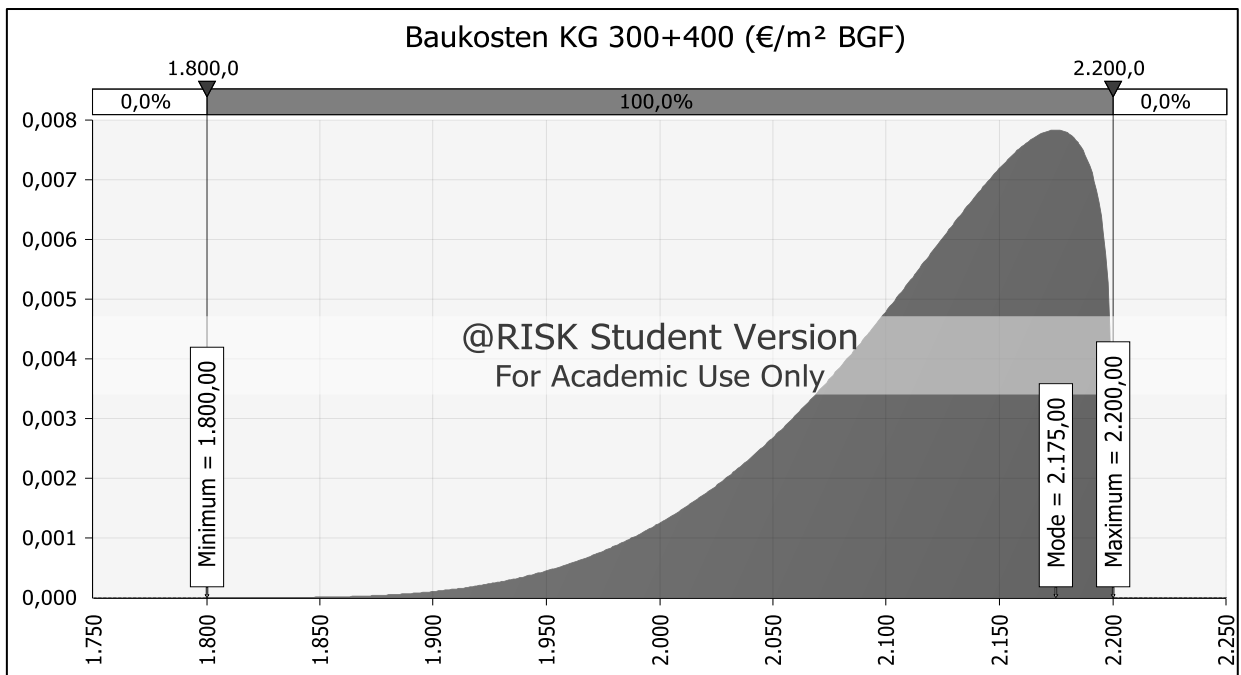


Abbildung 22: Wahrscheinlichkeitsverteilung bei Dreipunktschätzung (Modellierungsbeispiel)<sup>264</sup>

Neben den vorgenannten Beispielen gibt es noch eine Reihe **weiterer Verteilungstypen**, die mit wenigen Parametern modelliert werden können. Grundsätzlich lassen sich Verteilungen auch frei modellieren (z. B. im Rahmen von Gruppenschätzungen). Dies kann jedoch zu Scheingenaugkeiten, fehlender Transparenz und einem erhöhten Aufwand bei der Erhebung führen. Insbesondere bei einer späteren Rechtfertigung wird es oft schwierig, die Form einer frei definierten Verteilung zu erklären.<sup>265</sup> Es erfordert außerdem statistische Grundkenntnisse der einzelnen Fachexperten. Die Modellierung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen ist angesichts des Erhebungsaufwandes als nicht angemessene Methode zu beurteilen. Vielmehr sind bei der Umsetzung eines Schätzverfahrens einfache Verteilungen zu bevorzugen. Insbesondere dann, wenn eine Vielzahl an Verteilungen bestimmt werden muss (hohe Anzahl risikobehafteter Modellgrößen).

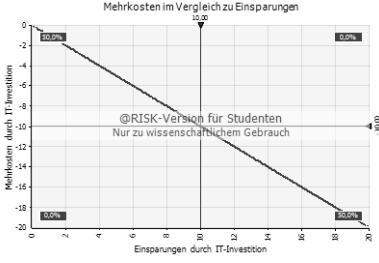
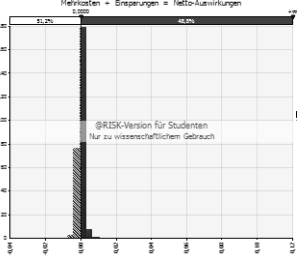
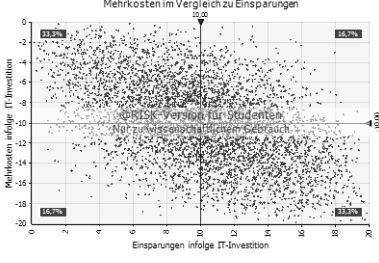
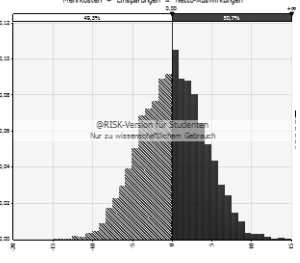
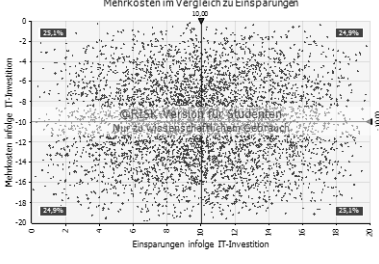
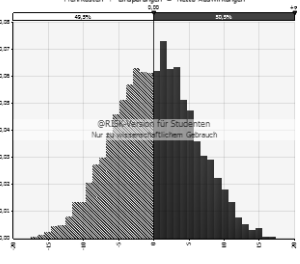
Nach der Modellierung einzelner Verteilungen sind die **Korrelationen** untereinander zu betrachten. Als Korrelation wird eine Abhängigkeit zwischen zwei oder mehreren Variablen bezeichnet. Der Korrelationskoeffizient ist ein statistisches Maß, um die Beziehung zweier Merkmale zu beschreiben. Er misst die Richtung und die Stärke des Zusammenhangs und kann Werte zwischen +1 und -1 annehmen. Werte von -1 bedeuten einen perfekt negativen Zusammenhang. Das heißt, wenn ein Wert steigt, fällt der

<sup>264</sup> Eigene Darstellung.

<sup>265</sup> Vgl. Hildenbrand (1988), S. 160.

andere. Eine Korrelation von  $\pm 0$  signalisiert, dass zwischen den Werten kein statistischer Zusammenhang besteht. Ein perfekt positiver Zusammenhang besteht bei einem Korrelationskoeffizienten von  $+1$ . Das heißt, wenn ein Wert steigt, steigt auch der andere. Bei Monte-Carlo-Simulationen beschreiben die Korrelationen die Beziehung der Verteilungen bzw. der zufällig ausgewählten Zahlen. Zwei Verteilungen korrelieren, wenn die Ausprägungen einer Verteilung die Ausprägung der anderen Verteilung beeinflusst. Laut Softwarehersteller wird die Wahl der Zufallszahlen unter Berücksichtigung der Korrelationskoeffizienten nachträglich korrigiert.<sup>266</sup> Die Auswirkungen verschiedener Korrelationskoeffizienten bei einer Risikosimulation mit zwei Risikogrößen ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. In dem dargestellten Beispiel werden zwei Normalverteilungen für die Variablen a und b bei einer einfachen Addition betrachtet (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Korrelationseffekte bei Risikosimulationen<sup>267</sup>

Korrelationskoeffizient $r_{xy}$	Verteilung der Zufallszahlen in Abhängigkeit der Größen a (x-Achse) und b (y-Achse)	Auswirkungen (Risikoaggregation), hier mit: $a + b = c$
-1		
-0,5		
+/-0		

Erkennbar ist, dass die Streuung der Zufallszahlen abnimmt, umso stärker die

<sup>266</sup> Vgl. Palisade (2020).

<sup>267</sup> Eigene Darstellung.

Verteilungen korrelieren (bei +1 spiegelverkehrt zu -1). Dies kann sich auch auf die Verteilung der Zielgröße  $c$  auswirken (siehe rechte Spalte). Bei mehreren Risikogrößen und unterschiedlichen Operationen (Subtraktion, Multiplikation, Division) können sich unterschiedliche Effekte ergeben.<sup>268</sup> Die Korrelationskoeffizienten selbst werden mithilfe theoretischer Überlegungen und Expertenbefragungen geschätzt oder auf Grundlage einer Datensammlung statistisch hergeleitet.<sup>269</sup> Sie werden typischerweise tabellarisch als Kreuztabelle angegeben, um die Beziehungen der einzelnen Verteilungen zu beziffern. Bei einer Schätzung wird in der Fachliteratur vorgeschlagen, qualitative Aussagen in entsprechende Korrelationskoeffizienten zu übersetzen (siehe Tabelle 8).

**Tabelle 8: Schätzungen von Korrelationskoeffizienten<sup>270</sup>**

Auswirkung	Korrelationskoeffizient
Geringer Effekt	$r = 0,1$
Mittlerer Effekt	$r = 0,3$
Großer Effekt	$r = 0,5$

Die Tabelle zeigt eine von Cohen definierte Übersetzung qualitativer Einschätzungen in eine quantitativ verwertbare Form. So wird ein geringer Effekt mit einem betragsmäßig kleinen Wert (hier: 0,1) und ein großer Effekt mit einem betragsmäßig größeren Wert (hier: 0,5) in Korrelationskoeffizienten übersetzt. Die Übersetzung von geringen, mittleren und großen Effekten folgt jedoch keiner festen Definition. In der Fachliteratur sind auch andere Abstufungen zu finden.<sup>271</sup> Korrelationskoeffizienten zu schätzen, kann aufgrund des Abstraktionsgrads in der Praxis schwierig sein. Die Beziehungen mehrerer Korrelationskoeffizienten kann bei einer Vielzahl an Risikofaktoren einen hohen Aufwand bedeuten.<sup>272</sup> Kummer stellt in seiner Dissertation fest, dass Anwender in früheren wissenschaftlichen Arbeiten die Korrelationseffekte alternativ bereits in der Streuung, beispielsweise beim Dreipunktschätzverfahren im Best- oder Worst-Case, mit einkalkulieren (z. B. breitere Streuungen, offene Grenzen).<sup>273</sup>

Besteht Grund zur Annahme, dass nur Teilbereiche einer Verteilung mit einem Teilbereich einer anderen Verteilung korrelieren, können Copula definiert werden.<sup>274</sup> Hierauf soll im Rahmen der Forschungsarbeit bzw. der vorgesehenen Schätzverfahren nicht

<sup>268</sup> Vgl. Kummer (2015), S. 178 ff.

<sup>269</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 225.

<sup>270</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Cohen (1988).

<sup>271</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 287.

<sup>272</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), 225.

<sup>273</sup> Vgl. Kummer (2015), S. 200.

<sup>274</sup> Vgl. Bayer (2011), S. 97 ff.

näher eingegangen werden. Dies würde den Schätz- und Modellierungsaufwand weiter deutlich erhöhen.

#### 2.4.4.4 Simulation

Nachdem alle Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Beziehungen untereinander definiert worden sind, folgt die rechnergestützte Simulation. Hierzu sind zunächst ein Zufallszahlengenerator, das Probenerhebungsverfahren und die Iterationszahl festzulegen. Der **Zufallszahlengenerator** beschreibt einen Algorithmus, der zur Generierung der verwendeten Zufallszahlen eingesetzt wird. Sie arbeiten nach dem Prinzip der Gleichverteilung. In einem ausgewählten Intervall werden verschiedene Zahlen möglichst schnell, gleichmäßig und unabhängig voneinander generiert. Ein langer Zyklus (Wiederholung des Algorithmus) verhindert die periodische Generierung der gleichen Zahlen.<sup>275</sup> Ein **Probenerhebungsverfahren** sorgt anschließend dafür, dass die Auswahl der Zufallszahlen in Anlehnung an eine vorgesehene Verteilungsfunktion ausgewählt werden.<sup>276</sup> In den Softwarelösungen werden unterschiedliche Probenerhebungsverfahren angeboten. Man unterscheidet zwischen Monte-Carlo- und Latin-Hypercube-Verfahren (siehe Abbildung 23).

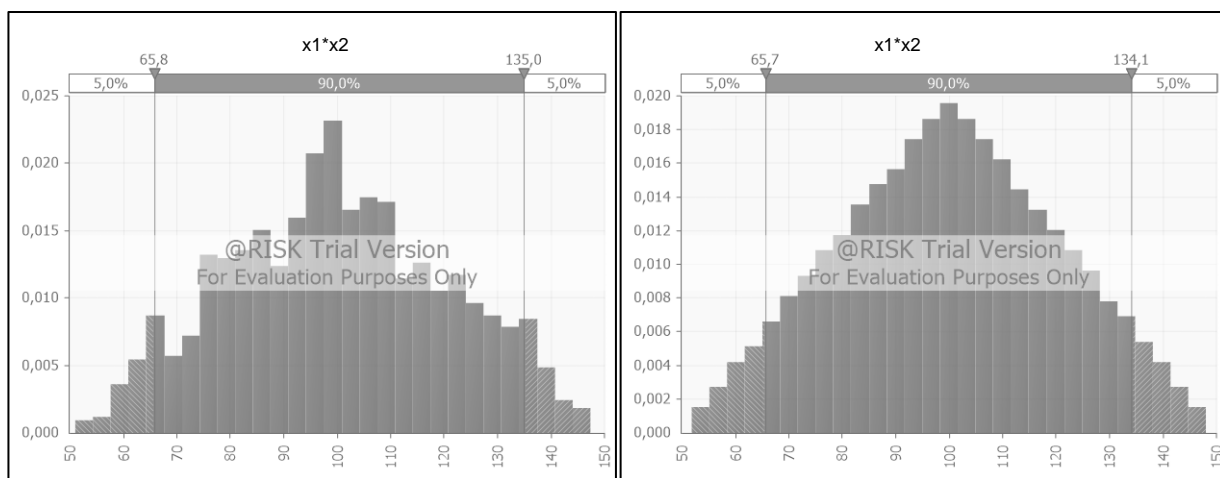


Abbildung 23: Monte-Carlo vs. Latin-Hypercube-Verfahren<sup>277</sup>

Dargestellt ist das Simulationsergebnis einer Multiplikation zweier Variablen. Die **Iterationszahl** ist in beiden Fällen gleich ( $n = 1.000$ ). Sie gibt an, wie viele Einzelszenarien simuliert werden sollen. Links dargestellt ist das Ergebnis unter Anwendung des Monte-Carlo-Verfahrens, rechts das Ergebnis mit dem Latin-Hypercube-Verfahren. Beim Latin-

<sup>275</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 209.

<sup>276</sup> Vgl. Hofstadler u. a. (2016), S. 210.

<sup>277</sup> Eigene Darstellung.



Hypercube werden die Zufallszahlen gleichmäßig erhoben. Das Monte-Carlo-Verfahren arbeitet unvorhersehbarer. Bei einer höheren Anzahl an Wiederholungen gleichen sich die Verfahren aneinander an. Eigene Tests haben gezeigt, dass sich die Ergebnisse ab ca. 10.000 Iterationen nicht mehr deutlich voneinander unterscheiden.<sup>278</sup>

Nachdem die Verteilungen für jede risikobehaftete Berechnungsgröße erstellt worden sind, folgt die eigentliche **Simulation**. Bei der Simulation werden mehrere Szenarien auf Basis des Entscheidungsmodells berechnet. Ausgegeben wird eine zuvor definierte Zielgröße. Im nachfolgenden Beispiel ist die Verteilung des Vermögensendwerts ( $V_n$ ) als Zielgröße einer Monte-Carlo-Simulation dargestellt (siehe Abbildung 24).

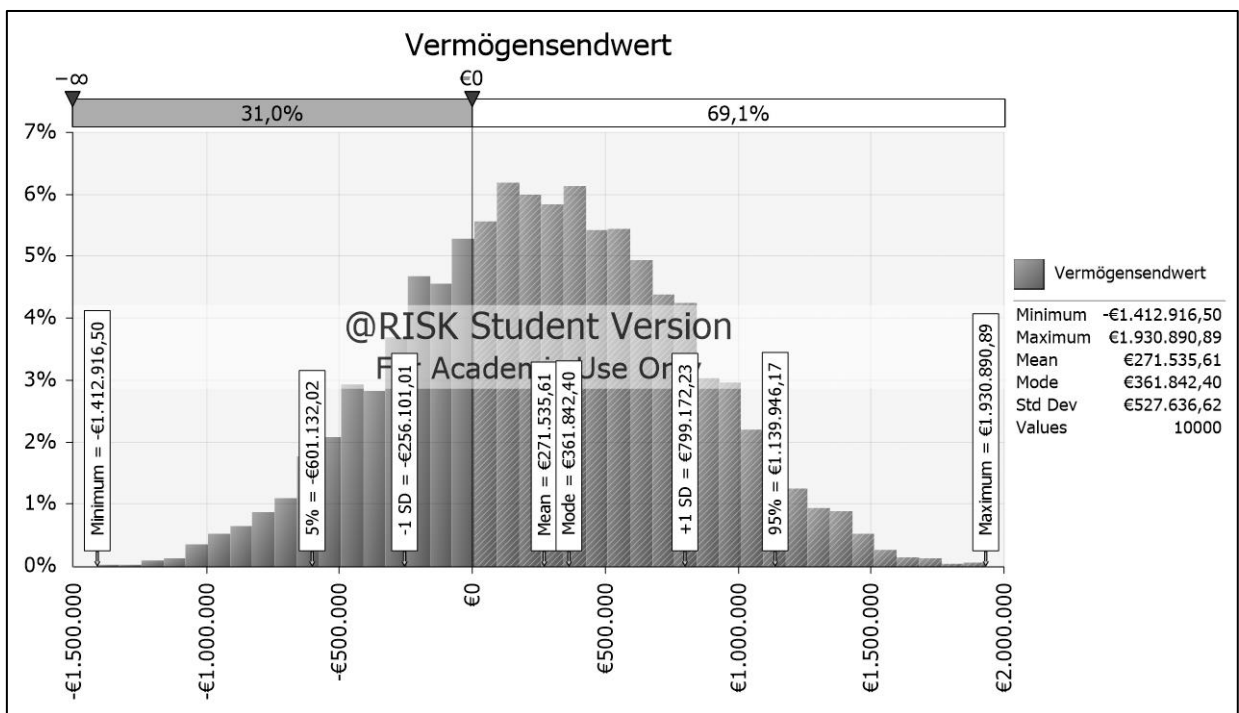


Abbildung 24: Beispiel einer Monte-Carlo Simulation (Zielgröße:  $V_n$ )<sup>279</sup>

In diesem Fall wurde als Entscheidungsmodell ein VoFi verwendet. Die Zielgröße hier ist der Vermögensendwert  $V_n$ . Die Anzahl an Iterationen (Values; siehe rechts) beträgt 10.000. Zur Probenerhebung wurde das Latin-Hypercube-Verfahren angewendet. Die 10.000 Ergebnisse werden hier als Häufigkeitsverteilung dargestellt. Auf der x-Achse befindet sich die Ausprägung der Zielgröße. Auf der y-Achse wird die relative Häufigkeit

<sup>278</sup> Bei dem Test wurden einfache mathematische Berechnungen mit unterschiedlichen Probenerhebungsverfahren, Verteilungsformen und Zufallszahlengeneratoren durchgeführt und verglichen. Sowohl beim Latin-Hypercube-Verfahren als auch beim Monte-Carlo-Verfahren konnten bei einer Iterationszahl von 10.000 Wiederholungen keine nennenswerten Unterschiede erkannt werden. Kleinere Abweichungen werden als Scheingenauigkeit bezeichnet, da insgesamt das Ergebnis in einem viel größeren Maße von den Schätzwerten selbst abhängt.

<sup>279</sup> Eigene Darstellung.

angegeben. Die Simulationssoftware gibt diverse statistische Parameter an, mithilfe derer das Risiko einer Investition bemessen werden kann. Der Informationswert des Simulationsverfahrens ist somit deutlich höher als bei einer Entscheidung unter Sicherheit oder der Verwendung alternativer Bewertungsverfahren. Für den Entscheidungsfindungsprozess sind die Daten entsprechend weiterführend auszuwerten.

#### 2.4.4.5 Auswertung

Wird eine Investition auf Basis einer Monte-Carlo-Simulation bewertet, können unterschiedliche statistische Parameter als sogenannte Risikomaße untersucht werden. Rein deskriptiv können aus den Simulationsergebnissen bereits der Erwartungswert, der Modus, die Standardabweichung, diverse Konfidenzintervalle, das Minimum und Maximum, Schiefe und Wölbungen sowie die jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten berechnet werden. Werden bei einer Entscheidung die Erwartungswerte verglichen, würde die Option gewählt werden, dessen Erwartungswert maximal ist ( $\mu$ -Regel).<sup>280</sup> Werden nur die Erwartungswerte verglichen, bleibt die Größe der Chancen und Gefahren bei der Entscheidung allerdings unberücksichtigt. Zur Berücksichtigung der Chancen und Gefahren wird weiterführend die Standardabweichung betrachtet.

Die Standardabweichung (SD) ist ein **zweiseitiges Risikomaß**. Sie ist unter anderem von der Lage des Erwartungswerts (arithmetischen Mittelwerts) abhängig. Je größer die Standardabweichung ist, desto größer ist das Risiko (in beide Richtungen). Damit das Risiko mit anderen Wahloptionen verglichen werden kann, wird sie in Relation zum Erwartungswert gestellt. Dazu kann der **Variationskoeffizient** gebildet werden. Der Variationskoeffizient beschreibt das Verhältnis der Standardabweichung in Bezug zum Erwartungswert.<sup>281</sup> Es gilt:

#### Formel 12: Berechnung des Variationskoeffizienten (V)

$$V(x) = \frac{SD}{E(x)}$$

Man geht davon aus, dass ein risikoscheuer Entscheider stets ein minimales Risiko (geringer Variationskoeffizient) und ein risikoaffiner Entscheider stets ein großes Risiko (hoher Variationskoeffizient) bevorzugen würde.<sup>282</sup> Der Variationskoeffizient kann beispielsweise angewendet werden, wenn bei zwei unterschiedliche Wahloptionen eine

---

<sup>280</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 84.

<sup>281</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020b), S. 39.

<sup>282</sup> Vgl. Laux u. a. (2014), S. 107.

Option einen höheren Erwartungswert, die andere Option aber ein niedrigeres Risiko (hier gemessen an der Standardabweichung) aufweist. Für die abschließende Entscheidung wären dann auf Basis des Variationskoeffizienten entsprechende Entscheidungsregeln erforderlich (siehe Kapitel 2.4.4.1). Außerdem setzt die Betrachtung des Variationskoeffizienten voraus, dass das Ergebnis der Risikosimulation (annähernd) normalverteilt ist. Höhere Chancen als Gefahren lassen sich anhand des Variationskoeffizienten nicht ablesen. Hierzu ist die Schiefe einer Verteilung als Risikomaß zu bewerten.<sup>283</sup> Sie beschreibt die Asymmetrie (rechtsschief, linkssteil; linksschief, rechtssteil) einer Verteilung. Sie kann qualitativ anhand des Histogramms abgelesen oder quantitativ berechnet werden. Bei einer linksschiefen Verteilung besteht eine große Gefahr, die einer kleinen Chance gegenübersteht. Bei der Auswertung einer Investitionsrechnung werden meist **einseitig negative Risiken**, die sogenannten Downside-Risks betrachtet.<sup>284</sup> Sie lassen sich durch Quantile beschreiben. Ein Quantil beschreibt einen Schwellenwert innerhalb einer Verteilung. Ein solcher Quantilswert wird in der Risikobewertung auch als **Value at Risk (VaR)** bezeichnet.<sup>285</sup> Es gilt:

**Formel 13: Berechnung des Value at Risk (VaR)**

$$VaR(x) = -Q_P(x)$$

Der VaR beschreibt ein negatives Quantil für außergewöhnliche Auswirkungen, die aus Sicht des Entscheiders in Abhängigkeit einer definierten Eintrittswahrscheinlichkeit (P) eintreten dürfen.<sup>286</sup> Für den VaR wird ein negativer Quantilswert (bspw.  $Q_{5\%}$  als 95%-Konfidenzintervall) bei Finanzierungen verwendet.<sup>287</sup> Ein hohes Konfidenzintervall als Entscheidungskriterium führt dazu, dass seltener investiert werden würde. Bei einem Vergleich mehrerer Varianten gilt also:

**Formel 14: Value at Risk (VaR) bei mehreren Wahloptionen**

$$\min(\{VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_i\}) \vee \max(\{Q_{P,1}, Q_{P,2}, \dots, Q_{P,i}\})$$

Gleichzeitig können mit einem solchen Konfidenzintervall erforderliche Liquiditätsreserven bestimmt werden. Man spricht dann vom notwendigen Risikokapital (RAC). Ein ähnliches Risikomaß ist die **Ausfallwahrscheinlichkeit (PD)**. Die Ausfallwahrscheinlichkeit

<sup>283</sup> Vgl. Breuer u. a. (2004), S. 180 ff.

<sup>284</sup> Vgl. Gleißner (2017), S. 206.

<sup>285</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020b), S. 37.

<sup>286</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020b), S. 37.

<sup>287</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020b), S. 37.

beschreibt eine Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Zielgröße, die einen vorgegebenen Grenzwert mindestens erreicht oder unterschreitet.<sup>288</sup> Es gilt:

**Formel 15: Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit (PD)**

$$PD = P(X)$$

Für Investoren könnte eine relevante Fragestellung sein, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein positiver Vermögensendwert (Zielgröße) erzielt werden kann.<sup>289</sup> Bei einem Vergleich mehrerer Varianten gilt dann:

**Formel 16: Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) bei mehreren Wahloptionen**

$$\min(\{PD(V_{n,0})_1, PD(V_{n,0})_2, \dots, PD(V_{n,0})_i\})$$

Weiterführende Risikomaße und Kennzahlen lassen sich aufbauend auf den statistischen Parametern ableiten. Bei Projektentwicklern scheint es allerdings noch keine etablierten Standards zu geben. Eine Arbeitsgruppe der gif e. V. hat im Bereich des Immobilien-Risikomanagements einige Kennzahlen für die Immobilienwirtschaft definiert.<sup>290</sup> Speziell für den Bereich Projektentwicklungen sind allerdings noch keine Standards entwickelt worden.<sup>291</sup> Dies mag mitunter auch daran liegen, dass die Risikomaße ohne den Einsatz von Simulationsverfahren gar nicht berechnet werden. Umfragen unter Fachexperten zeigen, dass Monte-Carlo-Simulationen in der Immobilienwirtschaft eher selten eingesetzt werden.<sup>292</sup> Als Gründe für die fehlenden Anwendungen können vor allem die fehlenden empirischen Daten und Individualität einer Projektentwicklung genannt werden. Die Simulationsergebnisse selbst sind maßgeblich von der Datenbeschaffung abhängig. Der Risikoidentifizierung und der Risikoanalyse kann daher ein hoher Stellenwert zugeschrieben werden.

---

<sup>288</sup> Vgl. Romeike u. a. (2020), S. 114.

<sup>289</sup> Vgl. Götze (2014), S. 404.

<sup>290</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020b).

<sup>291</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020b), S. 19.

<sup>292</sup> Vgl. Gleißner u. a. (2020a).

## 3 Identifizierung des Wirtschaftlichkeitsfaktors BIM

### 3.1 BIM Grundlagen

In der Projektentwicklung, die maßgeblich von der Planung und Realisierung eines Gebäudes geprägt wird, korrelieren die technischen Veränderungen stark mit dem Begriff des Building Information Modeling, kurz BIM. Die Abkürzung BIM kann als Building Information Model, ein digitales Gebäudeinformationsmodell (umgangssprachlich „BIM-Model“), oder als Building Information Modeling, ein methodischer Ansatz zur digitalen (modellbasierten) Zusammenarbeit, verstanden werden. Aus Sicht des Projektmanagements kann auch von einem Building Information Management gesprochen werden. Der effiziente Informationsfluss ist als Teil der Projektorganisation anzusehen, der im Fall von BIM speziell die Gebäudeinformationen betrifft.

#### 3.1.1 Charakteristik

Der Grundgedanke einer modellbasierten Zusammenarbeit wurde vor allem von anglo-amerikanischen Bauinformatikern und Softwareherstellern geprägt. In einem international anerkannten BIM-Handbook wird der angloamerikanische Begriff Building Information Modeling in englischer Sprache als eine (zu dem Zeitpunkt) neue Art der technischen Prozessabwicklung bezeichnet, bei der die Entwicklung eines Gebäudes digital begleitet wird.<sup>293</sup> Bauwerksmodelle dienen dabei als Informationsträger. Die Erstellung, der Austausch und die Verwertung der digitalen Gebäudemodelle stellen die Kernelemente der betrachteten BIM Prozessveränderungen dar.

Charakteristisch für ein BIM-fähiges Bauwerksmodell sind die Dreidimensionalität, die Verknüpfbarkeit mit semantischen Gebäude- und Bauteilinformationen sowie der Umfang an Gebäudeinformationen, der bei einem Datenaustausch übertragen werden kann (siehe Abbildung 25). Eine Weiterentwicklung der Datenaustauschformate sorgt dafür, dass neben einzelnen Vektoren auch semantische Gebäudeinformationen an Dritte übertragen werden können. Das BIM-Modell fungiert gegenüber einem reinen 3D-Modell nicht nur als visuelles Entscheidungselement. Es liefert durch die enthaltenen Daten gleichzeitig eine Art strukturierte Datenbank. Die Modellierung wird in der Literatur daher zum Teil auch als zentrale, grafisch wie auch alphanumerisch auswertbare Gebäudeinformationsdatenbank dargestellt.<sup>294</sup>

---

<sup>293</sup> Vgl. Eastman u. a. (2008).

<sup>294</sup> Vgl. Tulke u. a. (2015), S. 238.

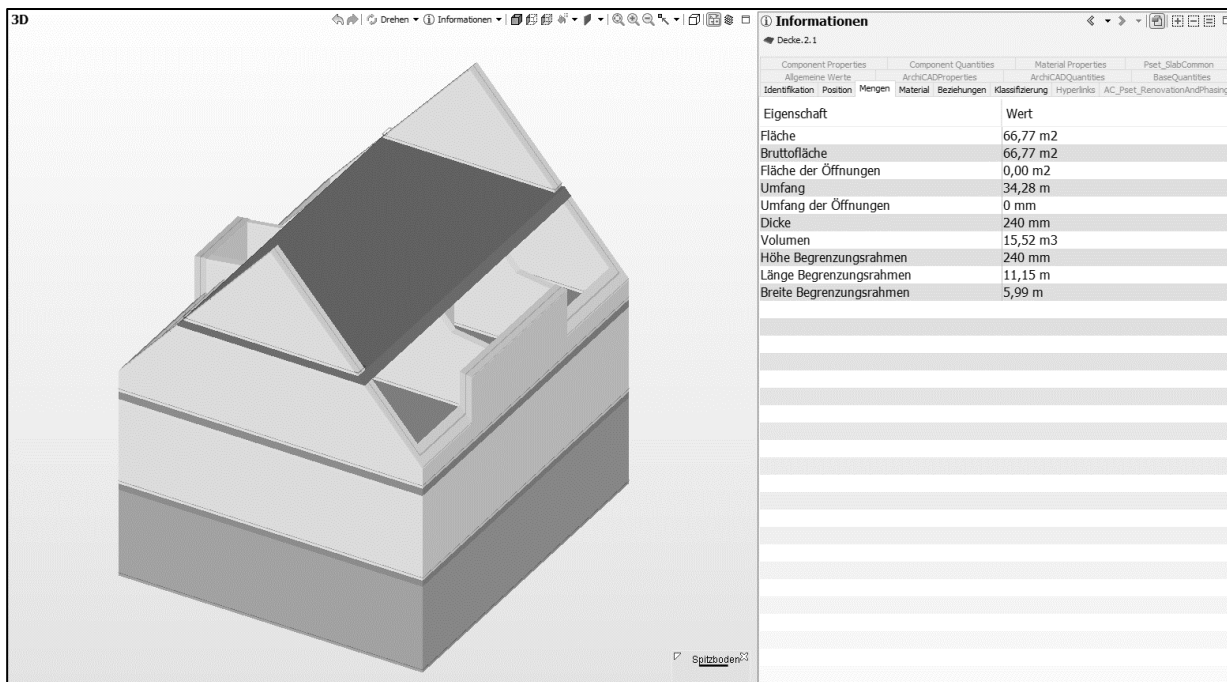


Abbildung 25: BIM-Modell mit grafischen und semantischen Informationen<sup>295</sup>

Bei der modellbasierten Zusammenarbeit sind als Ersteller der Bauwerksmodelle zunächst einmal vor allem Architekten, Ingenieure, Bauzeichner und Planungsdienstleister gefordert. Sie erstellen die Modelle, fügen Informationen hinzu, verarbeiten die Inhalte (bspw. zu 3D-Renderings), überprüfen einzelne Fachleistungen oder verknüpfen und verwerten die Daten anschließend in unterschiedlichen Planungsprozessen (z. B. für Kostenschätzungen, Terminplanung, Ausschreibungen, Baulogistik etc.). Die Modellierungen sind allerdings nur dann wertvoll, wenn die Dateneingabe auch in den Folgeprozessen ausgelesen und verwertet werden können. Dazu sind projektspezifische Standards zu definieren.

Zur Definition entsprechender Standards ist ein Akteur notwendig, der die Informationsanforderungen in den einzelnen Prozessen kennt oder abfragen kann, die Informationsanforderungen vereinheitlicht und dafür sorgt, dass die entsprechenden Informationen strukturiert in einem Modell zusammengetragen und verteilt werden. Der Projektentwickler wäre zumindest derjenige Akteur, der zu allen Projektbeteiligten eine direkte Beziehung pflegt und einen einflussreichen Eingriff in die vertraglichen Vereinbarungen vornehmen kann.<sup>296</sup> Alternativ können Projektentwickler möglicherweise auch von freiwilligen Vereinbarungen zwischen den einzelnen Projektbeteiligten profitieren. Dies setzt allerdings voraus, dass die Projektbeteiligten, bei denen ein Aufwand entsteht,

<sup>295</sup> Eigene Darstellung.

<sup>296</sup> Vgl. Kap. 2.2.3.

selbst von der modellbasierten Zusammenarbeit überzeugt sind. Wenn einzelne Akteure insgesamt nur kurzzeitig an einer Projektentwicklung teilnehmen, kann dieses Vorgehen gerade bei Einzelvergaben zumindest kritisch in Frage gestellt werden.

Vor der technischen Umsetzung besteht eine wesentliche Herausforderung darin, die Informationsanforderungen der einzelnen Projektbeteiligten zu definieren und darauf aufbauend den Modelldetaillierungsgrad und den Informationsfluss zu definieren. Es kann mitunter sehr herausfordernd sein, die konkreten Anforderungen bei den einzelnen Teilnehmern abzufragen und für die einzelnen Prozesse herauszufinden. Anforderungen wie „Wir benötigen Architektenpläne“ sind keine Informationsanforderungen. Vielmehr handelt es sich um eine Information, welches Dokument als Inputgröße verlangt wird. Um herauszufinden, welche Informationen aus den einzelnen Plänen im Detail erforderlich sind, können sehr detaillierte Prozessanalysen notwendig werden. Zur langfristigen Prozessautomatisierung sind daher Fachkenntnisse zu den fachlichen Prozessen und einzelnen Prozessschritten erforderlich. Denkbar ist, dass die Informationsentnahme bei erfahrenen Projektbeteiligten intuitiv abläuft (langjährige Erfahrung) und dabei gar nicht klar definiert und kommuniziert werden kann, welche Informationen benötigt werden. Die Erkenntnisse führen dazu, dass die Umsetzung einer Gebäudeinformationsmodellierung bzw. die Entwicklung hin zu einer modellbasierten Zusammenarbeit auf Basis der BIM-Modelle durch die Definition der Informationsanforderungen nicht als reines IT-Thema verstanden werden sollte.

### 3.1.2 Fachbegriffe

Die sprachliche Definition des BIM-Begriffs unterliegt einem gewissen Entwicklungsprozess. Der BIM-Begriff wurde national wie auch international über die Jahre hinweg immer wieder neu interpretiert und diskutiert.<sup>297</sup> Eine fehlende Definition des BIM-Begriffs kann dazu führen, dass unterschiedliche Erwartungshaltungen entwickelt werden. Die Erwartung und die tatsächliche Leistungserbringung können im Kontext des BIM-Einsatzes weit auseinandergehen. Wirtschaftlich können nicht eindeutig interpretierbare Vereinbarungen („ein BIM-Modell bitte...“) dazu führen, dass aufseiten der Anbieter die Angebotspreise stark variieren oder technisch anspruchsvolle Modellanforderungen von Auftraggebern abverlangt werden. Deshalb werden anstelle einer einzelnen Wortdefinition mittlerweile mehrere untergeordnete Abgrenzungen einzelner Fachbegriffe

---

<sup>297</sup> Vgl. Borrmann u. a. (2015); Eastman u. a. (2008); Egger u. a. (2012); EUBIM TaskGroup (2016); General Services Administration (GSA) (2007); Helmus u. a. (2017); Schrammel u. a. (2016); Sommer (2016); Wilkinson u. a. (2016).

vorgenommen, mit denen die Leistungen und die Rahmenbedingungen besser umschrieben werden können (siehe Abbildung 26). Auch die Fachbegriffe werden dabei teils noch unterschiedlich definiert.<sup>298</sup>

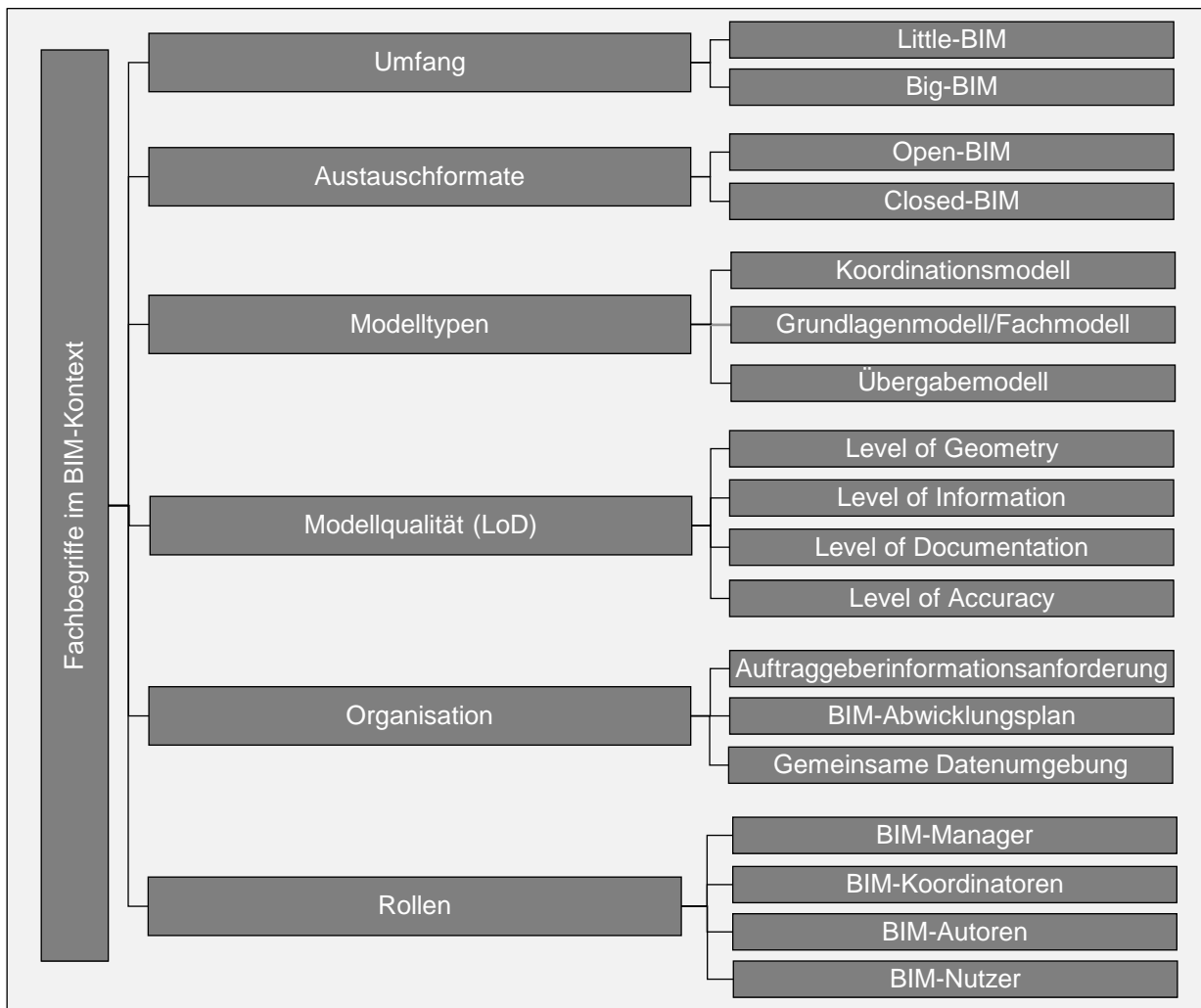


Abbildung 26: BIM-Fachbegriffe in der Übersicht<sup>299</sup>

Wird ein BIM-Modell durch einzelne Akteure in ihren eigenen Prozessen genutzt, wird der **Anwendungsumfang** als Little BIM bezeichnet.<sup>300</sup> Das Ziel des Little-BIM-Ansatzes ist, den einzelnen Prozess des jeweiligen Projektbeteiligten effizienter zu gestalten (z. B. der Entwurfsprozess des Architekten). Beim Little-BIM-Ansatz bleiben existierende Probleme beim Datenaustausch zwischen einzelnen Akteuren unberücksichtigt. So kann es bei einem Projekt sein, dass mehrere Akteure BIM-fähige Tools als Insellösungen verwenden, für den Austausch jedoch keine Standards definiert worden sind.

<sup>298</sup> Vgl. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019); BIM4INFRA2020 (2019a); Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a); Kaden u. a. (2020); Verein Deutscher Ingenieure (2018)

<sup>299</sup> Eigene Darstellung.

<sup>300</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a), S. 68.



Alternativ zur modellbasierten Zusammenarbeit kann von einem Big-BIM-Einsatz gesprochen werden. Der Umfang des Big-BIM hängt allerdings davon ab, in wie vielen fachlichen Prozessen die technische Umsetzung angepasst und Schnittstellen definiert wurden.

Beim **Datenaustausch** wird zwischen geschlossenen und offenen Austauschformaten unterschieden. Ein geschlossener Datenaustausch beschreibt einen herstellerspezifischen Datenaustausch, der auf nicht veröffentlichten (proprietären) Datenstandards basiert.<sup>301</sup> Beim offenen Datenaustauschstandard dagegen ist die Datenstruktur offen einsehbar. In der BIM-Fachsprache wird zwischen „Open-BIM“ und „Closed-BIM“ unterschieden. Ziel des Open-BIM-Ansatzes ist, dass Akteure mit unterschiedlichen BIM-Softwarelösungen modellbasiert interagieren. Als offenes BIM-Datenaustauschformat hat sich der Industry-Foundation-Class-Standard (kurz: IFC) in der Branche etabliert. Die Entwicklung des Open-BIM-Standards hat sich die Non-Profit-Organisation BuildingSMART international zur Aufgabe gemacht. An der Entwicklung des IFC-Formats sind aber auch Industrieunternehmen (Softwareanbieter) beteiligt.

Sofern Projektentwickler ihren Vertragspartnern Vorgaben machen möchten, sind die Vor- und Nachteile der geschlossenen und offenen Datenaustauschformate gegenüberzustellen. Während geschlossene Datenaustauschformate nur in bestimmten Softwareumgebungen verwertet werden können, liefern offene Datenaustauschformate aus Projektentwicklersicht mehr Flexibilität bei der Auswahl an BIM-fähigen Projektbeteiligten. Häufig funktioniert jedoch der technische Datenaustausch bei aufeinander abgestimmten Softwareprodukten qualitativ besser (weniger Übersetzungsschwierigkeiten), wodurch ohne besondere Vorkehrungen Leistungen effizienter abgewickelt werden können. Die Erfahrungen des Autos zeigen, dass aktuell beim Im- und Exportieren von BIM-Modellen im offenen IFC-Format häufig noch mit IFC-Übersetzungen in den einzelnen Softwarelösungen gearbeitet werden muss.<sup>302</sup> Aus Umfragen aus dem Jahr 2015 ging hervor, dass offene BIM-Datenstandards in der Vergangenheit in Deutschland eher selten eingesetzt wurden.<sup>303</sup> Neuere Umfragen von Softwareherstellern aus dem Jahr 2020 deuten darauf hin, dass offene Datenaustauschformate gegenüber geschlossenen Austauschformaten häufiger verwendet werden.<sup>304</sup> Abgesehen davon werden insgesamt

---

<sup>301</sup> Beispiele für herstellerspezifische Datenaustauschformate sind .dwg, .pln, .rcp oder .rvt.

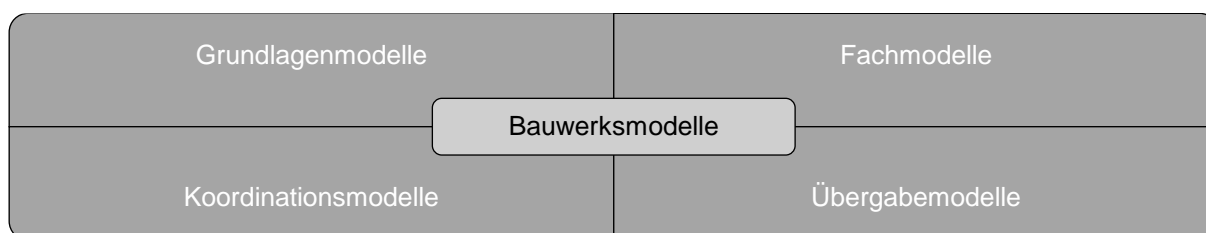
<sup>302</sup> Basierend auf eigenen Anwendungen in der Lehre, in Studienprojekten mit Praxisteilnehmern und durch Nachfragen an die Softwarehersteller während verschiedener Softwareschulungen.

<sup>303</sup> Vgl. Braun u. a. (2015), S. 18.

<sup>304</sup> Vgl. ORCA Software GmbH (2020), S. 10.

allerdings immer noch mehr PDF- und DXF-Dateien ausgetauscht.<sup>305</sup>

Ausgetauscht werden auch unterschiedliche **BIM-Modelltypen**. Ausgangspunkt einer modellbasierten Zusammenarbeit ist ein Grundlagenmodell, das dem Projektentwickler und den weiteren Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt wird. Zur Abgrenzung der weiteren Modelltypen wird nachfolgend auf die einzelnen Bauwerksmodelltypen eingegangen (siehe Abbildung 27).



**Abbildung 27: Abgrenzung unterschiedlicher BIM-Modelltypen<sup>306</sup>**

Das Grundlagenmodell (teilweise auch Basismodell genannt) entspricht in der Regel dem Architekturentwurf. In einem Grundlagenmodell sind, wie bislang auch, nicht zwingend alle Bauteile und Bauteilinformationen der Fachmodelle enthalten.<sup>307</sup> Technisch ist das Grundlagenmodell wie ein Fachmodell anzusehen. Es genießt eine Sonderstellung, da es (ähnlich wie der Architektenentwurf) den planerischen Ausgangspunkt der modellbasierten Zusammenarbeit darstellt.

Einzelne Fachplanungen werden bei der BIM-basierten Prozessabwicklung in Fachmodelle übersetzt. Für die Erstellung der Fachmodelle werden am Markt fachspezifische Softwarelösungen angeboten. Verwenden alle Planer die gleiche Modellierungssoftware, kann der Abgleich der einzelnen Fachplanungen bei geschlossenen Systemen beispielsweise über zentrale Serverlösungen durchgeführt werden. Bisher erlauben jedoch erst einzelne geschlossene Softwaresysteme das Arbeiten an einem zentralen Bauwerksmodell.<sup>308</sup> Alternativ ist eine Koordination in einer separaten Softwareumgebung erforderlich. Die Überlagerung der einzelnen Fachmodelle (darunter auch das Grundlagenmodell) findet an einem zentralen Ort statt (in einer speziellen Software). Die Überlagerung wird dann als Koordinationsmodell bezeichnet.<sup>309</sup> Die Modelle werden dabei technisch nicht vereinigt. Ein eigenes Datenformat speichert lediglich die Inhalte

<sup>305</sup> Vgl. ORCA Software GmbH (2020), S. 10.

<sup>306</sup> Eigene Darstellung.

<sup>307</sup> Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (2018).

<sup>308</sup> Ein Beispiel dafür ist die Verwendung der Autodesk-Produktpalette (Revit, inkl. Cloud-Anbindung).

<sup>309</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a), S. 31.

der Überlagerung (z. B. Kollisionspunkte etc.) ab. Dabei sind Meilensteine vorzusehen, an denen die Koordinationsmodelle als Zwischenstand erzeugt werden. Koordinationsmodelle sind die Grundlage für modellbasierte Kollisionsprüfungen.

Nach erfolgreicher Planung folgt die Realisierung. Idealerweise wird der geplante Zustand auch realisiert und kann anschließend an das Management aus der darauffolgenden Nutzungsphase übergeben werden. Je nach Entwicklungsstand wird nachfolgend zwischen drei unterschiedlichen Modelltypen unterschieden (siehe Abbildung 28).

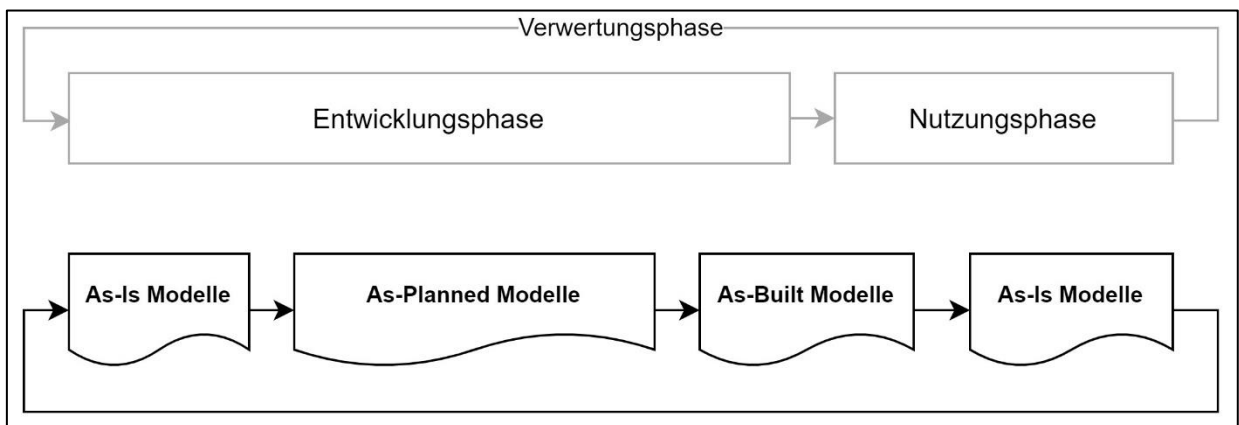


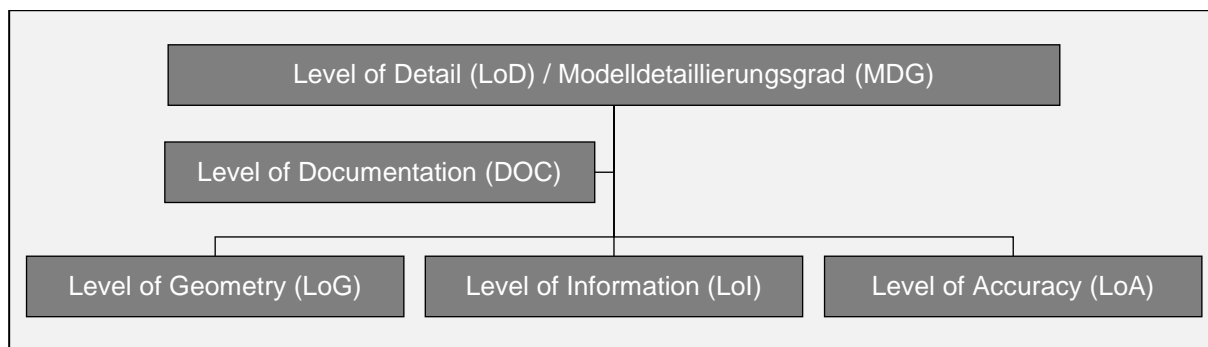
Abbildung 28: BIM-Übergabemodelle (As-planned, As-built, As-is)<sup>310</sup>

Je nachdem in welchem Zustand ein Modell übergeben wird, werden die Übergabemodelle als As-planned, As-built oder As-is Modelle bezeichnet. Idealerweise sollte nach Fertigstellung der Baulichkeiten das geplante Bauwerksmodell dem tatsächlichen Ist-Zustand entsprechen. Stets kritisch zu hinterfragen wird sein, inwiefern ein As-built Modell am Ende der Entwicklungsphase bzw. ein As-is Modell in der Nutzungsphase tatsächlich dem gebauten Zustand entsprechen wird. In der Praxis entspricht das As-planned Modell bei der Objektübergabe häufig nicht dem As-built Zustand, weil eine abweichende Bauausführung nicht im Planungsmodell nachgehalten wurde. Ein As-is Modell setzt weiterhin voraus, dass die baulichen Veränderungen während der Nutzungsphase im Bauwerksmodell gepflegt werden (Datenmanagement).

Für die Weiterverwendung der Modelle spielt die **Modellqualität** eine wichtige Rolle. Klassisch steigt die Modellqualität im Laufe einer Projektentwicklung. Sie wird international anhand des Level of Detail (LoD) beschrieben. In Deutschland hat der AHO die Definition in den Veröffentlichungen weitestgehend übernommen und bezeichnet den

<sup>310</sup> Eigene Darstellung.

LoD übersetzt als Modelldetaillierungsgrad (MDG) (siehe Abbildung 29).<sup>311</sup>



**Abbildung 29: Kriterien zur Beschreibung des BIM Modelldetaillierungsgrades<sup>312</sup>**

Da sich ein BIM-Bauwerksmodell aus verschiedenen Informationstypen zusammensetzt, unterteilt man den Modelldetaillierungsgrad in mehrere Unterkategorien. Dazu zählen primär das Level of Geometry (LoG) und das Level of Information (LoI).<sup>313</sup> Während das LoG projektübergreifend definiert werden kann, werden für das LoI projektspezifische Festlegungen in Abhängigkeit von den Informationsanforderungen bestimmt.<sup>314</sup> Weiterhin kann auch ein Level of Documentation (DOC) bestimmt werden, mit dem neben der Bauwerksmodellierung der Umfang an verknüpften Dokumenten (z. B. 2D-Leitdetails, Gutachten etc.) definiert wird.<sup>315</sup>

Gebäudebestandsmodellierungen werden darüber hinaus mit dem Level of Accuracy (LoA) beschrieben. Das LoA definiert, wie genau eine Modellierung der gebauten Realität entsprechen soll.<sup>316</sup> Zur Modellierung von Gelände- und Oberflächenmodellen aus der Fernerkundung stellen die Landesämter für Geoinformation digitale Geländemodelle in eigenen Detailstufen zur Verfügung. Hiervon abweichend können individuelle Vermessungen den Detaillierungsgrad einer Bestandsmodellierung weiter verfeinern.<sup>317</sup> International anerkannte Toleranzwerte für das LoA hat das U. S. Institute of Building Documentation im Jahr 2016 veröffentlicht.<sup>318</sup> Diese stimmen mit den deutschen Klassifizierungen der Messgenauigkeit bei Lagevermessungen (DIN 18710) weitestgehend überein. Dabei sind die Messgenauigkeit für die reine Vermessungstätigkeit (z. B. auch Angaben von Vermessungstechnologiehersteller) und der Genauigkeitsgrad für das

<sup>311</sup> Vgl. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019).

<sup>312</sup> Eigene Darstellung i. A. a. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019).

<sup>313</sup> Vgl. DIN-Normenausschuss Bauwesen (NA Bau) (2019), S. 8.

<sup>314</sup> Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (2018).

<sup>315</sup> Vgl. Kaden u. a. (2020), S. 26.

<sup>316</sup> Vgl. Kaden u. a. (2020), S. 91.

<sup>317</sup> Vgl. Kaden u. a. (2020), S. 59 ff.

<sup>318</sup> Vgl. U.S. Institute of Building Documentation (2016).

anschließend zu erstellende Modell nicht zu verwechseln und getrennt voneinander zu betrachten.<sup>319</sup> Die Modellqualitätsanforderungen bei Bestandsbauten sind daher unabhängig vom Neubau zu definieren. Empfehlungen zur Beschreibung der Modellqualität einiger Praxisteilnehmer sind meist in Abhängigkeit vom Prozessfortschritt (i. d. R. in Phasen) zu finden.<sup>320</sup> Sie können weiterhin auch für unterschiedliche Modelltypen definiert werden.<sup>321</sup> Ungeachtet dessen ist bei der Auswertung die Aktualität der Modellinhalte ein maßgebender Qualitätsfaktor.

Um den Informationsfluss zu definieren und zu organisieren (**Organisation**), werden zu Projektbeginn die Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) definiert. Beispiele für AIA sind in mehreren Praxis-Veröffentlichungen zu finden.<sup>322</sup> Die AIA sind „(...) das Dokument, in dem der Auftraggeber die für ihn relevanten Ziele und Anwendungen und die vom Auftragnehmer geforderten Leistungen und Daten beschreibt“<sup>323</sup>. In einigen Werken werden diese auch BIM-Lastenheft oder BIM-Bedarfsplanung genannt.<sup>324</sup> Lastenhefte, Bedarfsplanung und Informationsanforderungen sind grundsätzlich keine neuen BIM-spezifischen Konzepte. Sie wurden auch früher, vor allem bei größeren Projekten, eingesetzt. Im Unterschied zu früheren AIA werden bei BIM-Lastenheften nun spezielle Anforderungen an die Modellqualität bzw. den Datenaustausch in der entsprechenden Fachsprache vorgenommen. Möchte man als Projektentwickler von einer modellbasierten Zusammenarbeit profitieren, sind BIM-spezifische Anforderungen und Standards (z.B. Modellierungsrichtlinie, Informationsanforderungen, Leistungsbilder, BAP-Standards, besondere Vertragsbedingungen) notwendig. Existieren bereits Informationsanforderungen, ist eine Übersetzung in die BIM-Fachsprache notwendig. Unter anderem sind dabei die Austauschformate, die Verantwortungsbereiche und der vorgesehene Informationsumfang anzupassen oder neu zu definieren.

Während der Projektentwicklung hilft eine **gemeinsame Datenumgebung** (auch Common Data Environment), um den vorgesehenen Informationsaustausch digital und effizient umsetzen zu können.<sup>325</sup> Die gemeinsame Datenumgebung ist eine Austauschplattform. Auch sie kann unabhängig vom BIM-Modelleinsatz existieren. Je nach Ausgangssituation ist eine entsprechende IT-Infrastruktur erforderlich. In der Praxis wird die

<sup>319</sup> Vgl. Kaden u. a. (2020), S. 91.

<sup>320</sup> Vgl. Bredehorn u. a. (2016); BIM4INFRA2020 (2019a).

<sup>321</sup> Modelltypen, siehe Kap. 3.1.1.6.

<sup>322</sup> Vgl. Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (2019); BIM Forum (2020).

<sup>323</sup> Verein Deutscher Ingenieure (2018).

<sup>324</sup> Vgl. Friedrich u. a. (2019), S. 6.

<sup>325</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a), S. 50.

Common Data Environment (CDE) auch als BIM-Plattform bezeichnet.<sup>326</sup> So wurden in den vergangenen Jahren BIM-spezifizierte Cloud-Lösungen entwickelt, in denen Schnittstellen für die einzelnen Softwareangebote definiert wurden. Es lassen sich beispielsweise IFC-Dateien cloudbasiert öffnen, teilen, kommentieren und teilweise für unterschiedliche Zwecke (z. B. Monitoring) auch auswerten.

Neben den AIA wird während der Planungs- und Realisierungsphase eine spezielle Form des Programmablaufplans (PAP) erstellt und fortlaufend gepflegt. Im Kontext der technischen Veränderung wird der Programmablaufplan nun als **BIM-Ablaufplan** (BAP) bezeichnet, in denen konkret der Informationsfluss BIM-relevanter Gebäudeinformationen nachvollziehbar gestaltet werden sollen. Leitfäden und Vorlagen zur Erstellung eines BAP wurden von Praxisteilnehmer bereits entwickelt.<sup>327</sup> Mitglieder der BIM-Arbeitsgruppe des DVP e. V. berichten, dass der BAP in der Praxis durch einen Planungsdienstleister (BIM-Koordinatoren) erstellt wird, da diese sich in der Regel am besten mit den einzelnen Teilprozessen auskennen.<sup>328</sup> Die Erstellung eines BAP ist als besondere Leistung der Planer anzusehen.<sup>329</sup> Der BAP ist Bestandteil eines Organisationshandbuchs und beschreibt eine Tätigkeit, mit deren Hilfe die in den AIA definierten Ziele erreicht werden sollen.<sup>330</sup> Möchte ein Projektentwickler die Kontrollen nicht selbst übernehmen, besteht die Möglichkeit, ein bauherrnseitiges BIM-Management als Teil der Projektsteuerung zu beauftragen.

Neben den technischen und organisatorischen Veränderungen hat die Einführung der BIM-Methodik auch zu neuen **Rollenbezeichnungen** bei den Projektbeteiligten geführt. Neue Rollenbezeichnungen sind in Anlehnung an die DIN EN ISO 19650-2 durch die digitale Zusammenarbeit entwickelt worden. Die neuen Bezeichnungen wie BIM-Autor, BIM-Koordinator oder BIM-Manager deuten auf einen zusätzlichen Bereich der Spezialisierung in der Branche hin. Der Projektentwickler selbst ist als BIM-Nutzer anzusehen, da die Gebäudeinformationen für eigene Zwecke verwertet werden.<sup>331</sup> BIM-Autoren fügen Informationen in das Bauwerksmodell hinzu. Die Aufgaben eines BIM-Koordinators lassen sich fachlich anhand der Leistungskoordination (siehe HOAI Anlage 10: Leistungsbild Gebäude und Innenräume, Grundleistungen) ableiten. Hier wird weiterführend

---

<sup>326</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a), S. 31.

<sup>327</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2019b); DEUBIM GmbH (2018); Deutsche Bahn (2021); Staatsbetrieb Immobilien- und Baumanagement Sachsen (2020).

<sup>328</sup> Vgl. Döinghaus u. a. (2019).

<sup>329</sup> Vgl. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019).

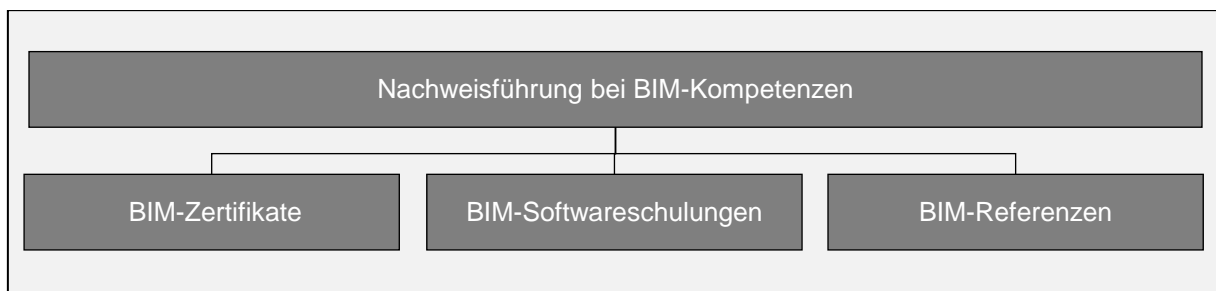
<sup>330</sup> Vgl. Döinghaus u. a. (2019).

<sup>331</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a).

zwischen Gesamt- und Fachkoordinatoren unterschieden. BIM-Fachkoordinatoren sind für den Gesamtkoordinator ein Ansprechpartner in den einzelnen Fachplanungsbereichen (z. B. Tragwerksplanung, Bauphysik, TGA). Das BIM-Management übernimmt Beratungs- und Kontrollaufgaben und wird daher übergeordnet dem Projektmanagement zugeordnet.

Können bestehende Planungspartner eines Projektentwicklers die technischen Anforderungen an einer modellbasierten Zusammenarbeit nicht leisten, müssten weitere Dienstleister in ein Projekt involviert werden. Soll auf die fachliche Expertise etablierter, aber nicht BIM-fähiger Planer zurückgegriffen werden, ist eine technische Übersetzung in ein BIM-fähiges Format notwendig. Auch im Bereich des Projektmanagements und der Leistungskoordination kann es sein, dass BIM-Spezialisten aufgrund des technischen Know-hows separat von der Projektsteuerung beauftragt werden. Dies kann insgesamt zu weiteren Schnittstellen führen, wodurch sich zusätzlicher Koordinationsaufwand ergibt.

Aus Sicht eines Auftraggebers kann es herausfordernd sein nachzuvollziehen, welche und wie viele potenzielle Anbieter die technischen Anforderungen an die vorgesehene modellbasierte Zusammenarbeit erfüllen können. International werden seit längerer Zeit Zertifikate empfohlen.<sup>332</sup> Neben den Zertifikaten sind weitere Formen der Nachweisführung beim Auswahlprozess denkbar (siehe Abbildung 30).



**Abbildung 30: BIM-Kompetenzen – Nachweisformen<sup>333</sup>**

Auch in Deutschland werden verschiedene Schulungen und Zertifikate angeboten. Neben den Zertifikaten stellen Softwareschulungen der Softwareanbieter oder Referenzangaben ebenfalls eine Möglichkeit des BIM-spezifischen Fachnachweises dar. Im Idealfall können Referenzangaben bei genau den Entwicklungsvorhaben nachgewiesen werden, die auch von den Projektentwicklern nachgefragt werden. Abgeleitet aus den

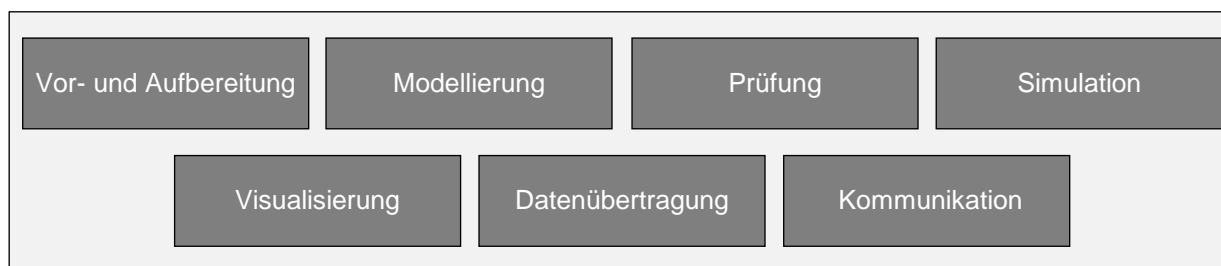
<sup>332</sup> Vgl. Barlish u. a. (2012).

<sup>333</sup> Eigene Darstellung.

theoretischen Erkenntnissen aus der Literatur erscheint es sinnvoll, bei den Referenzangaben zwischen Little- und Big-BIM Erfahrungen zu unterscheiden. Außerdem ist feststellbar, dass sich einige Unternehmen auf einzelne Anwendungsbereiche spezialisieren, sodass auch dahingehend weitere Unterscheidungen möglich sind.

### 3.1.3 Anwendungsbereiche

In diesem Kapitel werden die technischen Entwicklungen im Kontext des BIM-Einsatzes vorgestellt. Sie sind nachfolgend in einzelne BIM-Anwendungsbereiche gegliedert. Die vorgenommene Gliederung basiert auf eigenen Testanwendungen und Fachliteraturrecherchen.<sup>334</sup> Kenntnisse über die einzelnen Anwendungsbereiche sind hilfreich, um anschließend BIM-Anwendungsfälle selbstständig herleiten zu können. Kenntnisse zu den technischen Anwendungsbereichen helfen neben Kenntnissen zu den fachlichen Prozessen bei der Aufwandsschätzung einzelner BIM-Anwendungsfälle. Die nachfolgend vorgestellten Anwendungsbereiche sind softwareunabhängig anzusehen. Eine Übersicht der betrachteten BIM-Anwendungsbereiche ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen (siehe Abbildung 31).



**Abbildung 31: Technische Veränderungen infolge des BIM-Einsatzes<sup>335</sup>**

Die Anwendungsbereiche erstrecken sich von der Modellvor- und -aufbereitung über die grundlegende Modellierung, die Prüfung der Modelle, Simulationen und Visualisierungen bis hin zum effizienteren Datenaustausch und einer strukturierten Kommunikation. Darüber hinaus sind in der Praxis neue Datenschnittstellen entwickelt worden, die für den persönlichen Austausch in Bezug auf die Modellierung vorgesehen sind.<sup>336</sup> Die persönliche Kommunikation ist trotz der modellbasierten Zusammenarbeit weiterhin

---

<sup>334</sup> Zu den angesprochenen Testanwendungen gehören Tätigkeiten in der Hochschullehre (Bestandserfassung und Modellierung), Begleitung von Studienprojekten und Abschlussarbeiten, Softwareschulungen sowie Tests in Kooperation mit einem investitionsorientierten Trader-Developer, zwei Architekturbüros und einem öffentlichen Immobilienmanagement bei insgesamt mehr als zehn Objekten. Hinzu kommen diverse Hard- und Softwareschulungen im Bereich der Bestandsaufnahme, Modellierung und Modellprüfung.

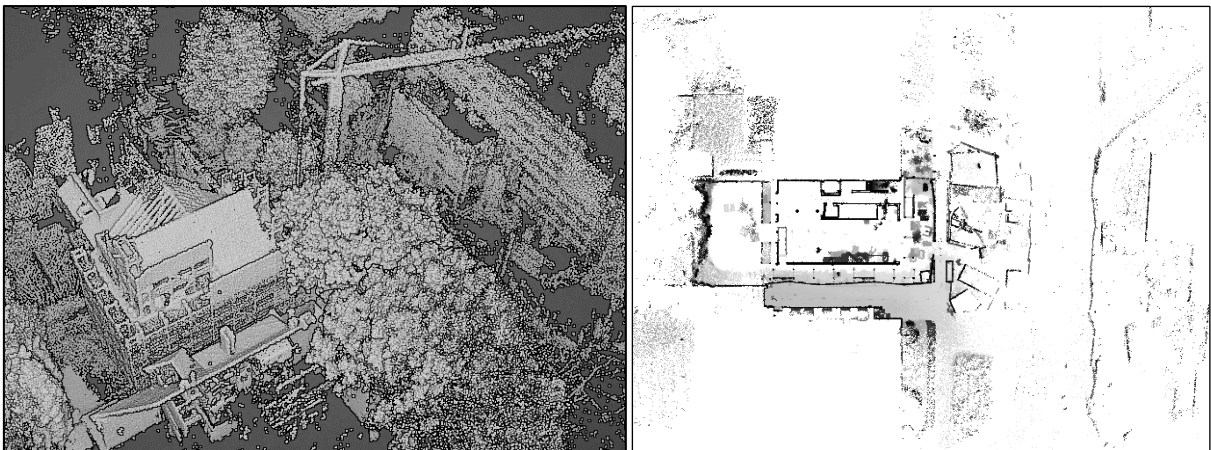
<sup>335</sup> Eigene Darstellung.

<sup>336</sup> Mit einem persönlichen Austausch ist ein Austausch unter den Projektbeteiligten gemeint, der sich durch Abstimmung bei einer modellbasierten Zusammenarbeit ergibt.



erforderlich und ein wichtiger Bestandteil derselben. Auf die einzelnen Anwendungsgebiete wird nachfolgend näher eingegangen.

Sollen die Topografie und existierende Bebauung bei der Planung neuer Gebäude berücksichtigt werden, können die Gegebenheiten digital erfasst und in die entsprechende Modellierungssoftware übertragen werden. Zur **Modellvor- und -aufbereitung** können teilweise Sekundärdaten verwendet werden. Geländemodelle beispielsweise lassen sich an einigen Standorten aus frei verfügbaren Quellen entnehmen. Hierbei handelt es sich meist um Fernerkundungen (z. B. Airborne-Laserscans). Alternativ können Bestandsaufnahmen am Boden durchgeführt werden (Primärdatenerhebungen). Unabhängig davon, wer die Erhebung durchführt, werden verschiedene Arten von Sensoren zur Datenerfassung eingesetzt.<sup>337</sup> Sensorgestützte Vermessungsinstrumente können mittlerweile dreidimensionale Raumdaten (Punktwolken) erfassen. Sie sind die Grundlage einer Bestandsmodellierung und zur weiteren Verwendung entsprechend aufzubereiten (siehe Abbildung 32).



**Abbildung 32: 3D-Punktwolke (Praxisbeispiel)**<sup>338</sup>

Die Abbildungen zeigen, dass die Punktwolken lediglich als eine Datengrundlage (Inputgröße) für die anschließende Modellierung zu verstehen sind. Der digitale Modellvor- und -aufbereitungsprozess wird in verschiedenen Veröffentlichungen auch als „Scan to BIM“-Prozess bezeichnet.<sup>339</sup> Seit mehreren Jahren wird an der automatisierbaren Vektorisierung der 3D-Punktwolken gearbeitet.<sup>340</sup> Eigene Testanwendungen und Gespräche mit Softwareherstellern zeigen jedoch, dass die Modellierung einer bestehenden

<sup>337</sup> Vgl. Dai u. a. (2012).

<sup>338</sup> Eigene Darstellung (EFH Umbau in Münster im Jahr 2020).

<sup>339</sup> Vgl. Braunes (2014); Ehm u. a. (2014); Hajian u. a. (2010); Rebolj u. a. (2017).

<sup>340</sup> Vgl. Tang u. a. (2010) Jung u. a. (2014); Pătrăucean u. a. (2015).

Umgebung bzw. beim Umbau eines umzuplanenden Gebäudes bisweilen nicht automatisch funktioniert.<sup>341</sup> Grenzen der einzelnen Modellelemente, Beziehungen sowie deren Attribute müssen weiterhin eigenständig definiert werden. Fotorealistische Panoramaaufnahmen helfen Bauteilgrenzen und Bauteileigenschaften erkennen und nachvollziehen zu können. Gegenüber konventionellen Fotoaufnahmen bietet der große Blickwinkel von Panoramafotoaufnahmen einen vergrößerten digitalen Einblick in die örtlichen Gegebenheiten.

Neben der Vektorisierung wird auch an der Objekterkennung zur automatisierbaren Bauteilattributierung geforscht.<sup>342</sup> Die Güte und Schichtstärke einzelner Bauteile sind mit zerstörungsfreien Prüfmethode n allerdings nur bedingt erfassbar.<sup>343</sup> Auf eine örtliche Analyse kann bislang trotz technologischen Fortschrittes somit nicht verzichtet werden. Für die einzelnen Projektbeteiligten ist eine Reduzierung von Ortsterminen durch die mittlerweile umfassende und hochauflösende digitale Abbildung der Realität jedoch möglich. Entsprechende Daten werden auch im Zuge der Nachbereitung, zum Beispiel bei der Übergabe in die Nutzungsphase, erhoben. Die Arbeit verlagert sich durch den Technologieinsatz immer stärker ins Büro. Der Erhebungsaufwand vor Ort sinkt. Inwiefern es bereits zu Veränderungen des Zeit- und Kostenaufwands für Vermessungsarbeiten kommt, ist bislang ungewiss, da die Technologien selbst noch hochpreisig sind. Die zügige und vergleichsweise einfache Erfassung der Daten vor Ort sowie die digitale Zusammenarbeit können jedoch zukünftig zu stärkeren Veränderungen in der Preisstruktur führen, sodass entsprechende Leistungen preislich gegenüber konventionellen Vermessungsmethoden attraktiver und so weitläufiger eingesetzt werden.

Die **Modellierung** ist ein zentraler BIM-Anwendungsbereich. Im Anwendungsbereich werden alle Anwendungen zur Erstellung eines BIM-fähigen Bauwerksmodells zugeordnet. Im Gegensatz zur früheren CAD-Zeichnung bezieht sich die BIM-Modellierung nicht mehr rein auf die zeichnerische Darstellung. Hinzu kommt die anforderungsgerechte Eingabe der Bauteilattribute. Die hohe Anzahl an Bauteilattributen bedingt eine Definition der erforderlichen Informationsanforderungen. Attribute, die geometrische Gebäudeinformationen betreffen, lassen sich automatisch aus der zeichnerischen Darstellung ableiten.

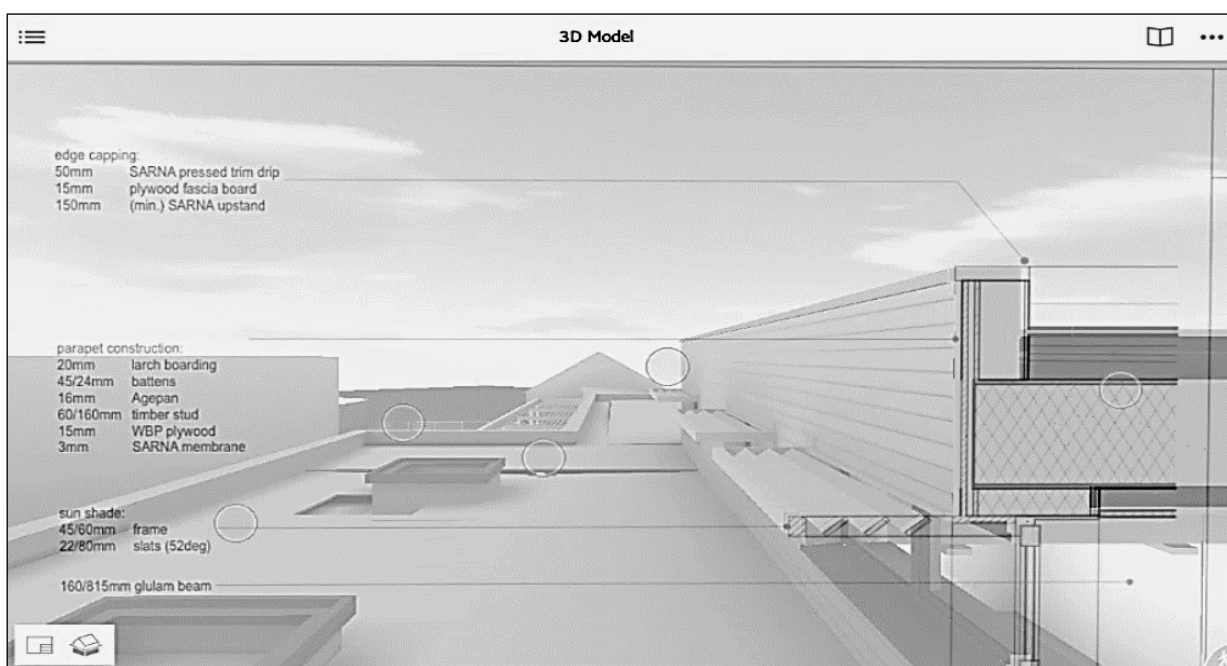
---

<sup>341</sup> Vgl. Jung u. a. (2014), S. 76.

<sup>342</sup> Vgl. Klein u. a. (2012); Malesa u. a. (2013); Quintana u. a. (2017).

<sup>343</sup> Vgl. Donath (2008), S. 140.

Trotz der weitverbreiteten 3D-Modellierungssoftware werden jedoch weiterhin auch 2D-Zeichnungen erstellt. Unabhängig von der Übersichtlichkeit eines 2D-Grundrisses ist der Aufwand für konstruktive Detailzeichnungen in 3D als sehr hoch einzuschätzen (z. B. Sonderdetails im Sockelbereich, an Gauben und Attikas). Zweidimensionale Zeichnungen können insbesondere im Bereich der Ausführungs- und Montageplanung in der Praxis weiterhin als relevante Dokumente bezeichnet werden. Die 2D-Zeichnungen lassen sich jedoch auch als Anhang in einem dreidimensionalen Bauwerksmodell verorten und als Paket abspeichern (siehe Abbildung 33).



**Abbildung 33: 3D-Bauwerksmodell mit 2D-Detailplan (Praxisbeispiel)<sup>344</sup>**

In der Abbildung ist eine Schnittzeichnung zu erkennen, die in einem 3D-Modell verortet wurde. Aus den 3D-Modellen lassen sich Grundrisse, Schnitte und Ansichten ableiten. Bidirektionale Verknüpfungen zwischen 2D-Darstellungen und 3D-Modellen in den Softwareprodukten führen zu Effizienzvorteilen bei den Planern, die besonders bei häufigen Änderungen im Planungsprozess relevant werden. Projektentwickler können davon nur indirekt profitieren (schnellere Lieferung). Weitere Effizienzvorteile sind potenziell bei der Eingabe semantischer Bauteilinformationen durch den Aufbau von Bauteildatenbanken möglich. Sie werden unter anderem von Softwareherstellern und von Produktherstellern zur Verfügung gestellt. Da die Architektur eines Gebäudes jedoch nicht immer aus katalogartigen Bauteilelementen besteht, werden Planer auch zukünftig individuelle Anpassungen vornehmen müssen. Werden spezielle Bauteilattribute gefordert, kann

<sup>344</sup> Eigene Darstellung mit Daten von Graphisoft (2020).

zusätzlicher Aufwand entstehen. Das Definieren und Analysieren der Bauteilattribute kann interdisziplinär, beispielsweise in Zusammenarbeit mit Fachplanern und späteren Betreibern, erfolgen. Entsprechende Schnittstellen, auch zu Tabellenkalkulationssoftware, liegen bereits vor.

Eine **Modellprüfung** kann für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden. Die nachfolgende Abbildung 34 zeigt die verschiedenen Arten der Modellprüfung.

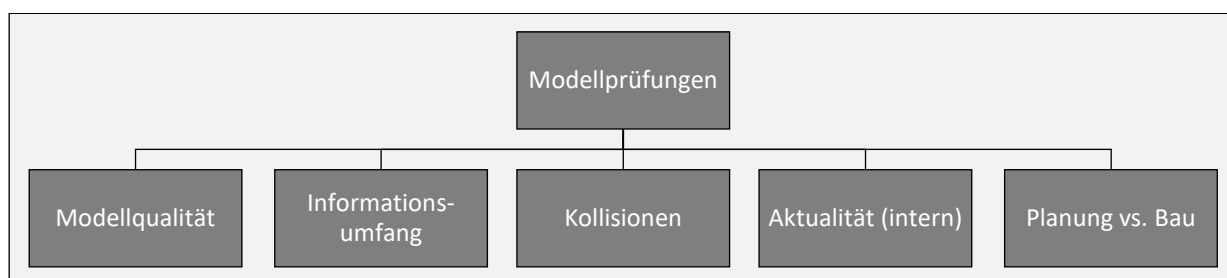


Abbildung 34: BIM-Modellprüfungen – Übersicht<sup>345</sup>

Das Prüfen der **Modellqualität** beschreibt eine qualitative Sichtkontrolle der Planungsqualität. Dadurch dass eine höhere Informationsdichte und ein geringerer Abstraktionsgrad (3D anstatt 2D) vorliegen, können Fehlplanungen innerhalb eines Fachmodells von den Experten frühzeitig erkannt werden. Die technische Umsetzung einer modellbasierten Prüfung erfordert gleichzeitig neue fachliche Qualifikationen bei den Planungsbeteiligten.

Eine Prüfung des **Informationsumfangs** (Quantität) hingegen kann regelbasiert durchgeführt werden. Sie beschreibt eine Art Vollständigkeitskontrolle. Der Planer, der Projektsteuerer und die Genehmigungsbehörden (ggf. im Genehmigungsprozess) können rechnergestützt prüfen, ob notwendige Bauteilinformationen (z. B. in Bezug auf den Brandschutz) im Modell befüllt worden sind. Regelbasierte Konformitätschecks, beispielsweise zur Sicherstellung baurechtlicher Vorgaben, werden derzeit entwickelt.<sup>346</sup> Die regelbasierte Modellprüfung soll in Kombination mit den Daten-Austauschstandards X-Bau und X-Planung mittelfristig den Baugenehmigungsprozess effizienter gestalten. Zum Zeitpunkt dieser Forschungsarbeit sind jedoch noch keine Fallstudien dazu bekannt.

Eine weitere Form der Modellprüfung ist die **Kollisionsprüfung**. Sie kann als

<sup>345</sup> Eigene Darstellung.

<sup>346</sup> Vgl. planen-bauen 4.0 (2020).

rechnergestützte Überlagerung mehrerer Fachmodelle bezeichnet werden. Die modellbasierte Kollisionsprüfung kann eine Abstimmung zwischen einzelnen Fachplanern fördern. Vor allem konstruktive Planungsmängel können dadurch frühzeitig entdeckt werden. Ein typisches Beispiel ist die Durchbruchplanung und die damit verbundene Absprache zwischen Architekt, Tragwerksplaner, Brandschutzplaner, Schallschutzgutachter und TGA-Fachplaner.

Eine spezielle Form der Kollisionsprüfung ist die interne Prüfung der **Modellaktualität**. Im Gegensatz zur Kollisionsprüfung mit verschiedenen Fachmodellen werden hierbei alte und neue Versionen eines Fachmodells intern (beim Planer) überlagert, um Veränderungen über die Zeit nachvollziehen zu können. Sie werden im Gegensatz zur Kollisionsprüfung innerhalb der Modellierungssoftware durchgeführt und sind dem Little-BIM-Ansatz zuzuordnen. Der Nutzen ist nicht mit einer Kollisionsprüfung zu vergleichen, auch wenn die Funktionen in den Softwareanwendungen teilweise gleich bezeichnet werden.

Des Weiteren können Modelle während der Baumaßnahme zur Prüfung herangezogen werden (**Planung vs. Bau**). Hierbei werden Vermessungsdaten (3D-Punktwolken) zur Erfassung des Bauzustands (Ist-Zustand) mit dem zuvor erstellten Planungsmodell (Soll-Zustand) überlagert. Ziel der Maßnahme ist eine Überprüfung der Ausführungsqualität, um zeitnah steuernd eingreifen zu können (Planung vs. Bau). Die Modellprüfung selbst wird computergestützt durchgeführt. Mithilfe farblicher Markierungen können Abweichungen zwischen Modell und Punktwolke dargestellt werden. Aufgrund des teilweise hohen Datenvolumens konnten zum Zeitpunkt der eigenen Testanwendungen die Prüfungen nur mit zusätzlichem Aufwand und höheren Rechnerleistungen durchgeführt werden. Aus Projektentwicklersicht können sich bei einem vorgesehenen Einsatz daher höhere Kosten und weitere Schnittstellen zu den einzelnen Dienstleistern ergeben.

Einen weiteren Anwendungsbereich stellen **modellbasierte Simulationen** dar. Bei modellbasierten Simulationen werden komplexe Prozesse visuell besser verständlich dargestellt. Eine Verknüpfung der dreidimensionalen Bauwerksmodelle mit beispielsweise Termin- und Kostenplänen werden eingesetzt, um bislang unerkannte Auswirkungen auf die bauliche Realisierung und den späteren Betrieb frühzeitig zu erkennen. Die Simulationen sollen unter anderem dafür sorgen, dass Bauprozesse logistisch optimiert

werden.<sup>347</sup> Sie werden neben der Bauphysik bei der Planung spezieller Bauverfahren eingesetzt. Weitere Simulationen sind beispielsweise auch im Bereich der Bauphysik (Brandschutzsimulationen, thermische Simulationen, schallschutztechnische Simulationen) und zur Planung eines Sicherheits- und Gesundheitskonzeptes auf der Baustelle möglich.<sup>348</sup> Im Vorfeld einer Simulation ist ein zusätzlicher Aufwand durch die Verknüpfungen der Bauwerksmodelle mit weiteren Modellen wie der Termin- bzw. Kostenplanung zu bedenken. Verknüpfungen der Bauwerksmodelle (3D) mit Terminplänen werden auch als 4D-, die Simulation eines dynamischen Kostenverlaufs auch als 5D-BIM bezeichnet. 4D-Simulationen werden in der HOAI als besondere Leistung angesehen. Weitere Dimensionierungen (5D, 6D, nD) können unterschiedlich interpretiert werden, da beispielsweise eine Verknüpfung mit Baukostenkennwerten nicht zwangsläufig eine Verknüpfung mit der Terminplanung erfordert. Eine eindimensionale Verknüpfung zwischen BIM-Bauwerksmodell und der Kostenplanung ist technisch deutlich einfacher durchführbar als die Modellierung eines mehrdimensionalen dynamischen Gebäudemodells.

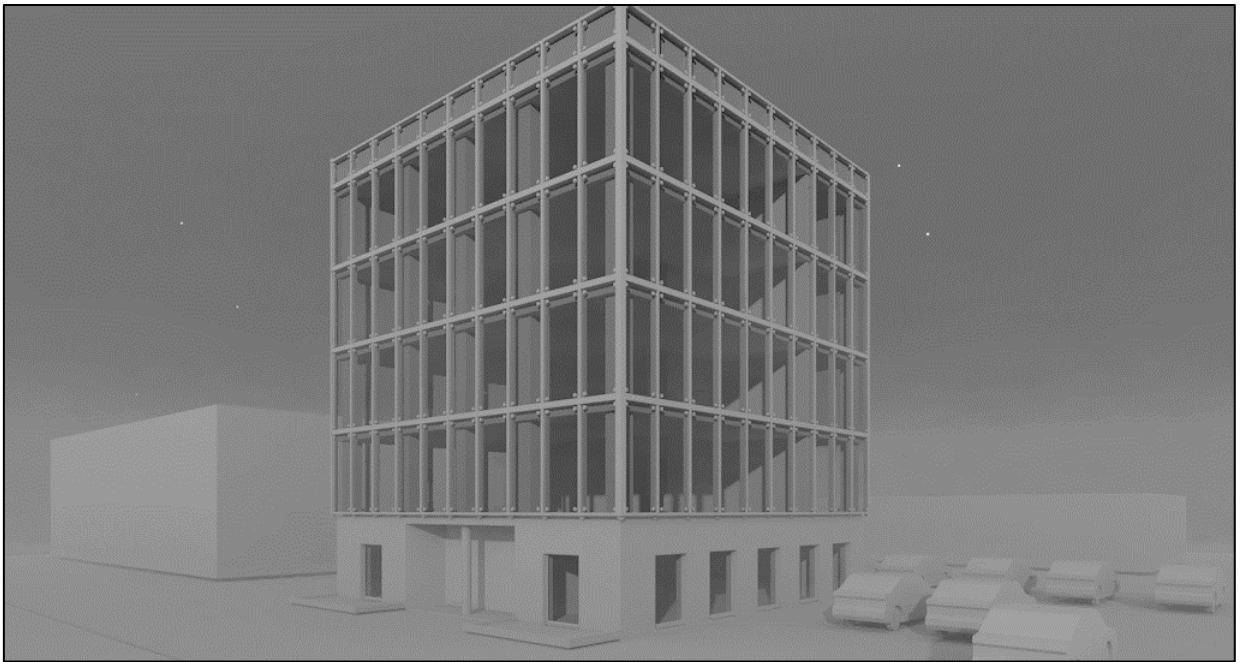
Ein weiterer Anwendungsbereich sind **Visualisierungen**, die mithilfe der Bauwerksmodelle erstellt werden können. Die Art und der Aufwand einer **Visualisierung** ist im Wesentlichen vom verwendeten Ausgabemedium (Art) und der notwendigen Detailtiefe abhängig. Im Unterschied zu einer 3D-Modellierung während der Konzeptions- oder Konkretisierungsphase können mithilfe geeigneter Softwareprogramme auch hochauflösende Visualisierungen auf Basis der BIM-Bauwerksmodelle, z. B. für Vermarktungszwecke, erstellt werden. Sie helfen beim Direktmarketing und dem ersten medialen Kontakt zur Zielgruppe.<sup>349</sup> Es können beispielsweise realitätsgetreue Bilder (Renderings), Videos oder Live-Simulationen erstellt werden (siehe Abbildung 35). Sie entstehen auf Basis der technischen Planung, können jedoch auch unabhängig von einem BIM-Modell nachmodelliert werden. Mithilfe von Einrichtungsgegenständen, Hintergrundgrafiken und anderen Elementen werden technische Zeichnungen für den Endkunden leichter verständlich gemacht. Zur Präsentation können unterschiedliche Endgeräte (z. B. PC, Tablet, Beamer, Print, VR-/AR-Brillen) eingesetzt werden.

---

<sup>347</sup> Vgl. Brady u. a. (2017); Teizer u. a. (2020)

<sup>348</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2019a), 15.

<sup>349</sup> Vgl. Rock u. a. (2016), S. 683.



**Abbildung 35: Rendering auf Basis eines BIM-Modells (Praxisbeispiel)<sup>350</sup>**

Im Gegensatz zu Virtual Reality bieten Visualisierungen in einer Augmented Reality auch Anwendungsmöglichkeiten beim Einsatz auf der Baustelle. Potenziell ergeben sich Anwendungen bei der Montageplanung, Qualitätskontrolle und bei der Koordination der Bauunternehmen. Der Einsatz von Augmented-Reality-Anwendungen ist bisweilen weniger verbreitet als Virtual-Reality-Anwendungen, weil er technologisch höhere Ansprüche mit sich bringt. Generell werden Visualisierungen in der HOAI Anlage 10 als besondere Leistung angesehen. Die technischen Entwicklungen sorgen mittlerweile allerdings dafür, dass einfache Visualisierungen ohne großartigen Mehraufwand erstellt werden können.<sup>351</sup> Die Qualität einer Visualisierungen variiert in Abhängigkeit der Detaillierung und weiterer Voreinstellungen (Auflösung, Schärfe, Kamerawinkel, Belichtung, Hintergrund etc.). Für einen Projektentwickler stellt sich die Frage, wann (z. B. im Vorfeld diverser Planungsfreigaben oder bei der Vermarktung) und in welchem Umfang (Detaillierungsgrad, Ausgabemedium) besondere Aufwendungen für Visualisierungsarbeiten notwendig sind. Einfache 3D-Visualisierungen können für technische Planungsfreigaben bereits ausreichen.

Ein weiterer Anwendungsbereich ist die effizientere **Datenübertragung**. Durch den BIM-Datenaustausch können die im Modell enthaltenen Gebäudeinformationen in diversen weiterführenden Prozessen als Input-Größen verwertet werden. Voraussetzung

<sup>350</sup> Eigene Darstellung.

<sup>351</sup> Auf Abbildung 35 ist ein Rendering zu erkennen, dass innerhalb weniger Minuten auf Basis eines BIM-Modells erstellt wurde.

ist die Definition einer gemeinsamen Datenschnittstelle. Anwendungspotenziale lassen sich ableiten, indem auf Basis eines Prozessmodells die notwendigen Input-Größen der jeweiligen Prozesse definiert und mit dem technisch möglichen Informationsgehalt der Modelle abgeglichen wird. Prozesse, in denen auf die Gebäudeinformationen eines BIM-Modells zurückgegriffen werden kann, sind nachfolgend exemplarisch aufgeführt. Sie wurden methodisch unstrukturiert durch eigenes Brainstorming hergeleitet:

- Bauantragsstellung
- Bautechnische Nachweise
- Bauherrenseitige Planungsfreigaben
- Kosten- (Bau und Nutzung) und Terminplanung
- Reporting und Controlling
- Mängelmanagement
- Ausschreibungen
- (Nachhaltigkeits-)Zertifizierungen
- Rechnungsprüfung
- FM-Leistungen

Die Übertragung der Gebäudeinformationen ist eine Grundvoraussetzung um eine (Teil-) Automatisierung einzelner Prozesse realisieren zu können. Die Integrität der Daten über alle verwendeten Systeme ist bei der Datenverwertung sicherzustellen. So kann es sein, dass im Vorfeld eines modellbasierten Datenaustauschs zwischen den Projektbeteiligten ein technischer Pre-Test durchgeführt werden muss.

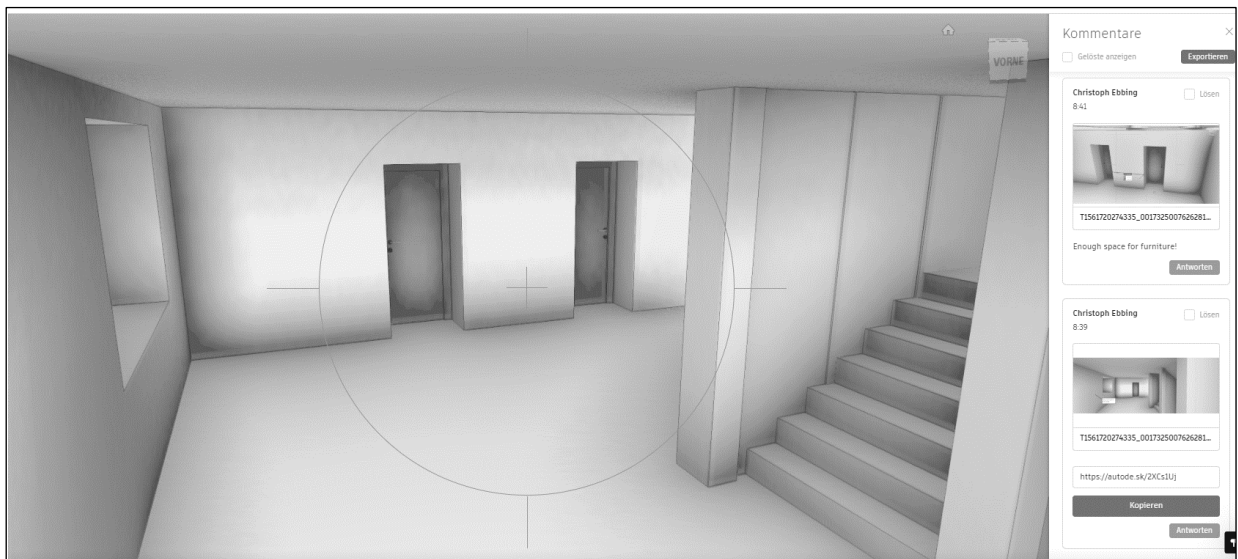
Trotz des transparenteren Datenaustausches ist weiterhin eine **persönliche Kommunikation** zwischen den Projektbeteiligten erforderlich. Bei einer Projektentwicklung kommt es zu ständigen Änderungen, sodass einer Kommunikationsplattform eine wichtige Bedeutung zukommt. Die Modellinhalte können mittlerweile digital kommentiert oder Mängel während der Baumaßnahme in den Modellen dokumentiert werden. Im Unterschied zu früheren Revisionswolken können nun Kommentare strukturiert erfasst und in einem eigenen Datenformat abgelegt werden. Das BIM Collaboration Format (BCF) ist ein offenes Datenaustauschformat, in dem Kommentare als Verknüpfung zum BIM-Modellen hinzugefügt werden können.<sup>352</sup> Das BCF-Dateiformat wird separat erstellt und ist über eine sogenannte GUID mit den Modellelementen verknüpft. Die nachfolgende Darstellung zeigt einen Ausschnitt eines Modell-Viewers mit Kommentar-

---

<sup>352</sup> Vgl. Borrmann u. a. (2015), S. 143.



Funktion (siehe Abbildung 36).



**Abbildung 36: Modell-Viewer mit Kommentarfunktion (Praxisbeispiel)**<sup>353</sup>

Neben dem offenen BCF-Format verwenden Softwarehersteller auch geschlossene Datenformate (Closed-BIM). Projektentwickler können bei der Einbindung in die gemeinsame Datenumgebung ohne besondere Softwareinstallation über Modell-Viewer auf die Modelle zugreifen und Fragen oder sonstige Anmerkungen verorten. Die digitale Kommunikation kann auf Dauer den Besprechungs- und doppelten Dokumentationsaufwand verringern und so auch die Transparenz über den Entwicklungsverlauf erhöhen. Hier sind auch Projektentwickler und alle anderen Projektbeteiligten aufgefordert, ihre Kommunikation anzupassen. Es ist davon auszugehen, dass spezielle Plattformlösungen zu höheren IT-Kosten führen (direkt oder indirekt durch höhere Dienstleistungskosten Dritter).

### 3.1.4 Anwendungsfälle

In der Fachliteratur werden BIM-Anwendungsfälle als Prozesse definiert, in denen modellbasiert gearbeitet wird.<sup>354</sup> Gemäß VDI-Richtlinie 2552 Blatt 2 lassen sich die BIM-Anwendungsfälle aus den Zielen der Projektentwickler ableiten. Die VDI-Richtlinie 2552 Blatt 2 definiert BIM-Anwendungen als „Durchführung eines spezifischen Prozesses oder Arbeitsschritts unter Anwendung der Methode BIM“.<sup>355</sup> Experten empfehlen, die Auswahl der BIM-Anwendungsfälle im Vorfeld der Definition einer AIA und der

<sup>353</sup> Eigene Darstellung.

<sup>354</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2019c), S. 6.

<sup>355</sup> Verein Deutscher Ingenieure (2018).

Ausgestaltung des BAP vorzunehmen.<sup>356</sup>

Eine Auswahl an BIM-Anwendungsfällen wurde im Jahr 2011 als Teil des nationalen BIM-Standards (NBIMS) in den USA definiert. Insgesamt wurden 25 BIM-Anwendungsfälle („BIM-Uses“) für den Immobilien-Lebenszyklus festgelegt. Man hat sie damals durch Interviews mit Industriepartnern unter Begleitung unabhängiger Fachexperten aus der Wissenschaft hergeleitet.<sup>357</sup> Die BIM-Anwendungsfälle sind dort so aufgebaut, dass der Nutzen, die Anwendungsfrequenz, die benötigten Ressourcen und die erforderliche Teamkompetenzen erläutert werden.<sup>358</sup>

In den vergangenen Jahren wurden auch in Deutschland, sowohl von der öffentlichen Hand als auch in Wirtschaftsunternehmen, in verschiedenen Arbeitskreisen und Forschungsvorhaben BIM-Anwendungsfälle erarbeitet. Eine Auflistung der unterschiedlichen BIM-Anwendungsfälle hat das BIM-Institut der Bergischen Universität Wuppertal zusammengetragen.<sup>359</sup> Bei der Ausarbeitung der BIM-Anwendungsfälle fällt inhaltlich auf, dass sie auf unterschiedlichen Prozessmodellen basieren und sich die BIM-Anwendungsfälle stark auf die Konzeptions- bis Realisierungsphase konzentrieren. In den Phasen Projektinitiierung und Vermarktung sind keine Anwendungsfälle zu finden. Die Anwendungsfälle beziehen sich vor allem auf die Akteure aus den technischen Planungs- und Ausführungsprozessen. Unberücksichtigt bleibt bei der Definition der Anwendungsfälle die Anzahl der Prozesse, in denen die Anwendungen eingesetzt werden können. Einige Anwendungsfälle können beispielsweise für die Entwurfsphase wie auch für die Ausführungsphase gelten. Verwertungspotenziale in der Nutzungsphase werden in der Instandhaltung, Wartung, bei Einsatzmöglichkeiten im Energie- und Flächenmanagement, bei der Vermarktung, im Veranstaltungsmanagement sowie bei der Planung von Umbaumaßnahmen und dem Recycling gesehen.<sup>360</sup> Die Potenziale ergeben sich vor allem infolge der automatisierbaren Datenübertragung und der leicht verständlichen Visualisierungsmöglichkeiten.<sup>361</sup> Umfragen in Deutschland deuten darauf hin, dass BIM-Anwendungen im Facility Management eher zurückhaltend eingesetzt werden.<sup>362</sup> Auch frühere Umfragen in Großbritannien zeigen, dass andere Anwendungsfälle deutlich

---

<sup>356</sup> Vgl. Tulke u. a. (2015), S. 237.

<sup>357</sup> Vgl. Computer Integrated Construction (CIC) Research Program (2011), S. 9 ff.

<sup>358</sup> Vgl. Computer Integrated Construction (CIC) Research Program (2011), S. 11.

<sup>359</sup> Vgl. Eilers (2020).

<sup>360</sup> Vgl. Eadie u. a. (2013); Kassem u. a. (2014); Volk u. a. (2013).

<sup>361</sup> Vgl. Becerik-Gerber u. a. (2012).

<sup>362</sup> Vgl. Golinski (2019); Golinski (2020).

stärker im Fokus stehen als der Einsatz im späteren Facility Management.<sup>363</sup> Da sich Projektentwickler selbst vorwiegend mit der Entwicklungsphase beschäftigen, wird im Rahmen der Arbeit hier nicht näher drauf eingegangen.

Zur **Relevanzermittlung** hat die Initiative BIM4INFRA2020 im Jahr 2018 eine Studie auf Basis mehrerer Experteninterviews veröffentlicht (siehe Abbildung 37).<sup>364</sup> Die Auswahl der BIM-Anwendungsfälle wurde von den Fachexperten anhand einer Machbarkeitsanalyse herausgearbeitet.<sup>365</sup>

Nr	AwF	Implem. Aufwand	Projekt-Aufwand	Gesamt-aufwand	Nutzen für AG	Nutzen-Aufwand-Verhältnis
AwF 1	Bestandserfassung	1,7	1,1	1,5	2,5	1,67
AwF 2	Planungsvarianten-untersuchung	1,7	0,9	1,5	2,3	1,53
AwF 3	Visualisierungen	1,0	0,7	0,9	2,5	2,73
AwF 4	Bemessung und Nachweisführung	2,5	1,4	2,2	1,9	0,86
AwF 5	Koordination der Fachgewerke	1,5	0,8	1,3	2,6	1,99
AwF 6	Fortschrittskontrolle der Planung	1,8	0,7	1,5	2,0	1,35
AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen	1,8	0,8	1,5	2,3	1,53
AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung	1,8	1,3	1,7	1,7	1,01
AwF 9	Planungsfreigabe	2,0	0,8	1,7	2,1	1,26
AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung	1,9	0,6	1,5	2,5	1,71
AwF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe	2,1	0,9	1,8	2,6	1,47
AwF 12	Terminplanung der Ausführung	1,8	0,9	1,5	2,3	1,56
AwF 13	Logistikplanung	2,0	1,3	1,8	1,8	1,01
AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen	1,8	1,0	1,6	2,2	1,39
AwF 15	Baufortschrittskontrolle	1,9	0,8	1,6	2,1	1,34
AwF 16	Änderungsmanagement	1,8	0,9	1,5	2,3	1,46
AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen	2,2	1,0	1,8	2,2	1,23
AwF 18	Mängelmanagement	1,6	0,9	1,4	2,4	1,73
AwF 19	Bauwerksdokumentation	2,3	1,5	2,0	2,6	1,31
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung	2,4	1,3	2,1	2,7	1,30

Abbildung 5: Bewertung von Aufwand und Nutzen der einzelnen Anwendungsfälle durch die befragten Experten.  
 ■ Einstieg; ■ Aufbruch; ■ Höchstleistung

Abbildung 37: Aufwands- und Nutzenwerte einzelner BIM Anwendungsfälle (BIM4INFRA)<sup>366</sup>

Die Ermittlung eines Nutzen-Aufwands-Verhältnisses, wie es die BIM4INFRA darstellt,

<sup>363</sup> Vgl. Eadie u. a. (2013).

<sup>364</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2018).

<sup>365</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2018), S. 6 ff.

<sup>366</sup> Abbildungsauszug aus BIM4INFRA2020 (2018), S. 14.

funktioniert nur, wenn man davon ausgeht, dass alle Anwendungsfälle einen zusätzlichen Aufwand und Nutzen verursachen. In der Methodenbeschreibung wird ein Wertebereich von null bis drei festgelegt, mit dem der Aufwand und Nutzen jeweils bewertet werden kann. Laut deren Bewertungsskala haben Visualisierungen das höchste Aufwands-/Nutzenverhältnis für den Auftraggeber (Score: 2,73). Ein ebenfalls hohes Aufwands-/Nutzenverhältnis hat die Koordination der Fachgewerke (Score: 1,99). Methodisch ist die vorgeschlagene Bewertungsmethodisch jedoch kritisch zu hinterfragen. Ein Nutzen-Aufwand-Verhältnis mit einem Divisor von null kann mathematisch nicht gelöst werden.<sup>367</sup> Außerdem muss bei der Bewertung eine Annahme für eine bestimmte Ausgangssituation getroffen worden sein, da die fachlichen Prozesse (z. B. Ausschreibungen) auch unabhängig von BIM durchgeführt werden. Bei der Bewertung müsste eher von einer Veränderung gesprochen und die Ausgangssituation als Prozessmodell inklusive einer Definition des Projektes dargestellt werden. In den Steckbriefen der einzelner BIM-Anwendungsfälle (BIM-AF) werden keine Informationen zur Ausgangssituation dargestellt.<sup>368</sup> Die Grenzwerte in der darauf aufbauenden Bewertung (Einstieg, Aufbruch, Höchstleistung) sind weiterhin nach subjektivem Ermessen gewählt worden. Die BIM-Anwendungsfälle hat der DVP e.V., als Vertreter der Projektsteuerer, einer eigenen, weiteren Klassifizierung zugrunde gelegt und teilweise ergänzt.<sup>369</sup> Dort wurde eine qualitative Bewertung der BIM-Anwendungsfälle vorgenommen und zwischen primären und sekundären Anwendungsfällen für Bauherren unterschieden.<sup>370</sup> Eine Begründung oder Bewertung, bei welchen Projekten die einzelnen Anwendungsfälle empfohlen werden, liegt jedoch nicht vor.

## **3.2 BIM-Einsatz in Deutschland**

In diesem Kapitel wird ein BIM-Marktüberblick im deutschsprachigen Raum gegeben werden. Die Marktsituation wird anhand von Umfragewerten sowie stichprobenartig gesammelten Sekundärdaten qualitativ bewertet werden.

### **3.2.1 BIM-Anbieter**

Als BIM-Anbieter werden alle Unternehmen angesehen, die in ihren Kernprozessen mit den BIM-Anwendungen arbeiten oder Leistungen im Bereich des Managements und der Beratung anbieten. Allgemein ist der Anbietermarkt in Deutschland aufgrund der

---

<sup>367</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2018), S. 12.

<sup>368</sup> Vgl. BIM4INFRA2020 (2019c).

<sup>369</sup> Vgl. Döinghaus u. a. (2019), S. 8.

<sup>370</sup> Vgl. Döinghaus u. a. (2019), S. 7.

zunehmenden Spezialisierung, der ohnehin vorhandenen Kleinteiligkeit sowie unterschiedlicher BIM-Begriffsdefinitionen als sehr intransparent zu bezeichnen. Eine detailliertere Abgrenzung erscheint nicht möglich, weil Planungs-, Management- und Beratungsleistung im BIM-Bereich teilweise von den gleichen Akteuren erbracht werden.

Als Referenz für den klassischen BIM-Anbieter werden nachfolgend Architekten als wichtige Akteure während der Konzeptions- und Konkretisierungsphase sowie das Bauunternehmen als Referenz für die Realisierungsphase herangezogen. Sie werden in den identifizierten Studien als Umfrageteilnehmer häufig erwähnt.

Im Jahr 2018 stellten der Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK) und die Unternehmensberatung Munich Strategy in einer Umfrage fest, dass 37 % der Architekten und Fachplaner bereits nach einem BIM-Standard arbeiten.<sup>371</sup> Eine Umfrage von BauInfo-Consult aus dem Jahr 2019 deutet darauf hin, dass rund ein Viertel (ca. 25 %) der planenden Architekten BIM-fähige Tools in der täglichen Arbeit einsetzen.<sup>372</sup> Eine Befragung der Bundesarchitektenkammer für das Berichtsjahr 2019 hat gezeigt, dass im Durchschnitt 18 % der Architekten BIM-Instrumente im Alltag einsetzen.<sup>373</sup> 3D-Modellierungswerkzeuge hingegen werden von 29 %, gemeinsame Datenumgebungen von 25 % und Renderings von 15 % der Architekten eingesetzt.<sup>374</sup> Ein Vergleich der jährlichen Umfrage auf der BIM-World Fachmesse zeigt weiterhin, dass sich immer mehr Dienstleister mit verschiedenen BIM-Kompetenzen auseinandersetzen.<sup>375</sup> Unter Berücksichtigung der Gesamtanzahl an Architekturbüros in Deutschland (siehe Kapitel 2.1.4) lässt sich anhand der ermittelten Daten schätzen, dass in rund 7.000 bis 15.000 Architekturbüros eine BIM-fähige Software eingesetzt wird.<sup>376</sup> In der Querschnittsstudie von Bialas u. a. aus dem Jahr 2019 antworteten Planer, dass BIM-Anwendungen bei größeren und bei kleineren Projekten eingesetzt werden.<sup>377</sup>

Einzelne Aussagen aus offenen Befragungen zeigen jedoch auch, dass die BIM-fähigen Softwaretools vorwiegend im Sinne des Little-BIM-Ansatzes genutzt werden.<sup>378</sup> Bei der

---

<sup>371</sup> Vgl. Zentralverband Sanitär Heizung Klima u. a. (2018).

<sup>372</sup> Vgl. BauInfoConsult (2019).

<sup>373</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK u. a. (2020), S. 174.

<sup>374</sup> Vgl. Bundesarchitektenkammer BAK u. a. (2020), S. 173 f.

<sup>375</sup> Vgl. Golinski (2018); Golinski (2019).

<sup>376</sup> Berechnet werden die Zahlen durch Multiplikation des Gesamtanzahl i. H. v. ca. 39.000 Architekturbüros und der maximal und minimal auffindbaren prozentualen Anteile i. H. v. 37 % und 18 %. Der Anteil an Architekturbüros, die entsprechende Software für Renderings verwenden (15 %), bleibt außen vor. Die Zahlen wurden anschließend auf- bzw. abgerundet.

<sup>377</sup> Vgl. Bialas u. a. (2019).

<sup>378</sup> Vgl. Golinski (2019); usic (2018); Bialas u. a. (2019).

Motivation ist dann von einer internen Prozessoptimierung (höhere Effizienz) auszugehen. Für eine modellbasierte Zusammenarbeit seien die Kooperationspartner nicht so weit, man verfüge selbst nicht über entsprechende Kompetenzen beim Datenaustausch, oder BIM-Leistungen werden schlichtweg nicht gefordert.<sup>379</sup> Planer geben an, die BIM-Softwaretools vor allem in der Entwurfs- bzw. Ausführungsplanung einzusetzen.<sup>380</sup> Inhaltlich werden die Tools vor allem für 3D-Visualisierungen oder zur Ableitung von 2D-Zeichnungen aus den 3D-Modellen verwendet.<sup>381</sup> Eine Umfrage vom Softwarehersteller ORCA (AVA-Softwarehersteller) aus dem Jahr 2020 weist darauf hin, dass fast 50 % der Umfrageteilnehmer (Architekten 46 %, TGA-Planer 19 %, Bauingenieure 16 %) bislang noch kein Projekt mit einem BIM-Koordinator durchgeführt haben.<sup>382</sup> Rund 80 % der Teilnehmer haben darüber hinaus noch kein Projekt mit einem BIM-Manager durchgeführt.<sup>383</sup> Überhaupt haben erst 40 % ein BIM-Projekt durchgeführt bzw. konkret geplant.<sup>384</sup> Was sich genau hinter einem BIM-Projekt verbirgt, ist allerdings nicht definiert. Die sonstigen Umfragewerte deuten jedoch darauf hin, dass hier eher der Big-BIM-Einsatz gemeint sein könnte. Eine BIM-Strategie haben die Teilnehmer einer Umfrage des Beratungsunternehmen Pricewaterhouse Coopers im Jahr 2019 meist jedoch nicht entwickelt.<sup>385</sup> Auch hier ist nicht ganz klar, was genau mit einer BIM-Strategie gemeint ist.

Neben den Planungsbeteiligten kommen auch **Bauunternehmen** verstärkt mit der BIM-Thematik in Kontakt. Dies gilt voraussichtlich vor allem dann, wenn sie als Generalübernehmer- oder Generalunternehmer auftreten und selbst Planungsleistungen erbringen. Forscher aus China stellten im Jahr 2015 fest, dass BIM-Anwendungen dort auch aus Imagegründen eingesetzt werden.<sup>386</sup> Der ZVSHK und Munich Strategy stellten in einer Umfrage fest, dass im Jahr 2018 in Deutschland nur etwa 5 % der Handwerksunternehmen nach einem BIM-Standard arbeiteten.<sup>387</sup> Das Beratungsunternehmen Pricewaterhouse Coopers kommt im Jahr 2017 auf einen Schätzwert von rd. 9,6 % unter Bauunternehmen.<sup>388</sup> Unklar bleibt, warum sich Unterschiede bei den Befragungsergebnissen ergeben haben. Einerseits wird von Handwerksunternehmen, andererseits von

---

<sup>379</sup> Vgl. CONJECT (2015); usic (2018).

<sup>380</sup> Vgl. BauInfoConsult (2019).

<sup>381</sup> Vgl. BauInfoConsult (2019).

<sup>382</sup> Vgl. ORCA Software GmbH (2020), S. 5.

<sup>383</sup> Vgl. ORCA Software GmbH (2020), S. 5.

<sup>384</sup> Vgl. ORCA Software GmbH (2020), S. 5.

<sup>385</sup> Vgl. PricewaterhouseCoopers (2019), S. 6.

<sup>386</sup> Vgl. Cao Dongping (2016).

<sup>387</sup> Vgl. Zentralverband Sanitär Heizung Klima u. a. (2018).

<sup>388</sup> Vgl. PricewaterhouseCoopers (2018), S. 18.

Bauunternehmen gesprochen. Ähnlich wie bei Planern liegt auch bei Bauunternehmen eher selten eine BIM-Strategie vor.<sup>389</sup> Unter Berücksichtigung der Gesamtzahl an Bauunternehmen in Deutschland (rd. 19.000, siehe Kapitel 2.1.4) und der Umfragewerte arbeiten somit rd. 1.000 bis 2.000 Bauunternehmen digital nach einem BIM-Standard.<sup>390</sup>

Umfragen aus dem internationalen Raum im Jahr 2014 zufolge werden bei Großunternehmen die BIM-Anwendungen ohne Nachfrage seitens der Projektentwickler eingesetzt.<sup>391</sup> Allerdings wird auch dort sowohl von Planern als auch von Bauunternehmen wiederholt auf die technischen Schnittstellenprobleme, unfähige Kooperationspartner, fehlende Standards und eine fehlende Nachfrage vonseiten der Bauherren hingewiesen.<sup>392</sup>

### 3.2.2 BIM-Nachfrager

Mittlerweile wird laut Umfragen von Praktikern aus der Immobilienwirtschaft dem BIM-Einsatz in Deutschland ein mittel- bis langfristiges Trendpotenzial zugestanden.<sup>393</sup> Man kann allerdings davon ausgehen, dass die Nachfrage nach einer modellbasierten Zusammenarbeit eher gering ist. Planer aus Deutschland geben an, dass es sich nur bei rund einem Zehntel der vorliegenden Projekte um ein (Big-)BIM-Projekt handelt.<sup>394</sup> Auch Bauunternehmen geben an, dass BIM-Modelle in weniger als einem Zehntel aller Ausschreibungen bislang eingebunden wurden.<sup>395</sup> Weitere Erhebungen aus den vergangenen Jahren bestätigen diesen geringen Anteil.<sup>396</sup>

Aus der Praxis wird berichtet, dass Projektentwickler nicht an BIM-Daten interessiert seien, da sie nicht an einer Optimierung der Betriebskosten teilhaben, in der die Daten genutzt werden können.<sup>397</sup> Die Optimierung der Schnittstellen wird hier nicht erwähnt. Ein weiterer Grund für die Zurückhaltung kann die Vergabe nach wirtschaftlichen Kriterien sein. Angesichts einer geringen Verbreitung des BIM-Einsatzes könnten vertragliche BIM-Vorgaben eine Einschränkung bei der Vergabe darstellen, durch die möglicherweise höhere Angebotspreise vermutet werden. Andere Projektentwickler wiederum

<sup>389</sup> Vgl. PricewaterhouseCoopers (2019), S. 6.

<sup>390</sup> Berechnet wird die Anzahl durch eine Multiplikation der Gesamtanzahl (19.000) und der genannten Anteilswerte i. H. v. 5 % und 9,6 %. Die Ergebnisse wurden gerundet.

<sup>391</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2014b).

<sup>392</sup> Vgl. usic (2018), S. 13; BaulInfoConsult (2019); Chan u. a. (2019).

<sup>393</sup> Vgl. Rodeck u. a. (2020), S. 18.

<sup>394</sup> Vgl. BaulInfoConsult (2019).

<sup>395</sup> Vgl. PricewaterhouseCoopers (2019), S. 24.

<sup>396</sup> Vgl. PricewaterhouseCoopers (2018); Golinski (2019).

<sup>397</sup> Vgl. Rodeck u. a. (2020), S. 82.

berichten, dass sie ohnehin mit Generalplanern zusammenarbeiten, die sich BIM-seitig eigenverantwortlich organisieren.<sup>398</sup> Die Äußerungen zeigen, dass der BIM-Gedanke einer modellbasierten Zusammenarbeit sich derzeit noch sehr stark auf die Gebäudeplanung selbst konzentriert.

Einzelne Praxisteilnehmer gehen davon aus, dass vertragliche Anforderungen an den BIM-Einsatz in Deutschland eher vom öffentlichen (PREM) anstatt privatwirtschaftlichen Immobilienmanagement (CREM, IREM, Trader-Developer) gestellt werden.<sup>399</sup> Liebich u. a. gehen davon aus, dass BIM-Anwendungen vor allem von großen Bauunternehmen (vsl. Generalübernehmer und Generalunternehmen) aus Eigeninteresse initiiert werden.<sup>400</sup> Als Vergleich: Schweizer Umfragen aus dem Jahr 2019 zeigen, dass dort bislang vor allem Auftraggeber aus der Privatwirtschaft den BIM-Einsatz einfordern.<sup>401</sup> Auch in der Umfrage aus der Schweiz werden Generalunternehmen als einer der größten BIM-Treiber genannt.<sup>402</sup> Vergleichbare Studien aus Deutschland sind abgesehen von den einzeln aufgeführten Einschätzungen seitens der Praxisteilnehmern nicht bekannt. Bei einer eigenen Recherche wurden stichprobenartig die Referenzen einiger BIM-Spezialisten in Abhängigkeit der auffindbaren Bauherren untersucht (siehe Abbildung 38).

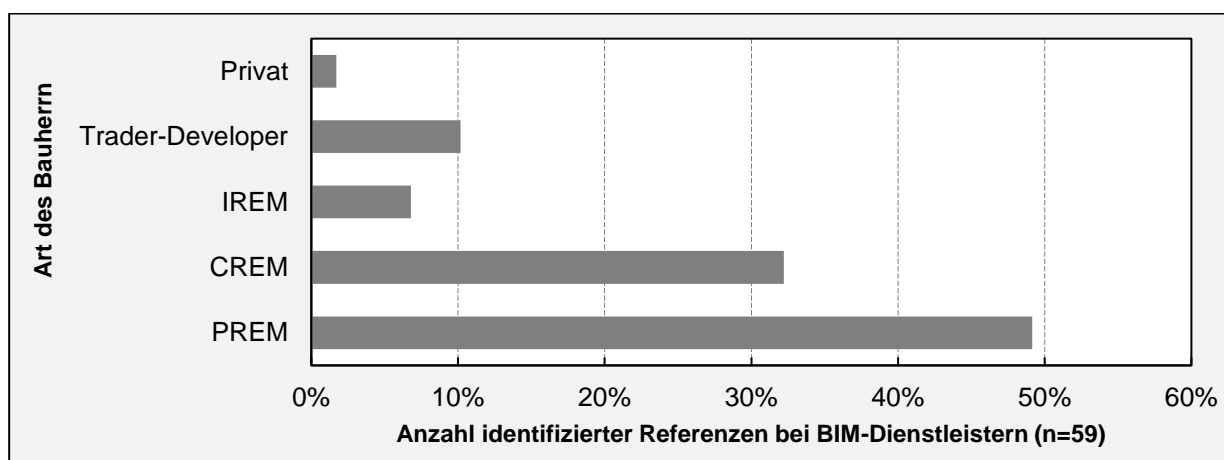


Abbildung 38: Analyse der BIM-Referenzen in Abhängigkeit vom Bauherrn<sup>403</sup>

Gefunden werden konnten insgesamt 59 Referenzangaben, bei denen einen Großteil der Bauherren das öffentliche Immobilienmanagement (PREM) stellt. Betrachtet man die identifizierbaren Referenzangaben genauer, scheint es sich vor allem um sehr

<sup>398</sup> Vgl. Rodeck u. a. (2020), S. 89.

<sup>399</sup> Vgl. Golinski (2019); Rodeck u. a. (2020), S. 82.

<sup>400</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 27.

<sup>401</sup> Vgl. usic (2018), S. 11; usic (2019), S. 8.

<sup>402</sup> Vgl. usic (2018), S. 11; usic (2019), S. 8.

<sup>403</sup> Eigene Darstellung; eine Auflistung der dazugehörigen Daten ist der Anlage 1 zu entnehmen.



komplexe Entwicklungsprojekte wie beispielsweise Krankenhäuser zu handeln.<sup>404</sup> Die Liste ist jedoch nicht als repräsentativ anzusehen. Verzerrungen sind möglich, da eine subjektive Auswahl an BIM-Spezialisten und Klassifizierung der Bauherren stattgefunden hat.<sup>405</sup> Beispielsweise ist bei Gesundheitseinrichtungen nicht immer klar, ob es sich um privatwirtschaftliche Betreiber oder öffentliche Einrichtungen handelt. Tiefergehende Analysen wurden dahingehend nicht angestellt. Außerdem ist teilweise unklar, ob die Bauherren eine modellbasierte Zusammenarbeit gefordert oder die BIM Spezialisten beispielsweise für ein Generalübernehmer (Auftragnehmer der Bauherren) arbeiten. Die Liste zeigt allerdings, dass BIM-Leistungen, vor allem bei Projekten mit langfristig agierenden Investoren beauftragt wurden. Konkret handelt es sich dabei vor allem um nutzenorientierte Investoren (CREM, PREM). Ein weiterer Grund kann die hohe Projektkomplexität sein. Ein hoher Anteil an öffentlichen Bauherren (PREM) kann vermutet werden, weil das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur im Jahr 2017 eine BIM-Prüfung bei allen Projekten ab Baukosten von mehr als fünf Millionen Euro (5 Mio. €) gefordert hat.<sup>406</sup> Eine Untersuchung eines umfangreichen Projektportfolio eines internationalen Baudienstleisters hat Stange durchgeführt. Die Auswertung zeigt auch hier, dass eine modellbasierte Zusammenarbeit eher bei komplexeren Vorhaben eingesetzt wurde (siehe Abbildung 39).

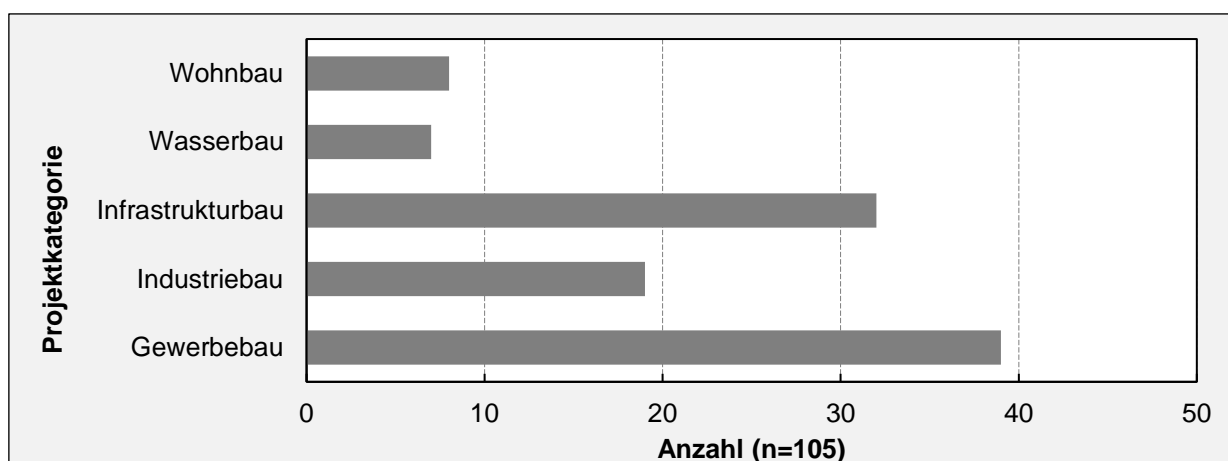


Abbildung 39: Darstellung der BIM-Projektstichprobe<sup>407</sup>

Eine modellbasierte Zusammenarbeit wurde dort vorrangig bei Infrastruktur- und Gewerbebauten eingesetzt. Die Projektgrößen rangieren von unter 0–50 Mio. € bis 200–

<sup>404</sup> Siehe Anlage 1.

<sup>405</sup> Siehe Anlage 1.

<sup>406</sup> Vgl. Poss (2017).

<sup>407</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Stange (2019), S. 455 ff.

500 Mio. €.<sup>408</sup> Ob es sich dabei um privatwirtschaftlich oder öffentlich initiierte Projekte handelt, ist unklar. Tendenziell werden Wohnbauten von privaten und öffentlichen Auftraggebern, Wasser- und Infrastrukturbauten von öffentlichen und Industrie- und Gewerbebauten von privatwirtschaftlichen Auftraggebern initiiert. Diese Zuordnung würde dafürsprechen, dass bei der Stichprobe von Stange ein Großteil der BIM-Projekte von privatwirtschaftlichen Entwicklern initiiert wurden.

In Kombination mit den Erkenntnissen zum BIM-Angebot ist zusammenfassend davon auszugehen, dass BIM-Anwendungen derzeit tendenziell aus Eigeninteressen der Dienstleister und Bauunternehmen eingesetzt werden, sofern es sich nicht um sehr komplexe Entwicklungsvorhaben handelt. In Deutschland entstehen laut statistischen Bundesamt in Deutschland in der Mehrheit jedoch eher mittelmäßig komplexe Entwicklungsvorhaben, die von Privatbauherren oder wertorientierten Projektentwicklern (Trader-Developer, IREM) initiiert werden.<sup>409</sup>

### **3.3 BIM-Kosten und Nutzen**

In der Literatur werden seit mehreren Jahren die BIM Kosten- und Nutzeneffekte genannt und teils auch diskutiert. Es werden Argumente für als auch gegen den Einsatz aufgeführt. Eine qualitative Argumentation ist notwendig, um den Zusammenhang zwischen einer Ursache und einer Auswirkung erklären zu können. Sie bilden eine Basis, um quantitative Wertangaben einordnen zu können. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Argumente aus der Literatur genannt und in Zusammenhang gestellt. Vorab stehen Überlegungen an, wie die Kosten und Nutzeneffekte gegliedert werden können.

#### **3.3.1 Grundlagen: IT-Kosten und Nutzen**

Das Problem bei der Bewertung umfangreicher technologischer Veränderungen besteht darin, dass die eigentlichen Veränderungen in vielen Teilprozessen vorgenommen werden und die eigentliche Bewertung auf einer höheren abstrakten Ebene stattfindet. Die einzelnen Prozesse und Abhängigkeiten sind oft gar nicht bekannt, sodass übergeordnete Schätzungen in Bezug auf einzelne ökonomische Größen notwendig werden.

Aus der Bewertung einer IT-Investition in Wirtschaftsunternehmen ist bekannt, dass die Vorteilhaftigkeit einer neuen IT-Lösung ökonomisch nur unter Annahmen begründen

---

<sup>408</sup> Vgl. Stange (2019), S. 455 ff.

<sup>409</sup> Vgl. Kap. 2.2.3.

lässt.<sup>410</sup> Zur Einordnung qualitativer Argumente hat Brugger Wirtschaftlichkeitsfaktoren definiert. Mit ihrer Hilfe können Expertenaussagen zunächst einmal kategorisiert und kritisch hinterfragt werden. Brugger unterscheidet zwischen primären und sekundären Wirtschaftlichkeitsfaktoren. Bei den sekundären Wirtschaftlichkeitsfaktoren (Finanzierungskosten, Steuern, Abschreibungen) handelt es sich um Faktoren, die bei der Argumentation der Einfachheit halber als zweitrangig betrachtet werden. Bei den primären Wirtschaftlichkeitsfaktoren wird wie folgt unterschieden:

- externe und interne Kosten
- einmalige und laufende Kosten
- quantifizierbarer und nicht quantifizierbarer Investitionsnutzen
- zahlungswirksamer und zahlungsunwirksamer Investitionsnutzen
- Ursprung des Investitionsnutzens
- zeitliche Haltbarkeit des Investitionsnutzens

Übertragen auf die Immobilien-Projektentwicklung bezeichnen **externe Kosten** aus die Ausgaben, die an Dritte gezahlt werden, wohingegen es sich bei **internen Kosten** um Ausgaben des Projektentwicklers handelt (z. B. Projektleitungskosten). Eine Unterscheidung zwischen internen und externen Kosten hat zunächst keine Auswirkungen auf die Investitionsrechnung, wenn man davon ausgeht, dass bei einer Investitionsrechnung sowohl interne als auch externe Kosten vollständig einkalkuliert werden.<sup>411</sup>

Brugger unterscheidet weiter zwischen **einmaligen und laufenden Kosten**. Als einmalige Kosten werden bei Investitionsrechnungen Kosten angesehen, die in einer einzelnen Periode eines mehrperiodigen Projektes einmalig anfallen (siehe Kapitel 2.3.3.1). Im BIM-Kontext könnte es sich beispielsweise um anfängliche Beratungskosten handeln. Laufende BIM-Kosten wären beispielsweise Kosten für das BIM-Management. Im Gegensatz dazu spielen die laufenden externen Kosten eines Architekten (z. B. höhere CAD-Softwarekosten) für den Projektentwickler keine Rolle, wenn man davon ausgeht, dass sich die Honorare nicht grundlegend verändern. Hier ist die Perspektive des jeweiligen Betrachters zu berücksichtigen.

Wohingegen die Kosten insgesamt noch vergleichsweise einfach bestimmbar sind, ist

---

<sup>410</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 1 ff.

<sup>411</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 66.

die Definition des **Investitionsnutzens** eine größere Herausforderung.<sup>412</sup> Hier wird zwischen **quantifizierbarem und nicht quantifizierbarem** Investitionsnutzen unterschieden.<sup>413</sup> Aussagen zu quantifizierbarem Investitionsnutzen lassen sich in Form geringerer Ausgaben (z. B. Baukosten) und Projektdauer (z. B. Bauzeit) oder höherer Einnahmen (z. B. beim Verkauf) vergleichsweise einfach interpretieren. Voraussetzung ist, dass die Einheiten für die Veränderung eindeutig bezeichnet werden (z. B. in % der KG 300). Nicht quantifizierbare Veränderungen wären langfristige Folgen, zu denen beispielsweise ein Imagegewinn, bessere Arbeitsbedingungen oder eine höhere Zufriedenheit Dritter (z. B. bei Behörden, Banken, Investoren, Nutzer, Planer, Bauunternehmen) gehören.<sup>414</sup> Zwischen den quantifizierbaren und nicht quantifizierbaren Veränderungen gibt es Investitionsnutzen, die bei einem Projekt nur indirekt monetär messbar sind.<sup>415</sup> Man könnte sie auch als quasi-quantifizierbaren Investitionsnutzen bezeichnen. Die direkte oder indirekte Quantifizierbarkeit eines Investitionsnutzens steht damit in unmittelbarer Beziehung zur Frage der **Zahlungswirksamkeit**.<sup>416</sup> Aus Projektentwicklersicht wäre im Hinblick auf den indirekten Investitionsnutzen beispielsweise zu klären,

- ob Produktivitätssteigerungen bei Architekten und Ingenieuren indirekt zu einer kürzeren Planungszeit und niedrigeren Planungskosten führen,
- ob durch eine höhere Planungsqualität indirekt geringere Nachtragskosten und Bauzeiten entstehen,
- ob eine höhere Planungssicherheit indirekt zu einer Senkung der Risikokapitalkosten führt,
- ob eine höhere Planungsqualität indirekt zu einer Steigerung der Objektqualität und damit einer höheren Zahlungsbereitschaft führt.

Eine Untersuchung des **Nutzenursprungs** kann dabei helfen, die Fragen hinsichtlich der Zahlungswirksamkeit zu beantworten.<sup>417</sup> Dabei müssten Eintrittswahrscheinlichkeiten und Ausmaß der einzelnen Veränderungen ganzheitlich erfasst und abschließend bewertet werden.

Hinsichtlich der **zeitlichen Haltbarkeit** des Investitionsnutzens unterscheidet Brugger

---

<sup>412</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 86.

<sup>413</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 88.

<sup>414</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 88.

<sup>415</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 88.

<sup>416</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 89.

<sup>417</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 91.

zwischen einmaligen und mehrmaligen Nutzeneffekten.<sup>418</sup> Mehrmalige Nutzeneffekte können bei Projektentwicklungen vor allem dann entstehen, wenn projektübergreifend wiederholt die gleichen BIM-Standards verwendet werden können. Abgrenzend zur zeitlichen Haltbarkeit kann der Zeitaspekt auch anders interpretiert werden. So kann es sein, dass sich aufgrund der Marktbedingungen und technologischen Entwicklungen die BIM Angebotspreise der Anbieter mittel- bis langfristig verändern. Gleiches gilt auch bezüglich der Zahlungsbereitschaft der Endinvestoren. Ausgehend davon, dass es durch Weiterbildungen und IT-Fortschritt zu einer Veränderung des BIM -Modellierungsaufwands und gleichzeitig ein höheres Verständnis und ersten Erfahrungen unter den Endinvestoren gekommen ist, könnten Aussagen aus der Vergangenheit nur bedingt als zeitgemäß bewertet werden.

Abschließend gilt bei Aussagen Dritter zu bedenken, dass die **Ausgangssituation** bei einer Bewertung sehr unterschiedlich sein kann. Bei Projektentwicklungen gilt es Ziele, Vermarktungsstrategien, Organisation und Vertragsmodelle entsprechend zu berücksichtigen (siehe Kapitel 2.2).

### 3.3.2 BIM-Kosten

Typische kosten- und zeitrelevante BIM-Veränderungen ergeben sich durch Veränderung der technischen Prozesse in der Planung und im Projektmanagement.

#### 3.3.2.1 Planungskosten

Als Planungskosten sind vor allem die Kosten für Architekten und Ingenieure anzusehen. Sie sind ein wesentlicher Teil der Baunebenkosten (KG 700). Höhere Planungskosten infolge von BIM sind zu erwarten, sofern man von einem höheren Aufwand bei der Planung ausgehen kann. Eine reine Aufwandsverschiebung ist aus Projektentwicklersicht nicht als höhere Kosten zu bewerten.<sup>419</sup> Höhere Kosten können bei einer Aufwandsverschiebung dann entstehen, wenn sich dadurch einzelne Dienstleistungen überschneiden, die von unterschiedlichen Unternehmen erbracht und doppelt abgerechnet werden.

Ein höherer Planungsaufwand kann beim Architektur- oder Ingenieurbüro entstehen, wenn sich Planer an Datenstandards halten müssen, die von der klassischen Vorgehensweise im eigenen Büro abweichen.<sup>420</sup> Dieser Effekt lässt sich möglicherweise durch

---

<sup>418</sup> Vgl. Brugger (2009), S. 93.

<sup>419</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 22 f.

<sup>420</sup> Vgl. Friedrich u. a. (2019), S. 5.

eine mehrmalige Zusammenarbeit langfristig beheben.

Ein höherer Planungsaufwand kann auch dann entstehen, wenn eine Bauteilattribution geplant ist, deren Informationsinhalt und -tiefe über das konventionelle Planungsniveau hinausgehen.<sup>421</sup> Es handelt sich beispielsweise um die Eingabe von Informationen, die den späteren Betrieb und nicht die Planung zur Realisierung eines Gebäudes betreffen. Die Kosten sind ähnlich wie bei Bestandsaufnahmen oder Visualisierungen für besondere Leistung der Planer einzuplanen. Entsprechende Leistungen können auch unabhängig von BIM beauftragt werden. Darüber hinaus können auch höhere Qualitätsanforderungen (LoG) an die Modellierung oder eine spezielle technische Umsetzung (Datenformate etc.) dazu führen, dass ein anderes Preisniveau zu erwarten ist. Auch diese Anforderungen können unabhängig vom BIM-Einsatz gefordert werden.

Im Jahr 2011 ging Liebich u. a. in Deutschland davon aus, dass in einer Entwicklungs- und Etablierungsphase die BIM-Methodik mit höheren Aufwendungen zu rechnen sei.<sup>422</sup> Dies deutete bereits damals darauf hin, dass unabhängig von den Planungsanforderungen höhere Planungskosten aufgrund begrenzter Verbreitung und Kompetenzen zu erwarten waren. Erfahrungen aus anderen Ländern mit größerer Erfahrung und BIM-Projekten zeigen allerdings, dass BIM mit der Zeit ein integraler Bestandteil der Architekten- und Ingenieurleistungen werden kann.<sup>423</sup> Es ist also langfristig wieder mit einer Senkung des Aufwands zu rechnen.

Insgesamt konnte als Ursache höherer Planungskosten ein eingeschränktes Marktangebots oder die Beauftragung besonderer Leistungen abgeleitet werden. Einschränkungen am Markt erscheinen wahrscheinlich, wenn viele Planungsbüros bereits mit BIM-fähigen Insellösungen arbeiten, allerdings wenig Erfahrungen im BIM-Datenaustausch mitbringen (siehe Kap. 3.2.1). Alternativ kann auf eine vertragliche Vorgabe verzichtet und gehofft werden, dass Planungsbüros und weitere Dienstleister aus Eigeninteresse modellbasiert zusammenarbeiten. Dann würden keine zusätzlichen Kosten entstehen. Die Beauftragung besonderer Leistungen ist nicht unmittelbar der BIM-Anwendung als Ursache zuzuschreiben. Vielmehr sind die Zusatzkosten auf die höheren Anforderungen des Auftraggebers zurückzuführen. BIM kann als Ursache besonderer Planungsleistungen dann aufgeführt werden, wenn davon ausgegangen wird, dass infolge der

---

<sup>421</sup> Vgl. Cavka u. a. (2017); Carbonari u. a. (2018).

<sup>422</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 31.

<sup>423</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 16.

BIM-Modellierung die Attraktivität besonderer Leistungen gestiegen ist (höheres Nutzen/Aufwandsverhältnis).

### 3.3.2.2 Managementkosten

Als Managementkosten werden die Kosten für die Projektleitung und Projektsteuerung bezeichnet. Infolge einer modellbasierten Zusammenarbeit sind Austausch- und Modellstandards vorab zu definieren. Sie werden als Grundvoraussetzung für einen funktionierender Datenaustausch angesehen.<sup>424</sup> Gründe dafür, dass der BIM-Datenaustausch nicht funktioniert, sind unkonkrete Informationsanforderungen, fehlende Standards, Softwareprobleme, nicht ausreichende Kompetenzen, Erfahrungen und Motivation sowie fehlende Anreizstrukturen (Anpassung der Vertragsinhalte).<sup>425</sup> Geht man davon aus, dass keine Softwareprobleme auftreten, kann möglicherweise auch auf ein BIM-Management und entsprechende Kontrollen verzichtet werden.

Das BIM-Management verursacht höhere Managementkosten, weil AIA definiert, Vertragsinhalte angepasst und während eines Projektes kontrolliert werden. Das BIM-Management ist als Datenmanagement zu verstehen und dem Projektmanagement (als delegierbare Aufgabe der Projektsteuerung) zuzuordnen.<sup>426</sup> Zur Bewertung höherer Managementkosten ist unabhängig von BIM zu klären, ob zuvor auch schon AIA erstellt, als Vertragsanlage vereinbart und kontrolliert wurden. Dann würden höhere Kosten lediglich für eine Anpassung (Übersetzung in BIM-Sprache) bzw. Ergänzung der AIA entstehen. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass die meisten Projektentwickler keine AIA vordefiniert haben.

Die modellbasierte Zusammenarbeit führt auch dazu, dass sich Projektentwickler selbst umstellen müssen. Friedrich und Maaß nennen als einmalige Kosten die technische Administration, Bereitstellung einer Infrastruktur und diverse Beratungsleistungen.<sup>427</sup> Möglicherweise fallen auch Schulungsmaßnahmen, Lizenzkosten, Kosten für BIM-konforme Ausstattung von Besprechungsräumen an, die auf die einzelnen Projekte umgelegt werden müssen.<sup>428</sup>

Die Definition der AIA wie auch die vorausschauende und dynamische Pflege eines BAP erfordern vielseitige Kenntnisse über die einzelnen fachlichen und technischen

---

<sup>424</sup> Vgl. Egger u. a. (2012), S. 32, 36, 51, 67, 68, 76, 78.

<sup>425</sup> Vgl. Sun u. a. (2020).

<sup>426</sup> Vgl. Döinghaus u. a. (2019).

<sup>427</sup> Vgl. Friedrich u. a. (2019), S. 5.

<sup>428</sup> Vgl. Friedrich u. a. (2019), S. 5.

Prozesse sowie über die dabei notwendigen Daten. Fehlen entsprechende Erfahrungen und Grundkenntnisse, kann dies dazu führen, dass unwirtschaftlich viele bzw. zu wenig Informationen abgefragt und von den Projektbeteiligten integriert werden müssen. Die Definition der BIM-Ziele und -Anwendungsfälle ist maßgebend dafür verantwortlich, ob höhere Kosten zu erwarten sind. Die BIM-Ziele werden in der Praxis allerdings bislang eher qualitativ beschrieben.<sup>429</sup> Eine qualitative Leistungsbeschreibung kann allerdings dazu führen, dass der Leistungserfolg nicht eindeutig bemessen werden kann. Bei fehlendem technischen Know-how besteht die Gefahr, dass ungerechtfertigte Forderungen gestellt werden.

Eine frühzeitige und umfassende Organisation zur modellbasierten Zusammenarbeit könnte aus Projektentwicklersicht außerdem frühzeitig Kosten verursachen, sofern ein Projektabbruch (Exit-Strategien, z. B. bei hohem Genehmigungsrisiko) infrage kommt. Andererseits kann eine erst spät geforderte modellbasierte Zusammenarbeit zu doppelten Aufwendungen führen.

Weiterhin ist der Literatur zu entnehmen, dass neben der BIM-Anwendung auch der gleichzeitige Einsatz neuer Projektmanagementmethoden diskutiert wird.<sup>430</sup> Einzelne Akteure gehen davon aus, dass sich erst durch die Kombination aus BIM-Einsatz und einer Veränderung der Managementmethoden die Effizienzvorteile erzielen lassen.<sup>431</sup> Von einer weiterführenden Thematisierung wird im Rahmen dieser Arbeit Abstand genommen, weil es sich hier nicht um eine technische, sondern vielmehr um eine organisatorische Veränderung handelt, die auch abseits des BIM-Einsatzes umgesetzt werden kann. Eine Diskussion würde nach Auffassung des Autors nicht zur Transparenz bei der Bewertung der Auswirkungen infolge des BIM-Einsatzes beitragen. Dann müssten auch weitere Veränderungen wie der Einsatz der Robotik, künstlichen Intelligenz, oder ERP Systeme mitberücksichtigt werden.

### **3.3.3 BIM-Nutzen**

Als Investitionsnutzen sollen nachfolgend Kosten- und Zeiteinsparungen, eine höhere Planungssicherheit, eine bessere Vermarktbarkeit und höhere Zufriedenheit diskutiert werden.

#### **3.3.3.1 Baukosten und -zeit**

---

<sup>429</sup> Vgl. Döinghaus u. a. (2019).

<sup>430</sup> Vgl. Sommer (2016); Döinghaus u. a. (2019), S. 3; Teizer u. a. (2020).

<sup>431</sup> Vgl. Teizer u. a. (2020).



Kosten- und Zeiteinsparungen werden infolge des BIM-Einsatzes vermutet, da man von einer Effizienzsteigerung während der Planung und Ausführung und einer Senkung nachträglicher Änderungen ausgeht.

Die **Effizienzsteigerung** lässt sich durch eine (Teil-)Prozessautomatisierung erklären, die infolge des BIM-Datenaustausches und der Informationsverarbeitung zustande kommen kann. Konkrete Vorgaben seitens der Auftraggeber können ebenfalls Effizienzvorteile bei den einzelnen Spezialisten bringen, weil im Idealfall weniger Klärungsbedarf besteht.<sup>432</sup> Die Wahrscheinlichkeit eines Übertragungsfehlers kann so verringert werden.

Eine Effizienzsteigerung bei der Informationsverarbeitung ist denkbar, wenn man davon ausgeht, dass einzelne Prozesse schneller bei gleicher Qualität umgesetzt werden können. Dies gilt beispielsweise für eine regelbasierte Kollisionsprüfung. Eine Senkung des Zeitaufwands kann indirekt dazu führen, dass der Aufwand während der Planung sinkt. Aus Projektentwicklersicht stellt sich die Frage, ob bei gleichem Planungsumfang dann auch die Planungskosten sinken würden. Die Aufwandsschätzungen des AHO-BIM-Arbeitskreises lassen dies tendenziell nicht vermuten.<sup>433</sup> Unabhängig vom BIM-Softwareinsatz im eigenen Büro gehen Objektplaner in einer deutschlandweiten Umfrage in der Mehrzahl allerdings von einer kosteneffizienteren Projektabwicklung aus.<sup>434</sup> Die Effizienzsteigerung wird sich vermutlich auf die internen Prozesse der Planer beziehen. Statements von Objektplanern hinsichtlich eines geringeren Angebotspreises infolge des BIM-Einsatzes sind derweilen nicht bekannt.

Geht man davon aus, dass die Planungsqualität bei gleichem Aufwand erhöht und Übertragungsfehler vermieden werden können, könnte dies indirekt zu einer höheren Ausführungsqualität führen. Die höhere Ausführungsqualität lässt sich beispielsweise näherungsweise anhand der späteren Anzahl an Baumängeln messen. Weniger Mängel führen für den Projektentwickler allerdings nicht automatisch zu geringeren Baukosten. Vielmehr sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass Behebungskosten für Mängel entstehen, für die kein Verursacher identifiziert werden kann und der Projektentwickler auf den Behebungskosten hängen bleibt. Spätestens beim Verkauf könnten Baumängel zu einem Zahlungseinbehalt der Endinvestoren führen (z. B. infolge einer käuferseitigen Due

---

<sup>432</sup> Vgl. PricewaterhouseCoopers (2018), S. 19.

<sup>433</sup> Vgl. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019).

<sup>434</sup> Vgl. Braun u. a. (2015).

Diligence). Möglicherweise können weiterhin Anwaltskosten, Gutachter, Prozesskosten und ein entsprechender Eigenaufwand gespart werden, wenn man davon ausgeht, dass es zu weniger Streitigkeiten kommt.

Eine **Senkung nachträglicher Änderungen** ist weiterhin möglich, wenn man davon ausgeht, dass späte Änderungswünsche der Bauherren seltener auftreten werden. Änderungskosten während der Planung sind gegenüber einer Änderung während der Bauphase als geringer zu bewerten.<sup>435</sup> Wenn Bauunternehmen davon ausgehen, dass aufgrund einer höheren Planungsqualität weniger Nacharbeiten entstehen, kann es theoretisch auch zu geringeren Angebotspreisen kommen. Dies gilt vor allem für Generalübernehmer.<sup>436</sup> Gleichzeitig ist aber auch denkbar, dass durch die höhere Planungsqualität kalkulatorisch eingeplante Nachträge wegfallen und dadurch die Angebotspreise steigen. Dann werden die entstehenden Baukosten lediglich früher sichtbar und es kann von einer höheren Planungssicherheit ausgegangen werden. Anschließend stellt sich die Frage, ob Projektentwickler bei frühzeitiger Kenntnis über die tatsächlichen Baukosten während der Planung abweichende Entscheidungen treffen würden. Nimmt man an, dass Projektentwickler auf günstigere Bauverfahren, Materialien oder Gestaltungselemente zurückgreifen, würde dies zu einer Veränderung der Bauqualität führen. Eine Argumentation, der BIM-Einsatz würde Kosten sparen, wäre hier irreführend, weil unterschiedliche Endergebnisse verglichen werden.

Weiterhin gilt es zu bedenken, dass Nachtragskosten, die durch Änderungen des Bauentwurfes entstehen, auch unabhängig von einer technisch höheren Planungsqualität und Visualisierbarkeit entstehen können. Gründe können beispielsweise spezielle Wünsche von Ankermietern sein, die im Vorfeld des Entwurfs nicht bekannt waren. Entsprechend wird davon ausgegangen, dass sich Nachträge durch den BIM-Einsatz nicht vollständig vermeiden lassen.

Stange stellt auf Basis einer umfangreichen Projektauswertung fest, dass infolge des BIM-Einsatzes eine höhere Anzahl an Rückfragen in der Planungsphase vorherrscht, die einen erhöhten Koordinationsaufwand begründen.<sup>437</sup> Gleichzeitig zeigt seine Auswertung, dass die Anzahl der Nacharbeiten infolge von Planungsfehlern trotz umfangreicherem BIM-Einsatz nicht reduziert werden konnte.<sup>438</sup> Insgesamt vermitteln die

---

<sup>435</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 23.

<sup>436</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 27.

<sup>437</sup> Vgl. Stange (2019), S. 554.

<sup>438</sup> Vgl. Stange (2019), S. 558.

inferenzstatistischen Untersuchungen von Stange den Eindruck, dass der BIM-Einsatz derzeit noch nicht den versprochenen Mehrwert liefert, wie es von einigen Experten in der Vergangenheit erhofft wurde.<sup>439</sup> Stange berichtet gleichzeitig aber auch bei vereinzelten Projekten von positiven kosten- und zeitrelevanten Auswirkungen infolge des BIM-Einsatzes.<sup>440</sup> Friedrich und Maaß nennen weiterhin einige **Risikofaktoren**, die dazu führen, dass die Einsparungen nicht erzielt werden können. Sie kategorisieren das BIM-Risiko in Prozessrisiken (weniger Anbieter), Vertragsrisiken (fehlende, etablierte Standards), technische Risiken (Interoperabilität, Datenverarbeitung) und menschliche Risiken (Erwartungshaltung, Unerfahrenheit).<sup>441</sup>

**Bauherren** sind in internationalen Umfragen aus dem Jahr 2009 von Kosteneinsparungen infolge des BIM-Einsatzes ausgegangen.<sup>442</sup> Die befragten Bauherren erhofften sich neben indirekten Einsparpotenzialen (z. B. weniger Nacharbeiten bei Bauunternehmen) auch interne Einsparpotenziale in Bezug auf die Projektleitung. Die Erklärung dafür sind effizientere Entscheidungsfindungsprozesse und weniger Rückfragen vonseiten der Projektbeteiligten.<sup>443</sup> Auch BIM-erfahrene Investoren und deren Betreiber in Deutschland sind von Verbesserungen des zeitlichen Aufwands für die Projektbearbeitung überzeugt.<sup>444</sup> Grytting u. a. gehen davon aus, dass erst mit gezielten BIM-Planungsvorgaben (sog. „LoD decision plans“) die Bearbeitungszeit für alle Projektbeteiligten reduziert werden kann.<sup>445</sup>

**Bauunternehmen** erhoffen sich bei der Angebotsbearbeitung, der späteren Kommunikation und bei Nacharbeiten auf der Baustelle entsprechende Einsparungen zu erzielen.<sup>446</sup> Im Jahr 2009 gingen Vertreter von internationalen Generalunternehmen in einer Umfrage von einer Senkung der Baukosten innerhalb einer Konsolidierungszeit von fünf Jahren aus.<sup>447</sup> Einzelne Vertreter internationaler Bauunternehmen gaben auch in späteren Studien an, mit einem geringeren Mitarbeiterbedarf auf der Baustelle infolge des BIM-Einsatzes zu rechnen.<sup>448</sup> Weitere Einsparungen bei Bauunternehmen sind denkbar durch einen höheren Vorfertigungsgrad. Inwiefern die geringeren Produktionskosten auf

---

<sup>439</sup> Vgl. Stange (2019), S. 551 ff.

<sup>440</sup> Vgl. Stange (2019), S. 568.

<sup>441</sup> Vgl. Friedrich u. a. (2019), S. 5; Liebich u. a. (2011), S. 23.

<sup>442</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2009).

<sup>443</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2009).

<sup>444</sup> Vgl. Both u. a. (2013), S. 114 ff.

<sup>445</sup> Vgl. Grytting u. a. (2017).

<sup>446</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2009).

<sup>447</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2009).

<sup>448</sup> Vgl. Barlish u. a. (2012).

den Endkunden (hier: Projektentwickler) übertragen werden, bleibt unklar.

Dass der BIM-Einsatz bei Bauunternehmen nicht ausschließlich zu einem positiven Return on Investment (RoI) führt, zeigt eine Befragung aus dem Jahr 2013 unter Generalunternehmern. Immerhin 25 % der befragten Generalunternehmen gaben an, dass sich die BIM-Integration in den ersten Jahren nicht als wirtschaftliche Vorgehensweise erwiesen hat.<sup>449</sup> Im Jahr 2014 gaben in einer internationalen Befragung nur noch 23 % der Generalunternehmen an, von einer Senkung der Baukosten auszugehen.<sup>450</sup> Lediglich 19 % der befragten Generalunternehmen gingen von einer Verbesserung bei der Projektlaufzeit infolge des BIM-Einsatzes aus.<sup>451</sup>

Insgesamt zeigen die Argumentationsketten, dass der BIM-Einsatz insgesamt keine oder nur geringe Auswirkungen auf die Höhe der Baukosten zu erwarten. Die gesammelten Aussagen und Argumente zeigen allerdings auch, dass zumindest theoretisch herleitbare Einsparungen möglich sind. Die Frage ist, wie wahrscheinlich die entsprechenden Einsparungen zum Zeitpunkt der Forschungsarbeit bereits sind.

### **3.3.3.2 Verkauf und Vermietung**

Eine BIM-Modellierung kann eine strukturiert aufgebaute Datenbank mit Gebäudeinformationen darstellen. Sind sich Endinvestoren über die Anwendungspotenziale der Daten bewusst und können die Modelle im Immobilienmanagement einsetzen, kann theoretisch eine erhöhte Zahlungsbereitschaft entstehen. Eine höhere Zahlungsbereitschaft kann sich ergeben, weil eine Datenaufbereitung in weiterführenden Managementprozessen entfällt und technische Prozesse effizienter (teilautomatisiert) gestaltet werden können. Indikatoren einer besseren Vermarktbarkeit wären beispielsweise eine höhere Anzahl an Investorenanfragen oder eine höhere Zahlungsbereitschaft der Investoren.

Noch im Jahr 2007 berichteten Projektentwickler in einer internationalen Studie, dass sie den BIM-Einsatz in der Entwicklungsphase als förderlich empfinden, für die Modelle im Facility Management allerdings keinen Gebrauch sehen.<sup>452</sup> Auch wenn in den vergangenen Jahren wiederholt versucht wurde, Modellinformationen weiter zu verwerten, zeigt eine Umfrage des Fraunhofer IAO aus dem Jahr 2015, dass gesamtheitlich nur eine Minderheit (19 % der Teilnehmer) von einer Verwertung und Vermarktbarkeit der

---

<sup>449</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2014a).

<sup>450</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2014a).

<sup>451</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2014a).

<sup>452</sup> Vgl. Gilligan u. a. (2007), S. 10.

Modelldaten nach der Realisierung eines Bauprojektes ausgeht.<sup>453</sup> Eine Verwertbarkeit der BIM-Modelle ist indes nur gegeben, sofern die Datenaustauschprobleme für die Anwendungen in der Nutzungsphase gelöst werden können. Der Wunsch nach Datenstandards und entsprechendem Fachpersonal kann in einem professionell aufgestellten Immobilienmanagement als groß bewertet werden. Kritischen Statements von Praktikern ist allerdings zu entnehmen, dass der BIM-Einsatz trotz großer Erwartungen noch keine wertsteigernde Investition am Markt rechtfertigt.<sup>454</sup> Bislang ist von Praktikern nur in einzelnen Statements zu lesen, dass man von einer Wertsteigerung bei der Vermarktung ausgehen kann.<sup>455</sup>

Als ein grundlegendes Problem gingen Love u. a. im Jahr 2013 davon aus, dass ein vermutetes Kosteneinsparpotenzial in der Nutzungsphase für Investor-Developer zeitlich zu weit von der anfänglichen Investitionsentscheidung entfernt ist.<sup>456</sup> Hier stellt sich die Frage, welche Investoren überhaupt langfristig von den Daten profitieren können. Eine kurze Haltedauer während der Nutzungsphase steht für institutionelle Investoren im Kontrast zu einem langfristigen Dateneinsatz. Der Datenpflegeaufwand ist dabei nicht zu unterschätzen.<sup>457</sup> Bei Immobilien, die sich nur wenige Jahre im Besitz der Investor-Developer befinden, kann aufgrund der Informationsbrüche momentan nicht von einem langfristigen BIM-Dateninteresse ausgegangen werden. Bei Immobilien-Transaktionen kommt es abgesehen vom BIM-Einsatz ohnehin zu Datenbrüchen, die durch den Einsatz unterschiedlicher ERP- und CAFM-Systemen entstehen und gleichzeitig als zusätzliches Verwertungsproblem für die langfristige Modellnutzung gedeutet werden kann.<sup>458</sup> Höhere Einnahmen beim Verkauf der Immobilie sind dann denkbar, wenn Endinvestoren ein digitales Immobilienmanagement und gleichzeitig eine langfristige Haltedauer der Immobilie anstreben. Diese Voraussetzungen sind am ehesten bei öffentlichen und betrieblichen Immobilienmanagements gegeben.

### 3.3.3.3 Projektrisiken

Eine höhere Planungssicherheit wird durch die höhere Informationstiefe und Struktur der Modelle erzeugt. Die höhere Informationstiefe ist relevant bei der Auswertung der

---

<sup>453</sup> Vgl. Braun u. a. (2015), S. 22.

<sup>454</sup> Vgl. Golinski (2019).

<sup>455</sup> Vgl. Rodeck u. a. (2020), S. 89.

<sup>456</sup> Vgl. Love u. a. (2013).

<sup>457</sup> Vgl. Wilkinson u. a. (2016).

<sup>458</sup> ERP steht für Enterprise Resource Planning. Es handelt sich um eine Prozessmanagement Softwarelösung zur Unternehmensorganisation. CAFM steht für Computer-Aided Facility Management. Es handelt sich um eine Softwarelösung zur Unterstützung des Facility Managements.

Gebäudemodelle. Sie liefert Entscheidungsträgern eine frühzeitige Transparenz bei der Gebäudeplanung. So lassen sich Gebäudemodelle frühzeitig bei einer umfangreichen Kostenermittlung und Terminplanung einsetzen.<sup>459</sup> Der wesentliche Vorteil im Gegensatz zur händischen Ermittlung ist die Effizienz und Vermeidung von Übertragungsfehlern. Zwar kann theoretisch die gleiche Transparenz auch mit herkömmlichen 2D-Planungen erzielt werden, allerdings kann die Auswertung als weniger praktikabel und fehleranfällig angesehen werden.

Man geht weiterhin davon aus, dass durch die effizientere Anpassung und Auswertung der Modelle indirekt die Möglichkeit besteht, sich stärker auf die fachlichen Inhalte, beispielsweise bei der Nutzungskonzeption zu Beginn des Projektes, konzentrieren zu können.<sup>460</sup> Dies senke das Risiko, ein Nutzungskonzept zu erstellen, das nicht den aktuellen Marktanforderungen entspricht. Allerdings ist es problematisch herauszufinden, ob die Veränderung des Nutzungskonzeptes tatsächlich mit dem BIM-Einsatz korreliert.

Die Auswirkungen einer höheren Planungssicherheit auf die sekundären Wirtschaftlichkeitsfaktoren, wie z. B. die Kapitalkosten, werden noch vergleichsweise wenig diskutiert. Im Sinne der zuvor bereits erwähnten Argumentation einer höheren Planungssicherheit könnte man zu dem Schluss kommen, dass eine erzielbare höhere Planungs- bzw. Kostensicherheit sich positiv auf den eigenen Kapitaleinsatz auswirken, weil weniger Risikokosten eingeplant werden müssen.

Insbesondere die Forschungsergebnisse von Stange deuten allerdings darauf hin, dass eine Begründung anhand empirischer Daten derzeit eher noch nicht möglich ist. Stange stellte bei seinen Untersuchungen fest, dass weder ein BIM-Abwicklungsplan noch die Ernennung eines BIM-Managers, der BIM-Koordinatoren oder geregelte Verantwortlichkeiten zu einer Reduzierung der Terminprognose (Soll vs. Ist) geführt haben.<sup>461</sup> Demzufolge haben Abweichungen zwischen Planung und Realität häufig andere Gründe, die mit technischen Veränderungen (BIM) nicht gelöst werden können.<sup>462</sup> Zu nennen sind hier beispielhaft:

- Fachliche Planungsfehler
- Baubegleitende Planung

---

<sup>459</sup> Vgl. Liebich u. a. (2011), S. 23.

<sup>460</sup> Vgl. Gilligan u. a. (2007), S. 6.

<sup>461</sup> Vgl. Stange (2019), S. 558.

<sup>462</sup> Vgl. Both u. a. (2013), S. 122.

- Ungeahnte Änderungen durch spezielle Mieteranforderungen
- Handwerkliche Ausführungsmängel
- Veränderungen der Wirtschaftslage (Änderung des Nutzungskonzeptes)
- Unvorhersehbare Witterungsbedingungen während der Ausführung
- Unvorhersehbare Extremereignisse (z. B. Unternehmensinsolvenzen)
- Unvorhersehbare Bodenverhältnisse

Es ist auf Basis der dargestellten Beispiele nicht davon auszugehen, dass der BIM-Einsatz zu einer vollständigen Planungssicherheit führen wird.

#### **3.3.3.4 Zufriedenheit und Image**

Eine hohe Zufriedenheit stellt für Projektentwickler einen nicht quantifizierbaren Wettbewerbsvorteil bei der Akquise von Mitarbeitern, Partnerschaften mit Architekten und Ingenieuren, ausführenden Unternehmen oder auch Kapitalgebern und Endinvestoren dar. Sie können den langfristigen Unternehmenserfolg der Projektentwickler sicherstellen. Dabei wird davon ausgegangen, dass langfristige Beziehungen zu Effizienzvorteilen bzw. einem erhöhten Vertrauensverhältnis führen. Eine Steigerung der Zufriedenheit infolge des BIM-Einsatzes ist möglich, wenn man davon ausgeht, dass die Modellierung zu einem höheren Problemverständnis, weniger Änderungen, Nachträgen und Rückfragen, einer Teilprozessautomatisierung und somit insgesamt zu einer höheren Planungs- und Ausführungsqualität führt. Im Jahr 2009 galt eine Imagesteigerung für Generalunternehmen in einer Umfrage von McGraw Hill neben dem Effizienzpotenzial noch als wichtigster Nutzeneffekt des BIM-Einsatzes.<sup>463</sup> Weitere Studien aus dem Jahr 2009 deuten in Bezug auf die digitale Zusammenarbeit, Koordination und Kommunikation darauf hin, dass die Zufriedenheit bei den Planern und Ausführenden infolge des BIM-Einsatzes gestiegen ist.<sup>464</sup> Auch einer Umfrage im Jahr 2013 aus Deutschland ist zu entnehmen, dass Investoren von einer Verbesserung infolge des BIM-Einsatzes ausgehen.<sup>465</sup> Die Aussagen lassen auf eine steigende Zufriedenheit schließen. Gründe für negative Auswirkungen können zu hohe Erwartungen, kreative Einschränkungen, zusätzliche Kosten, die Abhängigkeit von der IT und einzelnen Partnern sowie der entstehende Kommunikationsbedarf und die Fähigkeiten neuer Projektbeteiligten sein.<sup>466</sup>

---

<sup>463</sup> Vgl. McGraw Hill Construction (2009).

<sup>464</sup> Vgl. Aranda-Mena u. a. (2009).

<sup>465</sup> Vgl. Both u. a. (2013), S. 125.

<sup>466</sup> Vgl. Aranda-Mena u. a. (2009).

## 4 Analyse des Wirtschaftlichkeitsfaktors BIM

### 4.1 Einschätzungen unter Projektentwicklern

Im Jahr 2020 wurde vom Autor eine geschlossene Online-Umfrage zum Thema Wirtschaftlichkeit des BIM-Einsatzes unter Projektentwicklern durchgeführt. Bei der geschlossenen Befragung wurde kein Vorwissen zum Thema BIM vorausgesetzt. Ziel dieser Umfrage war, ein möglichst repräsentatives, wenngleich qualitatives Meinungsbild unter Projektentwicklern zu erhalten. Der Zugang zur Befragung wurde den Projektentwicklern per E-Mail zugesandt. Zur Identifizierung der Studienteilnehmer wurde die Teilnehmerliste einer vergangenen Großveranstaltung (hier: ExpoReal) aus dem Jahr 2019 verwendet. Darüber hinaus wurden noch weitere Kontaktdaten aus dem lehrstuhlbezogenen Umfeld hinzugefügt. Insgesamt konnten so 930 Mail-Adressen von 480 Unternehmen gesammelt werden. Bei 104 Anfragen wurden Fehler beim E-Mail-Versand registriert (z. B. durch Spam-Filter). Somit haben abschließend 826 Kontakte eine Einladung für die Umfrage erhalten.

Den Projektentwicklern wurden sechs kontroverse BIM-Thesen vorgelegt. Grundlage zur Formulierung der Hypothesen sind die vorangegangenen Literaturrecherchen und Diskussionen zum BIM-Einsatz. Die Hypothesen sind vonseiten der Projektentwickler mithilfe einer fünfstufigen Bewertungsskala („stimme gar nicht zu“ bis „stimme voll zu“) bewertet worden:

- „Der BIM-Einsatz verursacht höhere Baunebenkosten.“
- „Der BIM-Einsatz verursacht geringere Baukosten.“
- „Der BIM-Einsatz senkt die Projektlaufzeit.“
- „Durch den BIM-Einsatz steigt meine Rendite.“
- „Durch den BIM-Einsatz stimmen Soll und Ist besser überein.“
- Die Kapitalgeber (Financiers) fordern den BIM-Einsatz.“

Bei der Einschätzung wurde zwischen einem begrenzt und einem sehr komplexen Projekt unterschieden.<sup>467</sup> Mit Hilfe einer Dual-Matrix wurden die Befragungsteilnehmer aufgefordert, die zuvor genannten BIM-Thesen zu bewerten (siehe Abbildung 40).<sup>468</sup>

---

<sup>467</sup> Den Teilnehmern wurde zur Definition eines begrenzt komplexen Entwicklungsprojektes das Beispiel einer Neubau-Büroimmobilie genannt. Für ein sehr komplexes Entwicklungsprojekt wurde den Teilnehmern der Umbau eines Shopping-Centers genannt.

<sup>468</sup> Der Umfragebogen befindet sich in Anlage 2.



	begrenzt komplexe Projekte					sehr komplexe Projekte				
Der BIM-Einsatz verursacht höhere Baunebenkosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der BIM-Einsatz verursacht geringere Baukosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der BIM-Einsatz senkt die Projektlaufzeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durch den BIM-Einsatz stimmen "Soll" und "Ist" besser überein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durch den BIM-Einsatz steigt meine Rendite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Kapitalgeber (Financiers) fordern den BIM-Einsatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Abbildung 40: Dual-Matrix zur Bewertung der BIM-Thesen<sup>469</sup>

An der geschlossenen Online-Befragung haben insgesamt 155 Personen teilgenommen. Drei davon haben eine Tätigkeit außerhalb der Projektentwicklung (z. B. Objektplanung) angegeben. Deren Angaben wurden bei der Auswertung ausgeschlossen. Von den übrigen 152 Personen haben 110 Teilnehmer (73 %) die Thesen bewertet. Davon haben 94 Personen die Angaben zu ihrer Tätigkeit vollständig angegeben. Diese 94 Personen stammen aus 79 Projektentwicklungsunternehmen. Dies entspricht einer bereinigten Rücklaufquote von ca. 11 %. Bei einer Stichprobe von 79 Unternehmen und einer Grundgesamtheit von geschätzt 1.500 Projektentwicklungs-Unternehmen in Deutschland (siehe Kapitel 3.1.2) ergibt sich unter der Annahme eines 95-%-Konfidenzintervall (Branchenstandard) eine Fehlerspanne von 11 %. Die Fehlerspanne ist streng genommen zu hoch, um statistisch signifikante Aussagen treffen zu können (> 5 %). Sie wird für den Untersuchungszweck jedoch als akzeptabel bewertet, da sie Teil eines Methodenmixes ist, mit dem die Unsicherheit hinsichtlich der BIM-Wirtschaftlichkeit bewertet werden soll.

Die Online-Umfrage war für zwei Monate freigeschaltet und wurde am Ende Oktober 2020 beendet. An der Umfrage haben vorwiegend Trader-Developer (63 %) teilgenommen. Das restliche Teilnehmerfeld teilen sich die Investor-Developer (28 %) und Service-Developer (10 %) (siehe Abbildung 41). Die Verteilung unter den Projektentwicklertypen entspricht in etwa den von Experten vermuteten Marktverhältnissen (siehe Kapitel 2.2.1). Die meisten Teilnehmer entwickeln bevorzugt Wohn- (71 %) und Büroimmobilien (62 %) mit Projektkosten von 5–20 Mio. € (33 %) oder 20–100 Mio. € (52 %). Etwa zwei Drittel der Teilnehmer sagen aus, dass das Unternehmen keine Planungs- und Ausführungsleistungen durch eigene Mitarbeiter erbringt.<sup>470</sup>

<sup>469</sup> Eigene Darstellung.

<sup>470</sup> Weitere Angaben zum Teilnehmerprofil sind der Anlage 2 zu entnehmen.

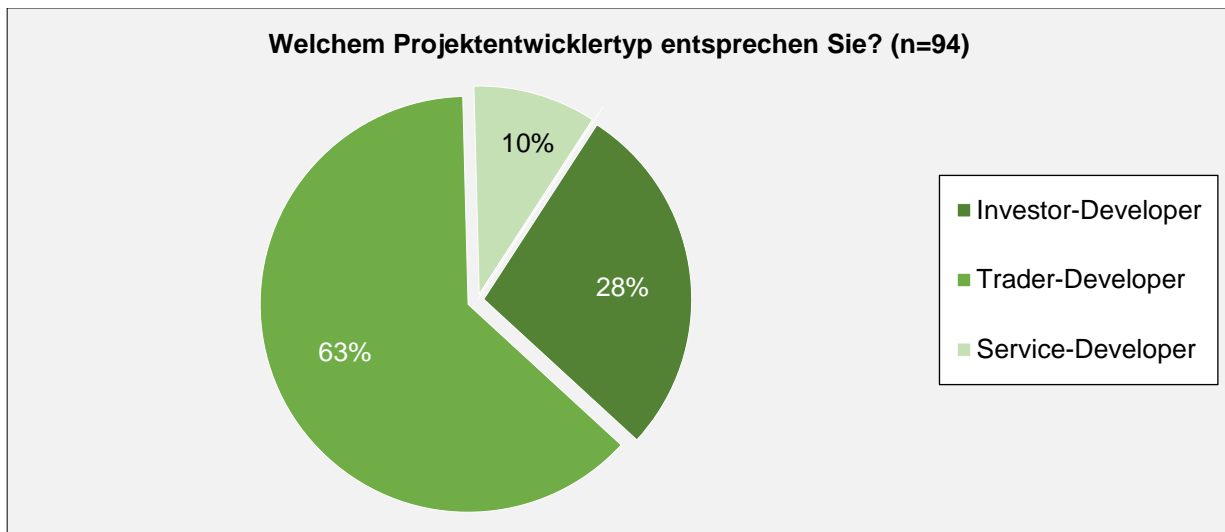


Abbildung 41: Projektentwickler (PE) Umfrage – Teilnehmerprofil<sup>471</sup>

Die Studienteilnehmer stimmen einer Erhöhung der **Baunebenkosten** in mehr als der Hälfte aller Fälle „eher“ oder „voll“ zu (55 % bzw. 52 %).<sup>472</sup> Etwa ein Fünftel der Studienteilnehmer sehen diese Aussage kritisch und stimmen „gar nicht“ (10 % bzw. 11 %) oder „eher nicht“ zu (11 % bzw. 11 %). Die Trendlinie zeigt, dass höheren Baunebenkosten bei begrenzt komplexen Entwicklungsvorhaben tendenziell eher bejaht als verneint werden (siehe Abbildung 42).<sup>473</sup>

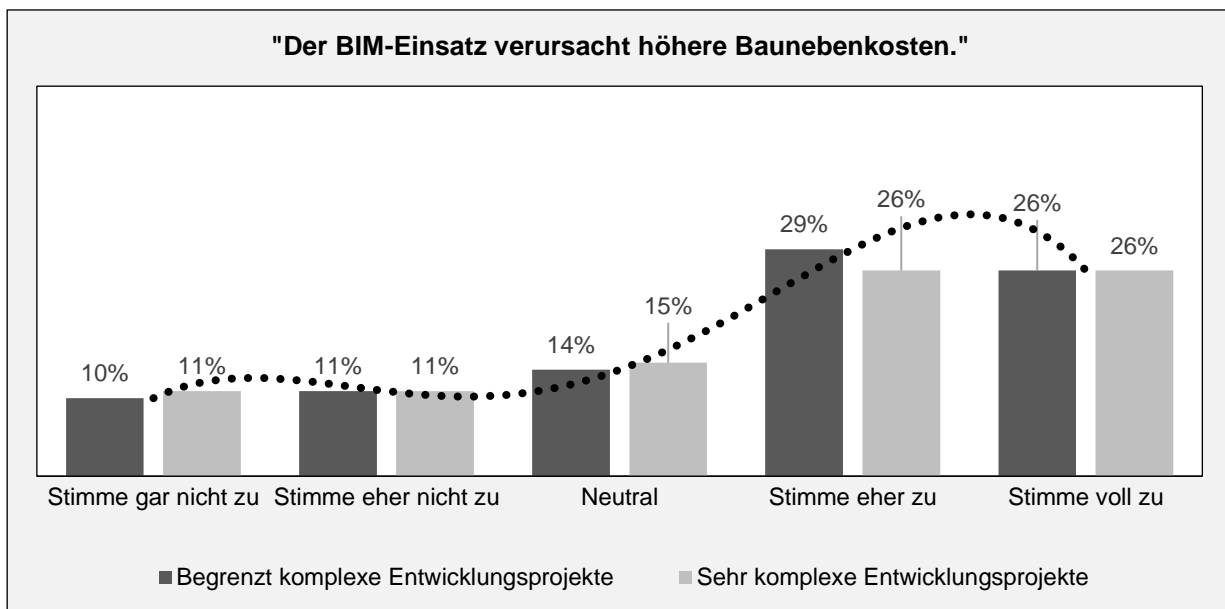


Abbildung 42: BIM-Auswirkungen – Baunebenkosten (PE-Umfrage)<sup>474</sup>

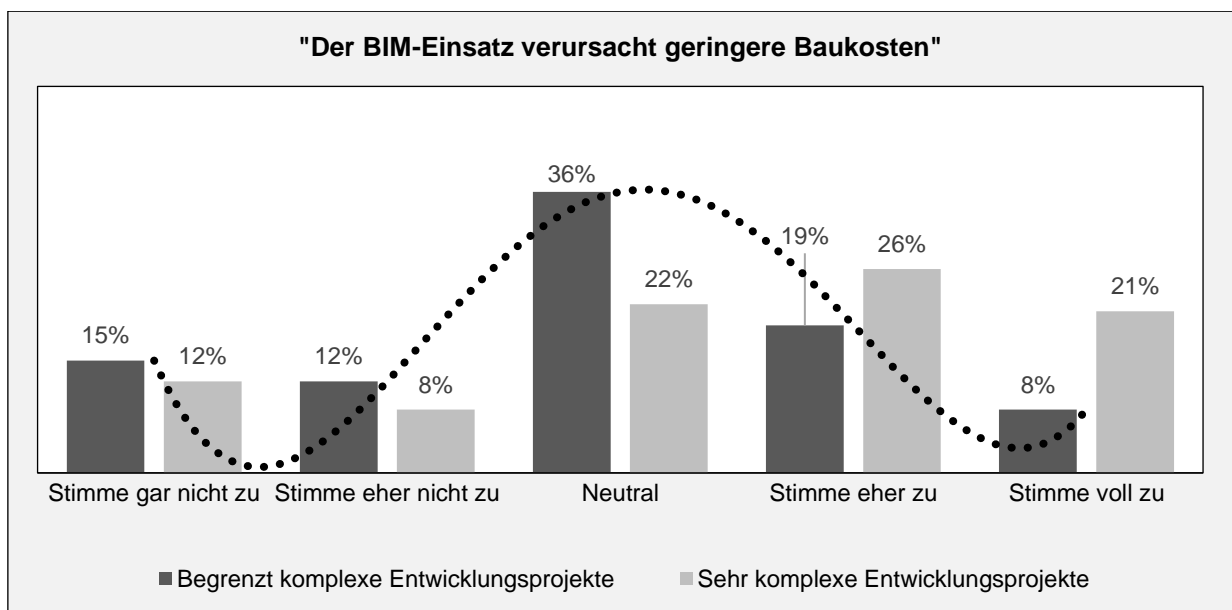
<sup>471</sup> Eigene Darstellung.

<sup>472</sup> In Klammern sind die nachfolgenden Ausprägungen in % genannt. Bei zwei Prozentangaben bezieht sich die erste Angabe immer auf das begrenzt komplexe Entwicklungsprojekt.

<sup>473</sup> Die eingezeichnete Trendlinie bezieht sich immer auf die Antworten für das begrenzt komplexe Entwicklungsprojekt.

<sup>474</sup> Eigene Darstellung.

Hinsichtlich einer Verringerung der **Baukosten** lässt sich bei einem begrenzt komplexen Entwicklungsprojekt keine eindeutige Zustimmung oder Ablehnung erkennen. Die Teilnehmer bewerten die These „Der BIM-Einsatz verursacht geringere Baukosten.“ am häufigsten neutral (36 %). Im Unterschied zu den begrenzt komplexen Entwicklungsprojekten wird bei sehr komplexen Entwicklungsprojekten der Verringerung der Baukosten deutlich häufiger „eher“ oder „voll“ zugestimmt (27 % bzw. 47 %). Bei den Randwerten („stimme gar nicht zu“ oder „stimme voll zu“) wurden vergleichsweise wenig Angaben getätigt (23 % bzw. 33 %). Die Angaben lassen insgesamt keine eindeutige Meinung, weder in Form einer Zustimmung oder einer Ablehnung unter den Projektentwicklern erkennen (siehe Abbildung 43).



**Abbildung 43: BIM-Auswirkungen – Baukosten (PE-Umfrage)<sup>475</sup>**

Ein ähnliches Verteilungsbild ist auch in Bezug auf die **Projektlaufzeitsenkung** zu erkennen (siehe Abbildung 44). Einer Verringerung der Projektlaufzeit stimmt fast die Hälfte (46 %) aller Teilnehmer bei sehr komplexen Entwicklungsprojekten „eher“ oder „voll“ zu. Bei begrenzt komplexen Projekten sind die Teilnehmer zurückhaltender und bewerten die Hypothese am häufigsten „neutral“ (32 %). Auch hier wurden insgesamt wenig Angaben in den Randbereichen („stimme voll zu“ oder „stimme gar nicht zu“) getätigt.

<sup>475</sup> Eigene Darstellung.

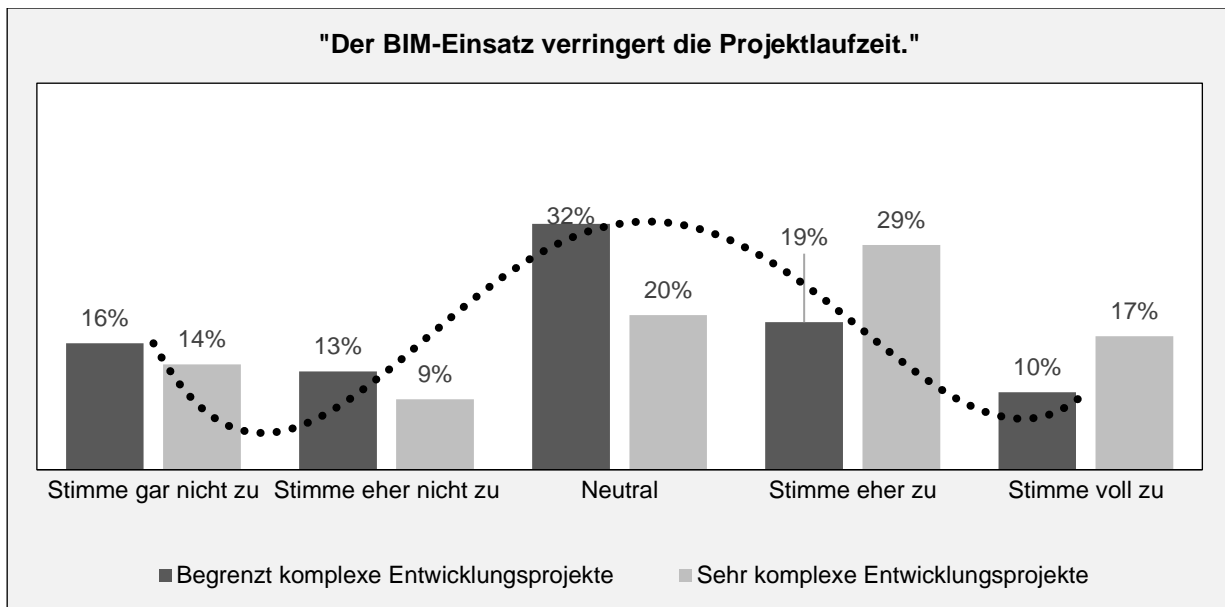


Abbildung 44: BIM-Auswirkungen – Projektlaufzeit (PE-Umfrage)<sup>476</sup>

Bei den Auswirkungen auf die **Rendite** sind sich die Projektentwickler insgesamt wenig einig. Die Trendlinie deutet auch hier auf eine Unsicherheit hin. Dies lässt sich sowohl bei begrenzt als auch sehr komplexen Entwicklungsprojekte beobachten (siehe Abbildung 45).

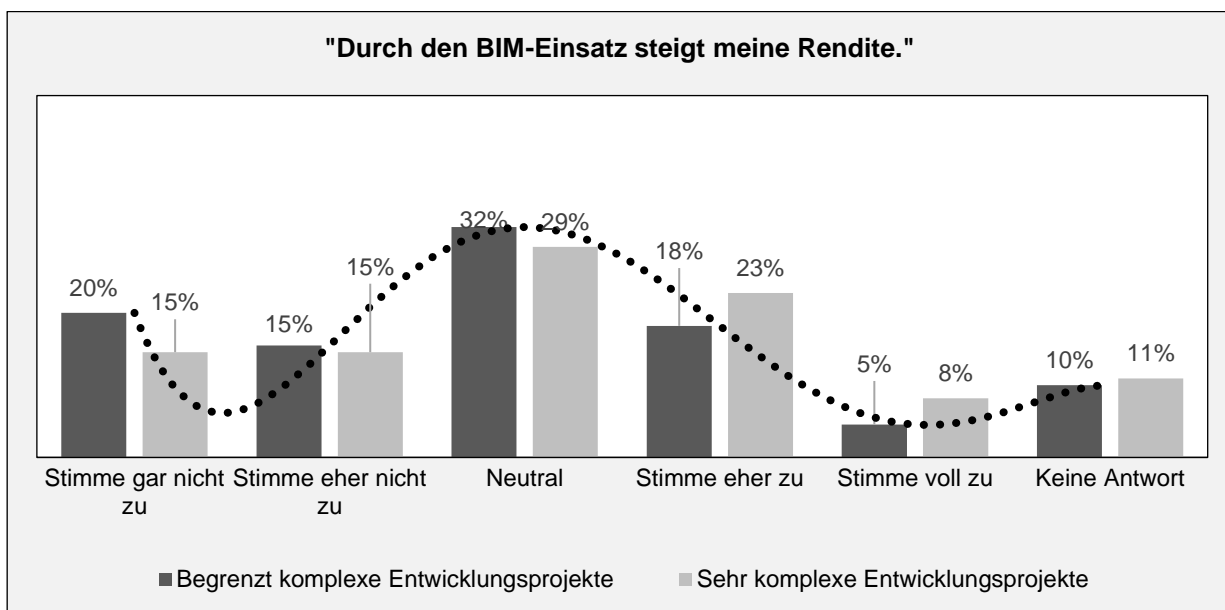


Abbildung 45: BIM-Auswirkungen – Rendite (PE-Umfrage)<sup>477</sup>

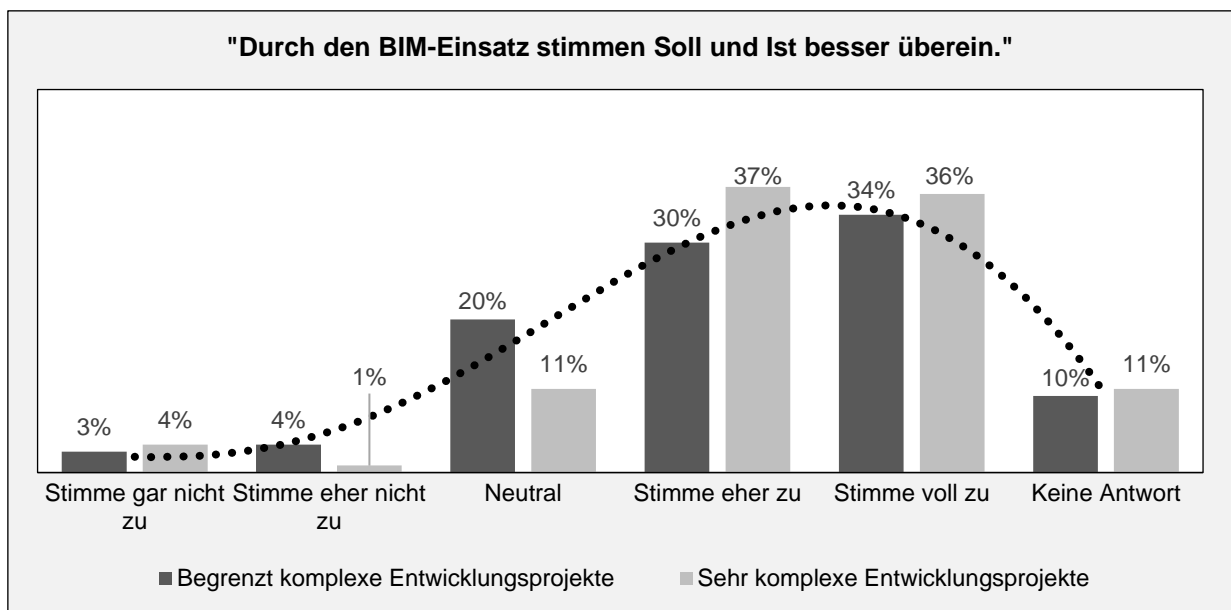
Der Aussage „Durch den BIM-Einsatz steigt meine Rendite“ stimmen 5 % (begrenzt komplex) bzw. ca. 8 % (sehr komplex) „voll“ zu. Andererseits stimmen der Aussagen

<sup>476</sup> Eigene Darstellung.

<sup>477</sup> Eigene Darstellung.

20 % bzw. 15 % „gar nicht“ zu. Am häufigsten wird die Aussage „neutral“ bewertet (32 % bzw. 29 %). Eine Ablehnung (stimme „gar nicht“ oder „eher nicht“ zu) gegenüber der steigenden Rendite äußern bei den begrenzt komplexen Entwicklungsprojekten insgesamt etwas mehr als ein Drittel aller Teilnehmer (35 %). Durch die hohe Zustimmung in Bezug auf die Baunebenkostensteigerungen und den häufig neutralen Aussagen bei den Einsparmöglichkeiten (Baukosten, Projektlaufzeit) kann die neutrale, als unsicher bzw. leicht ablehnende Haltung in Bezug auf einer möglichen Renditesteigerung gut erklärt werden.

Der These „Durch den BIM-Einsatz stimmen Soll und Ist besser überein.“ wird mehrheitlich „eher“ oder „voll“ zugestimmt (64 % bzw. 73 %) (siehe Abbildung 46). Betrachtet man die Abweichung zwischen dem anfänglich kalkulierten Soll-Zustand und dem später festgestellten Ist-Zustand als **Kalkulationsrisiko**, so könnte BIM vor allem als geeignetes Instrument einer Risikosteuerung angesehen werden.



**Abbildung 46: BIM-Auswirkungen – Kalkulationsrisiko (PE-Umfrage)<sup>478</sup>**

Der BIM-Einsatz führt nach Ansicht der meisten befragten Projektentwickler jedoch nicht zu einer höheren **Nachfrage vonseiten der Kapitalgeber**. Die Trendlinie bei der These „Die Kapitalgeber (Financiers) fordern den BIM-Einsatz.“ ist stark gegenläufig zur vorherigen Einschätzung (siehe Abbildung 47).

<sup>478</sup> Eigene Darstellung.

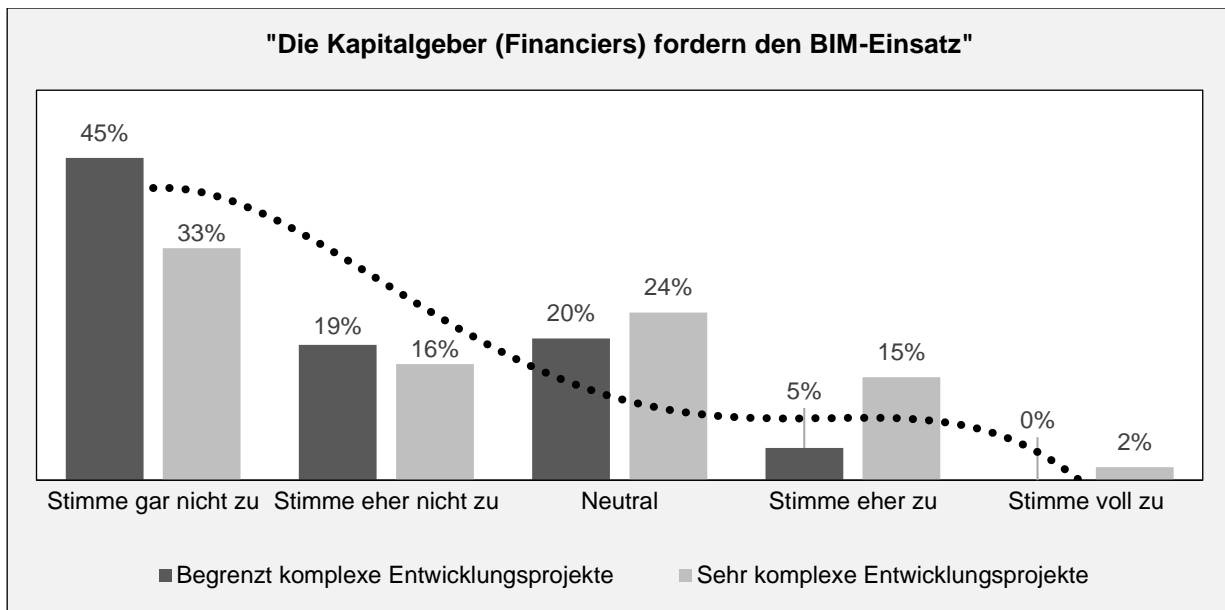


Abbildung 47: BIM-Auswirkungen – Finanzierung (PE-Umfrage)<sup>479</sup>

Insgesamt stimmen 64 % aller Teilnehmer bei begrenzt komplexen Entwicklungsprojekten der These „Die Kapitalgeber (Financiers) fordern den BIM-Einsatz.“ „gar nicht“ oder „eher nicht“ zu. Bei den sehr komplexen Entwicklungsprojekten ist es etwas weniger als die Hälfte (49 %). Bei den sehr komplexen Entwicklungsprojekten haben immerhin 17 % der Teilnehmer eine zustimmende Haltung eingenommen. Bei den begrenzt komplexen Entwicklungsprojekten stimmt kein Teilnehmer der These „voll“ und nur 5 % „eher“ zu. Auswirkungen auf die Finanzierung bzw. Finanzierungskosten aus Sicht der Projektentwickler sind daher eher nicht zu erwarten.

## 4.2 Einschätzungen unter BIM-Anwendern

Als BIM-Anwender werden Personen bezeichnet, die in der Vergangenheit bereits Erfahrung mit BIM gesammelt haben. Neben Kostenschätzungen des AHO-Arbeitskreis BIM konnten zusätzlich zu den auffindbaren Daten aus früheren Forschungsarbeiten noch Aussagen einiger Praktiker ergänzt werden. Darüber hinaus hat Krüger eine Online-Umfrage durchgeführt, bei der die Einwirkungen und Auswirkungen untersucht wurden.<sup>480</sup>

### 4.2.1 Wertangaben des AHO-Arbeitskreis BIM

In Bezug auf die Leistungsbilder der HOAI hat der AHO-Arbeitskreis BIM im Jahr 2019 eine Aufwandsschätzung für unterschiedliche Leistungen (Was?) in einzelnen Leistungsbildern (Wer?) und Leistungsphasen (Wann?) vorgenommen. Dabei fällt auf, dass

<sup>479</sup> Eigene Darstellung.

<sup>480</sup> Vgl. Krüger (2020).

die Leistungsbeschreibungen in den einzelnen Leistungsbildern inkonsistent beschrieben sind. Teilweise werden 4D- und 5D- sowie AVA-Modellierungen zusammenfassend, teilweise getrennt betrachtet. Außerdem fällt auf, dass nur bei einigen Leistungen eine quantitative Aufwandsschätzung vorgenommen wurde (siehe Tabelle 9). Bei den meisten Leistungen wird auf eine projektspezifische Kostenschätzung verwiesen. Die Faktoren, nach denen der Aufwand projektspezifisch beurteilt werden kann, sind bis dato nicht bekannt.<sup>481</sup>

**Tabelle 9: BIM-Aufwandsschätzungen i. A. a. den AHO BIM-Arbeitskreis<sup>482</sup>**

LB	HOAI-Lph.	Kurzbeschreibung	Aufwand	
			Min	Max
Objektplanung	Lph. 1 (2 %)	Erstellung der AIA und des BAP	k. A.	k. A.
		Beratung Leistungsbedarf	0,5 %	2,0 %
		Erstellung Bestandsmodell	k. A.	k. A.
	Lph. 2 (7 %)	Implementierung Fachmodelle	1,0 %	2,0 %
		Attribuierung (Raum & Ausstattung)	1,5 %	2,5 %
		Attribuierung (besondere Anforderung)	k. A.	k. A.
	Lph. 3 (15 %)	Kollisionsprüfung	2,0 %	3,0 %
		Erstellung 4D-Terminplanung	1,0 %	2,5 %
		Erstellung 5D-Kostenplanung	1,0 %	2,5 %
	Lph. 4 (3 %)	(-)	k. A.	k. A.
	Lph. 5 (25 %)	Kollisionsprüfung	2,0 %	3,0 %
		Weiterentwicklung 4D-/5D-Planung	0,5 %	1,0 %
		Attribuierung (betriebsrel. Eigenschaften)	k. A.	k. A.
		Weiterentwicklung (Werk-/Montageplanung)	k. A.	k. A.
		Prüfen (Werk-/Montageplanung)	k. A.	k. A.
	Lph. 6 (10 %)	4D-Terminplanung	0,5 %	1,0 %
		Erstellung AVA-Modell	2,5 %	3,0 %
	Lph. 7 (4 %)	Ermittlung des Fortschreibungsbedarfs	k. A.	k. A.
	Lph. 8 (32 %)	Vermessungstechnische Prüfung (Scan vs. BIM)	k. A.	k. A.
		Erstellung BIM-As-Built	k. A.	k. A.
		Modellbasierte Bauabrechnung	2,0 %	3,0 %
Lph. 9 (2 %)	Ergänzungen BIM-As-Built	0,5 %	1,0 %	
	Erstellung CAFM-Modell (Geometrie)	k. A.	k. A.	
	Ergänzung CAFM-Modell (Attribution)	k. A.	k. A.	
	<b>Σ</b>		<b>15,0 %</b>	<b>26,5 %</b>

<sup>481</sup> Vgl. AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019); Die Leistungsbeschreibung, die der Arbeitskreis vorgenommen hat, wurden in der nachfolgenden Tabelle gekürzt. Genauere Informationen sind dem Werk selbst zu entnehmen

<sup>482</sup> Eigene Darstellung.

LB	HOAI-Lph.	Kurzbeschreibung	Aufwand	
			Min	Max
Fachplanung Tragwerksplanung	Lph. 1 (3 %)	Mitwirken (AIA & BAP)	k. A.	k. A.
		Beratung BIM-Leistungsbedarf	0,5 %	1,0 %
		Mitwirken (Bestandsmodell)	k. A.	k. A.
	Lph. 2 (10 %)	Untersuchung von Alternativlösungen	k. A.	k. A.
		BIM-Tragwerksmodell	k. A.	k. A.
		Mitwirken (Implementierung der Fachmodelle)	1,0 %	2,0 %
		Mitwirken (Attribution Raum & Ausstattung)	0,5 %	1,0 %
		Mitwirken (Attribution besondere Anforderungen)	k. A.	k. A.
	Lph. 3 (15 %)	Mitwirken (Attribution Kostenermittlung)	k. A.	k. A.
		Mitwirken (Kollisionsprüfung)	2,0 %	3,0 %
		Mitwirken 4D-Terminplanung	1,0 %	1,5 %
		Mitwirken 5D-Kostenplanung	1,0 %	1,5 %
		Mitwirken (Attribution betriebsrel. Eigenschaften)	k. A.	k. A.
	Lph. 4 (30 %)	Mitwirken (Darstellung Bauphasen & Bauzustände)	k. A.	k. A.
		Mitwirkung (Attribution besondere Anforderungen)	k. A.	k. A.
	Lph. 5 (40 %)	Fortschreiben Fachmodell	2,5 %	3,0 %
		Weiterentwicklung Werk-/Montageplanung	k. A.	k. A.
		Anpassung (Rücksprache TGA)	k. A.	k. A.
		Mitwirken (Kollisionsprüfung)	1,0 %	2,0 %
		Mitwirken (4D-Terminplanung)	0,5 %	1,0 %
		Mitwirken (5D-Kostenplanung)	0,5 %	1,0 %
Mitwirken (Attribution betriebsrel. Eigenschaften)		k. A.	k. A.	
Weiterentwicklung (Werk-/Montageplanung)		k. A.	k. A.	
Lph. 6 (2 %)	Mitwirken (4D-Terminplanung)	0,5 %	1,0 %	
	Erstellung (AVA-Modell TWP)	2,5 %	3,5 %	
Lph. 7 (0 %)	(-)			
Lph. 8 (0 %)	(-)			
Lph. 9 (0 %)	(-)			
	<b>Σ</b>		<b>13,5 %</b>	<b>21,5 %</b>
Fachplanung TGA	Lph. 1 (2 %)	Mitwirken (AIA & BAP)	k. A.	k. A.
		Beratung BIM-Leistungsbedarf	0,50%	2,0 %
		Mitwirken (Bestandsmodell)	k. A.	k. A.
	Lph. 2 (9 %)	Mitwirken (Attribution Raum & Ausstattung)	1,50%	2,50%
		Untersuchung Alternativlösungen	k. A.	k. A.
		Erstellung Simulationsmodelle	k. A.	k. A.
	Lph. 3 (17 %)	Mitwirken (Kollisionsprüfung)	k. A.	k. A.
Mitwirken (4D-Terminplanung)		k. A.	k. A.	



LB	HOAI-Lph.	Kurzbeschreibung	Aufwand	
			Min	Max
		Mitwirken (5D-Kostenplanung)	k. A.	k. A.
		Mitwirken (Attribution Raum & Ausstattung)	2,0 %	3,0 %
	Lph. 4 (2 %)	(-)	k. A.	k. A.
	Lph. 5 (22 %)	Mitwirken (Kollisionsprüfung)	k. A.	k. A.
		Mitwirken (4D-Terminplanung)	k. A.	k. A.
		Mitwirken (5D-Kostenplanung)	k. A.	k. A.
		Mitwirken (Attribution betriebsrel. Eigenschaften)	k. A.	k. A.
		Prüfen der Werk-/Montageplanung	2,0 %	4,0 %
		Weiterentwicklung Werk-/Montageplanung	k. A.	k. A.
		Modellierung kleiner Bauteile (Schalter, Dosen etc.)	k. A.	k. A.
	Lph. 6 (7 %)	Mitwirken (4D/5D/AVA-Modell)	k. A.	k. A.
		Modellbasierte Kostenkontrolle	k. A.	k. A.
	Lph. 7 (5 %)	Ermittlung des Fortschreibungsbedarfs	k. A.	k. A.
	Lph. 8 (35 %)	Erstellung BIM-As-Built	k. A.	k. A.
	Lph. 9 (1 %)	Mitwirkung (Attribution besondere Anforderungen)	2,0 %	3,0 %
		Erstellung CAFM-Modell (Geometrie)	k. A.	k. A.
		Ergänzung CAFM-Modell (Attribution)	k. A.	k. A.
	<b>Σ</b>		<b>8,0 %</b>	<b>14,5 %</b>

Die relativen Kostenaufwandswerte sind prozentual angegeben. Sie beziehen sich auf die ursprünglich ermittelten Honorare. Ein Berechnungsbeispiel soll die Auswirkungen in den Bereichen Objektplanung, Tragwerksplanung und TGA-Planung beispielhaft verdeutlichen. Geht man von Baukosten i. H. v. 10.000.000 € aus und bewertet vereinfacht den Planungskostenanteil mit 15 % (1.500.000 €), so würden sich folgende Auswirkungen infolge des BIM-Einsatzes ergeben (siehe Tabelle 10):

**Tabelle 10: BIM-Planungskosten (Beispiel)<sup>483</sup>**

Leistungsbild	Ohne BIM	Mit BIM (Min.)	Mit BIM (Max.)
Objektplanung	825.000 € (55 %)	+123.750 € (+15 %)	+218.625 € (+26,5 %)
Tragwerksplanung	225.000 € (15 %)	+30.375 € (+13,5 %)	+48.375 € (+21,5 %)
TGA Planung	450.000 € (30 %)	+36.000 € (+8 %)	+62.500 € (+14,5 %)
<b>Gesamt</b>	<b>1.500.000 € (100 %)</b>	<b>Δ = +190.125 € (+13 %)</b>	<b>Δ = +332.250 € (+22 %)</b>

Die Tabelle zeigt das Berechnungsbeispiel mit den kalkulierten Honoraren für die

<sup>483</sup> Eigene Darstellung.

Objektplanung, Tragwerksplanung, der TGA-Planung und dem summierten Gesamtbeitrag. Für das Berechnungsbeispiel wird angenommen, dass die Objektplanungskosten 55 %, die Tragwerksplanung 15 % und die TGA-Planung 30 % einnehmen. In der zweiten Spalte sind die veranschlagten Beispielkosten in der Ausgangssituation (ohne BIM) dargestellt. In den beiden weiteren Spalten (rechts) sind die Mindest- und Maximalbeiträge aus der Tabelle 9 berechnet worden. Bei der Objektplanung werden entstehen durch den BIM-Einsatz mindestens 15 %, maximal 26,5 % von den ursprünglich kalkulierten 825.000 € an zusätzliche Honorarkosten. Berechnet man die zusätzlichen Honorare für Objektplanung, Tragwerksplanung und TGA-Planung zusammen, entstehen Zusatzkosten infolge des BIM-Einsatzes in Höhe von mindestens +190.125 € (+13 %) und maximal 332.250 € (+22 %).

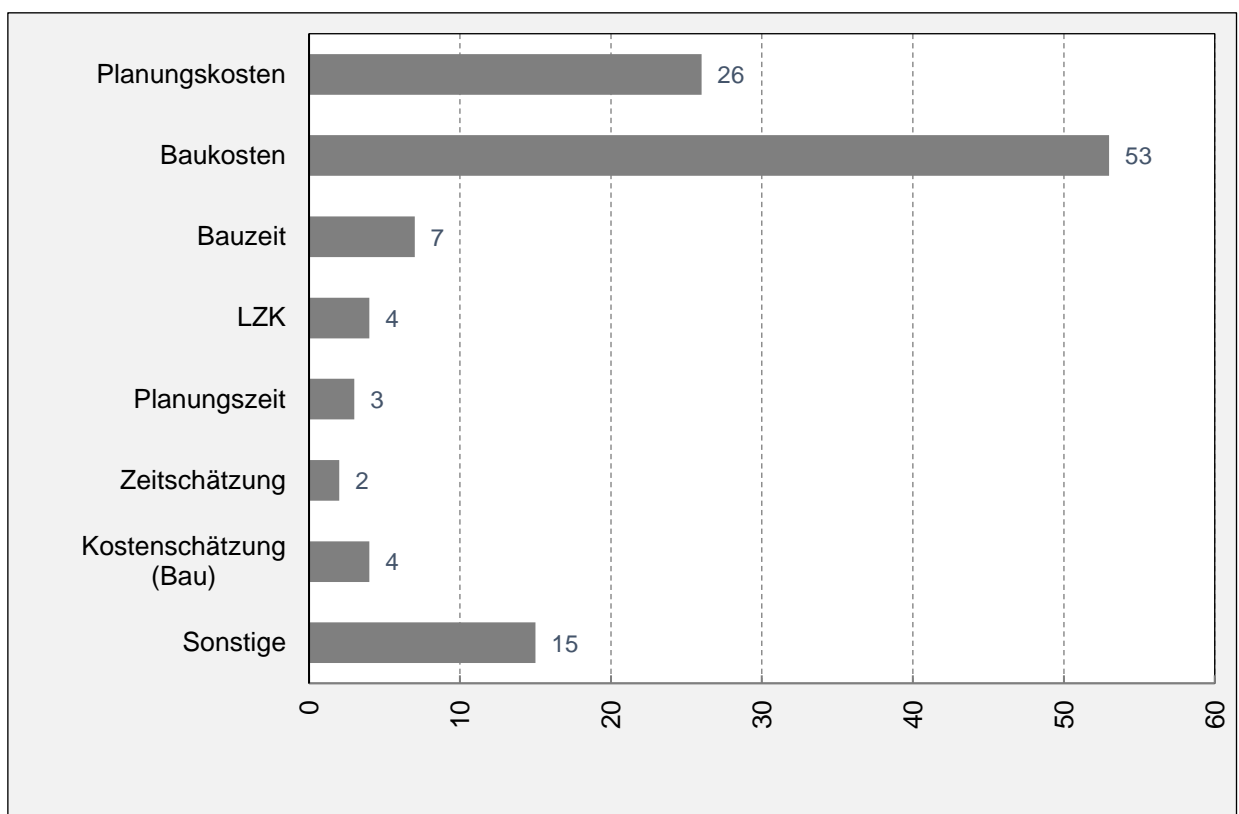
Da der AHO-Arbeitskreis nur ausgewählte Aufwandswerte dokumentiert hat, konnten bei der Berechnung auch nur die BIM-Leistungen berücksichtigt werden, bei denen entsprechende Schätzwerte vorliegen. Eine solch detaillierte Aufteilung der BIM-Kosten im Bereich der Planung ist in der deutschsprachigen Literatur bislang einmalig. Auch wenn es sich um inkonsistente Erfassung der BIM-Planungsleistungen handelt, kann so immerhin ein grober Orientierungswert ermittelt werden. Allerdings stellt sich die Frage, ob die mit einem Aufwandskennwert versehenen Leistungen bei einem mittelmäßig komplexen Projekt tatsächlich beauftragt oder weitere Leistungen, bei denen keine Schätzwerte vorliegen, hinzukommen. Eine Bewertung welche BIM-Leistungen bei einem Projekt erforderlich sind nimmt die AHO nicht vor.

#### **4.2.2 Wertangaben aus der Literatur**

Wie in dieser Arbeit bereits erwähnt, sind in verschiedenen Quellen bereits quantitative Aussagen über die Wirtschaftlichkeit des BIM-Einsatzes getroffen worden. Sie sollen nachfolgend statistisch zusammengefasst werden, um eine Vorstellung über die Höhe einzelner Auswirkungen zu erhalten.

Durchsucht wurden internationale Studien, Werbebroschüren und Webseiten mit Blogs von diversen Softwareanbietern und Dienstleistungsunternehmen, deutschsprachige Fachzeitschriften, politisch motivierte Empfehlungsschreiben und Zielsetzungen sowie Präsentationsunterlagen von verschiedenen Fachkonferenzen. In den Dokumenten wurde nach quantitativen Angaben zur Einschätzung einer Veränderung infolge des

BIM-Einsatzes gesucht.<sup>484</sup> Die Quellen, in denen Wertangaben identifiziert werden konnten, sind der Anlage 3 zu entnehmen. Die Wertangaben wurden anschließend klassifiziert. Zur Klassifizierung wurden die im Kontext der Wertangaben genannten Bezugsgrößen (z. B. „2 % geringere Baukosten“) verwendet und eigenständig zusammengefasst. Die in der Literatur teilweise als Projektkosten bezeichneten Kosten wurden als Baukosten interpretiert. Grund dafür ist einerseits, dass die Baukosten in der Regel den größten Anteil an den Projektkosten einer Projektentwicklung darstellen. Der andere Grund liegt darin, dass die Projektkosten für Generalunternehmen gleichzeitig die Baukosten des Projektentwicklers darstellen und sich in der Literatur viele Aussagen von Generalunternehmen identifizieren lassen. Nach Bereinigung von Doppelungen konnten insgesamt 114 Wertangaben identifiziert werden.<sup>485</sup> Als Ergebnis ist eine Sekundärdatensammlung entstanden, dessen Verteilung grafisch zusammengefasst worden ist (siehe Abbildung 48).



**Abbildung 48: BIM-Auswirkungen (Sekundärdaten)<sup>486</sup>**

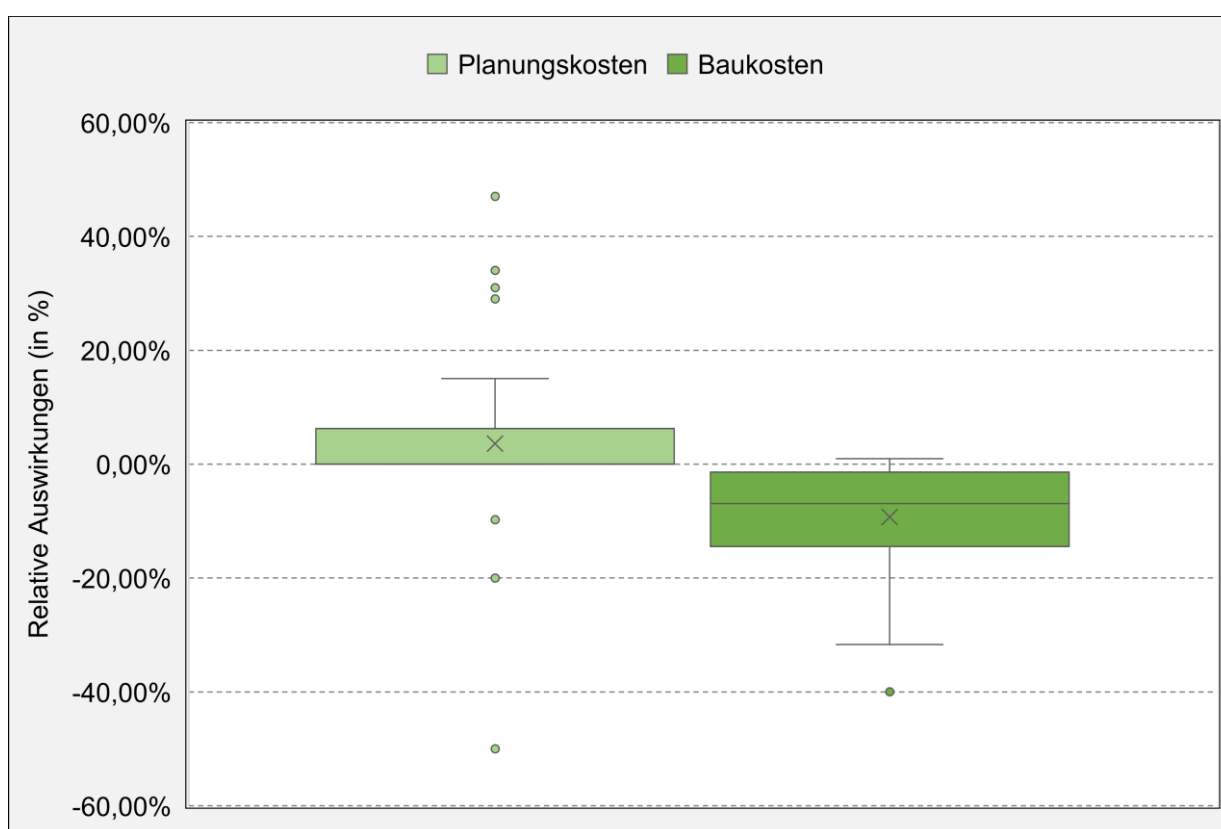
Zur Klassifizierung wurden neben Auswirkungen auf die Planungs- und Baukosten auch

<sup>484</sup> In den Dokumenten wurde mit Suchbefehlen nach %-, €- oder \$-Zeichen gesucht. Weiterhin wurden die Wörter „Prozent“, „Euro“ oder „Dollar“ bei der Suche verwendet.

<sup>485</sup> Wenn bei der Angabe einer Spannweite (z. B. „5–10 % höhere Planungskosten“) angegeben worden ist, wurden zwei Wertangaben dokumentiert.

<sup>486</sup> Eigene Darstellung.

Auswirkungen auf Lebenszykluskosten (LZK), Bauzeit, Planungszeit, die Schätzgenauigkeit der Projektdauer und Baukosten, sowie sonstige Auswirkungen als Gruppen verwendet. In den Bereich „Sonstiges“ wurden Wertangaben einsortiert, die keiner der vorgenannten Klassen eindeutig zugeordnet werden konnten (z. B. „10 % weniger Fehler“). Sie betreffen meist die Dienstleisterperspektive und lassen sich nicht ohne mehrere Annahmen in eine Größe umwandeln, die unmittelbar in einem Investitionsentscheidungsmodell verwertet werden kann. Die Verteilung zeigt, dass Veränderungen im Bereich der Baukosten (n=53) und der Planungskosten (n=26) am häufigsten quantifiziert werden. Die Bereiche Planungskosten und Baukosten sollen näher betrachtet werden (siehe Abbildung 49).



Bezeichnung	Einheit	MW	Modal	SD	Q <sub>25%</sub>	Q <sub>75%</sub>	Min.	Max.
Planungskosten	rel. in %	+4 %	0 %	18 %	0 %	+6 %	-50 %	47 %
Baukosten		-9 %	-20 %	10 %	-15 %	-1 %	-40 %	+0 %

Abbildung 49: BIM-Auswirkungen auf die Planungs- und Baukosten (Sekundärdaten)<sup>487</sup>

Die angegebenen Prozentwerte sind relative Auswirkungen in Bezug auf die ursprünglich kalkulierten Planungs- bzw. Baukosten (ohne BIM). Laut statistischer Auswertung

<sup>487</sup> Eigene Darstellung.

ist infolge des BIM-Einsatzes im Mittel von einer Steigerung der Planungskosten und einer Senkung der Baukosten auszugehen. Am häufigsten wird davon ausgegangen, dass keine höheren Planungskosten, jedoch niedrigere Baukosten eintreten (siehe Modus). Die Standardabweichung, die Quantile und das Minimum und Maximum deuten allerdings darauf hin, dass die Höhe der Veränderungen stark unterschiedlich bewertet wird. Auf Basis der deskriptiven Datenaufbereitung ist in beiden Fällen insgesamt von einer größeren Unsicherheit auszugehen.

Die Standardabweichung, der Vergleich des oberen und unteren Quantils sowie des Minimums und des Maximums zeigen, dass bei den **Planungskosten** sehr unterschiedliche Wertvorstellungen vorliegen. Von starken Erhöhungen (+47 %) bis zu starken Verringerungen (–50 %) sind unterschiedliche Eintrittsszenarien denkbar.

Bei den Auswirkungen auf die **Baukosten** wird in fast allen Fällen von einer Baukostensenkung ausgegangen. Da bereits kleinere prozentuale Veränderungen der Baukosten eine große Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit einer Projektentwicklung haben, ist die Standardabweichung i. H. v. 10 % als hoch zu bewerten. Das Minimum i. H. v. –40 % wirkt angesichts der Bedeutung der Baukosten erstaunlich hoch. Bei genauerer Betrachtung der literarischen Angaben wird ersichtlich, dass neben technischen Veränderungen mit Bezug auf die modellbasierte Zusammenarbeit auch weitere Veränderungen wie das Lean Management und die industrielle Vorfertigung mit Innovationen im Bereich der Robotik mit einbezogen werden (siehe Anlage 3). Insgesamt deutet der Mittelwert auf einen hohen Nutzeneffekt hin (MW = –9 %). Im Vergleich zu den qualitativen Angaben und der Diskussion in Kapitel 3.3.3 erscheinen die quantitativen Wertangaben vergleichsweise hoch. Sie werden im späteren Kapitel 4.4 mit den weiteren Erhebungen abschließend verglichen und eingeordnet.

### 4.2.3 Wertangaben aus der Umfrage von Krüger

Krüger hat im Rahmen einer Masterarbeit eine Online-Befragung unter BIM-Anwendern zur Wirtschaftlichkeit des BIM-Einsatzes durchgeführt.<sup>488</sup> Grundlage seiner Befragung war eine städtebauliche Wohnquartiersentwicklungen mit ca. 12.500 m<sup>2</sup> BGF und 120 Wohneinheiten (Neubau).<sup>489</sup> Das Entwicklungsvorhaben wird als flächenmäßig großes, bautechnisch jedoch begrenzt komplexes Entwicklungsvorhaben angesehen.

---

<sup>488</sup> Die Masterarbeit von Krüger (2020) wurde vom Autor dieser Arbeit betreut.

<sup>489</sup> Vgl. Krüger (2020), S. 52.

Als BIM-Anwender definiert worden sind Unternehmen, die auf Basis ihrer Internetpräsenz oder Artikel, in denen sie genannt werden, BIM-Leistungen im Bereich Hochbau anbieten oder dort bereits Erfahrung gesammelt haben. Antworten zu den wirtschaftlichen Auswirkungen haben insgesamt 50 Personen vollständig abgegeben (siehe Abbildung 50).<sup>490</sup>

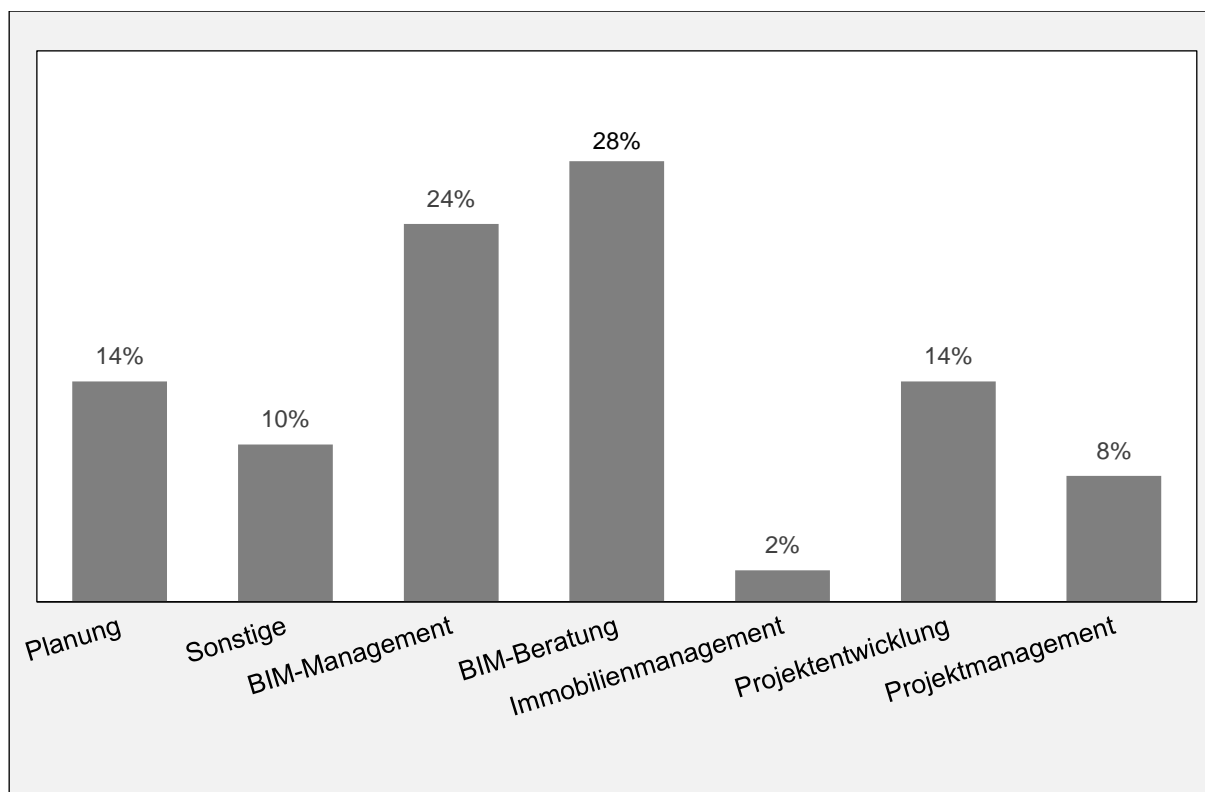


Abbildung 50: BIM-Anwender Umfrage (Teilnehmerprofil)<sup>491</sup>

Die Umfrageteilnehmer stammen vorzugsweise aus der BIM-Beratung und dem BIM-Management. Als Projektentwickler haben sich 14 % der Teilnehmer bezeichnet. Im Durchschnitt beschäftigen sich die Teilnehmer seit rund sieben Jahren mit BIM.<sup>492</sup> Die teilnehmenden Projektentwickler beschäftigen sich mit rund vier Jahren durchschnittlich am kürzesten mit der Thematik.<sup>493</sup> Inhaltlich hat Krüger zunächst nach der Relevanz verschiedener BIM-Anwendungsfälle für eine städtebauliche Wohnquartiersentwicklung mit mehr als 10.000 m<sup>2</sup> BGF gefragt (siehe Abbildung 51).<sup>494</sup> Dabei wurden weitestgehend die BIM-Anwendungsfälle der BIM4INFRA 2020 verwendet. Die Ergebnisse zeigen, dass dem Anwendungsfall „Kollisionsprüfung“ von den Teilnehmern eine sehr hohe

<sup>490</sup> Vgl. Krüger (2020), S. 55.

<sup>491</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Krüger (2020).

<sup>492</sup> Vgl. Krüger (2020), S. 56.

<sup>493</sup> Vgl. Krüger (2020), S. 56.

<sup>494</sup> Vgl. Krüger (2020), S. 70.

Relevanz zugesprochen wurde. Dies deckt sich mit Aussagen in weiteren Umfragen unter BIM-Anwendern.<sup>495</sup>

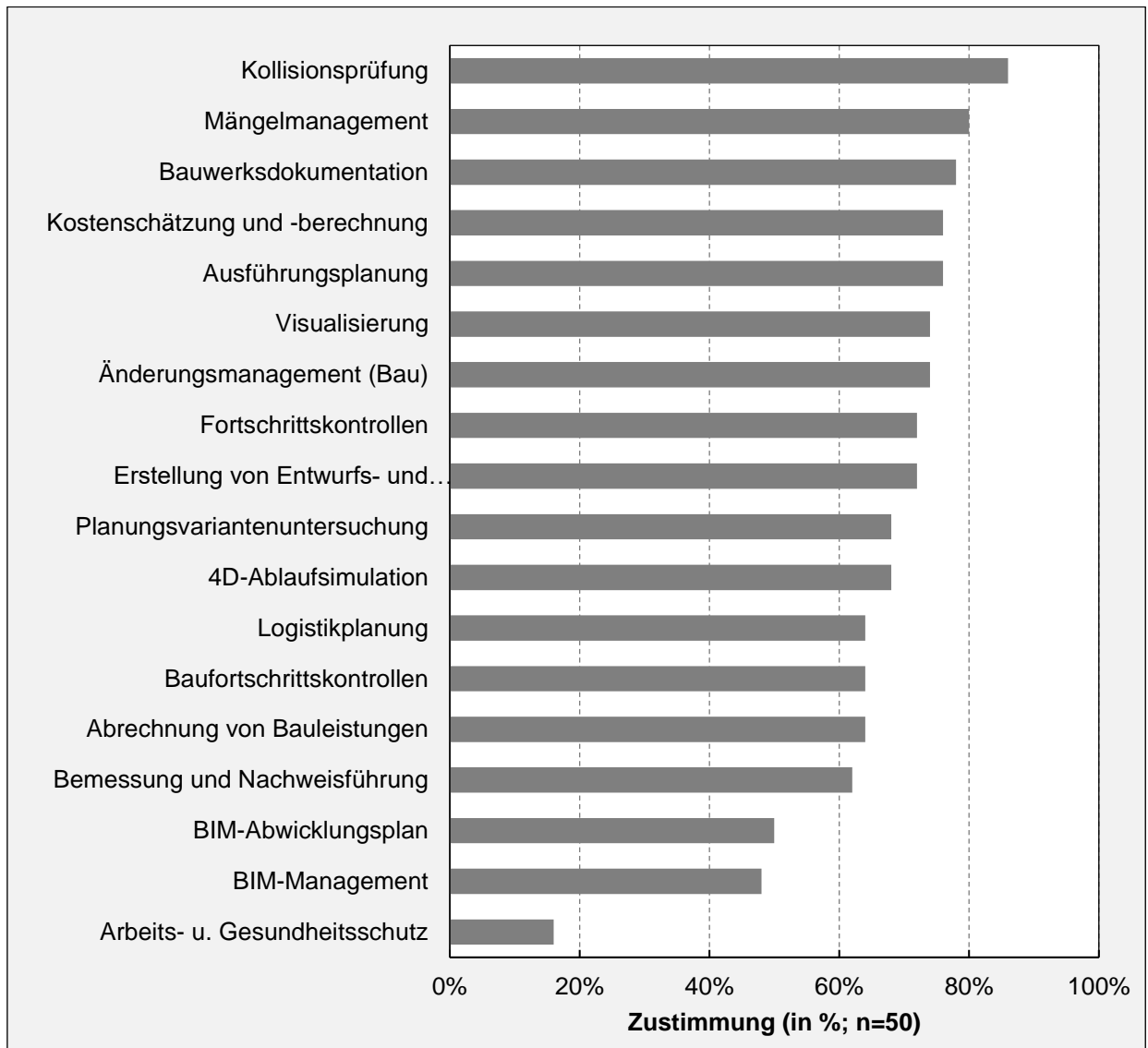


Abbildung 51: Relevanz einzelner BIM-Anwendungsfälle (BIM-Anwender)<sup>496</sup>

Ergänzend wurde bei der Umfrage von Krüger auch nach der Relevanz des BIM-Managements und des BIM-Abwicklungsplans gefragt. Die Teilnehmer stimmen der Relevanz im Vergleich zu den anderen Anwendungsfällen eher weniger stark zu (<50 %; siehe Abbildung 51). Den Kommentaren zufolge kann es aber auch daran liegen, dass die beiden genannten Begriffe von BIM-Anwendern nicht als BIM-Anwendungsfall angesehen werden.<sup>497</sup> Unklar ist, ob alle Umfrageteilnehmer, die den Einsatz ablehnen, diese Meinung vertreten. Die vorhandenen Interpretationsschwierigkeiten sind als Schwäche

<sup>495</sup> Vgl. Both u. a. (2013); Bialas u. a. (2019).

<sup>496</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Krüger (2020).

<sup>497</sup> Vgl. Krüger (2020), Anhang 02.

der verwendeten Erhebungsmethodik (anonyme Online-Umfrage) anzusehen. Wenn gleich es sich nicht um einen BIM-Anwendungsfall per Definition handelt, so hat der Einsatz eines BIM-Managements und die Forderung nach einem BIM-Abwicklungsplan für Projektentwickler in Anlehnung an die theoretischen Erkenntnisse (siehe Kapitel 3.3.2) möglicherweise eine hohe Kostenrelevanz.

Bei den Auswirkungen gehen mehr als die Hälfte der Teilnehmer (>50 %) von einer Veränderung der Planungs- und Baukosten sowie der Planungs- und Bauzeit aus. Auswirkungen auf die Planungsqualität werden am häufigsten erwartet. Auswirkungen auf die Einnahmen aus Verkauf und Vermietung werden von weniger als der Hälfte aller Teilnehmer erwartet (<40 %) (siehe Abbildung 52).

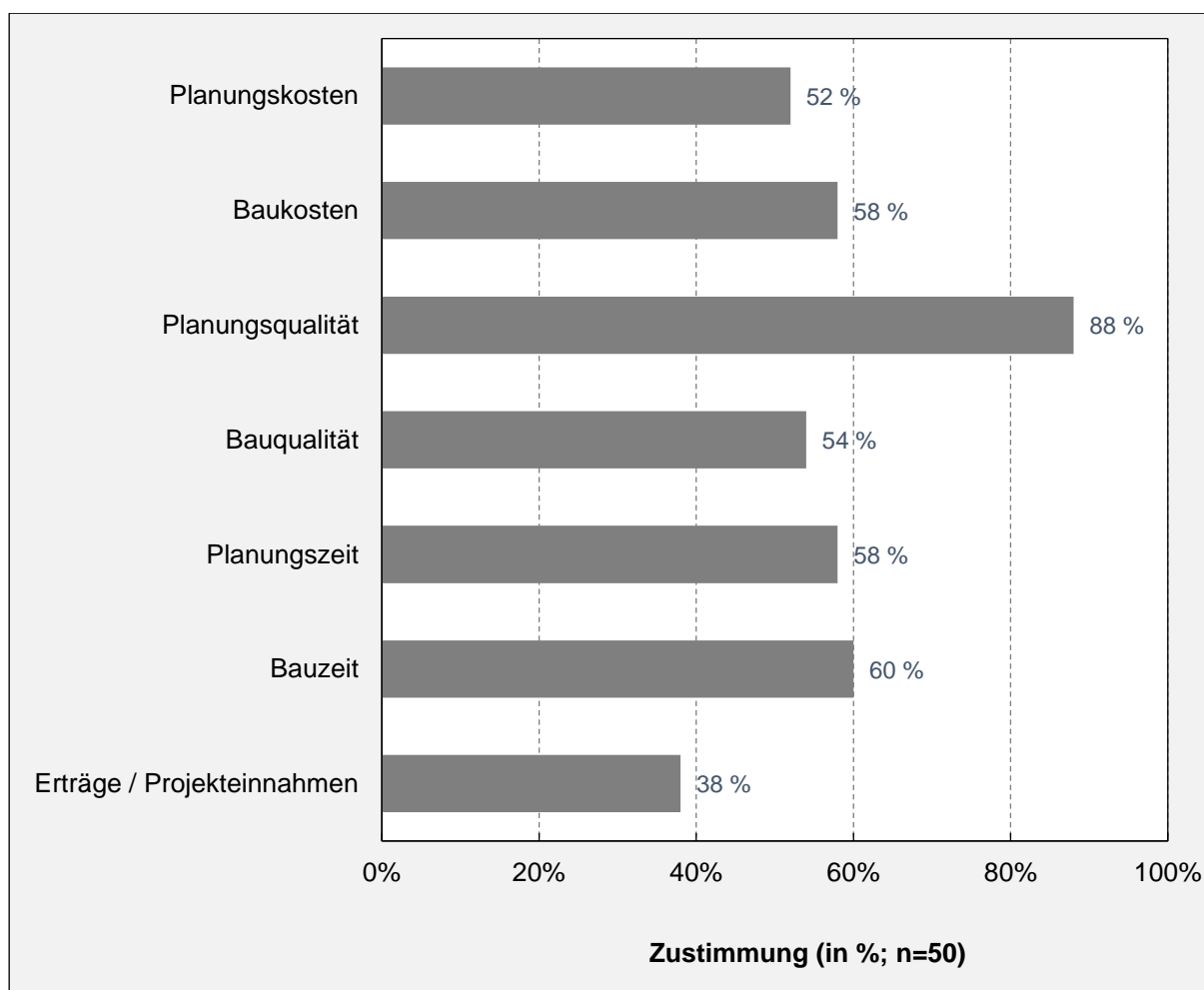


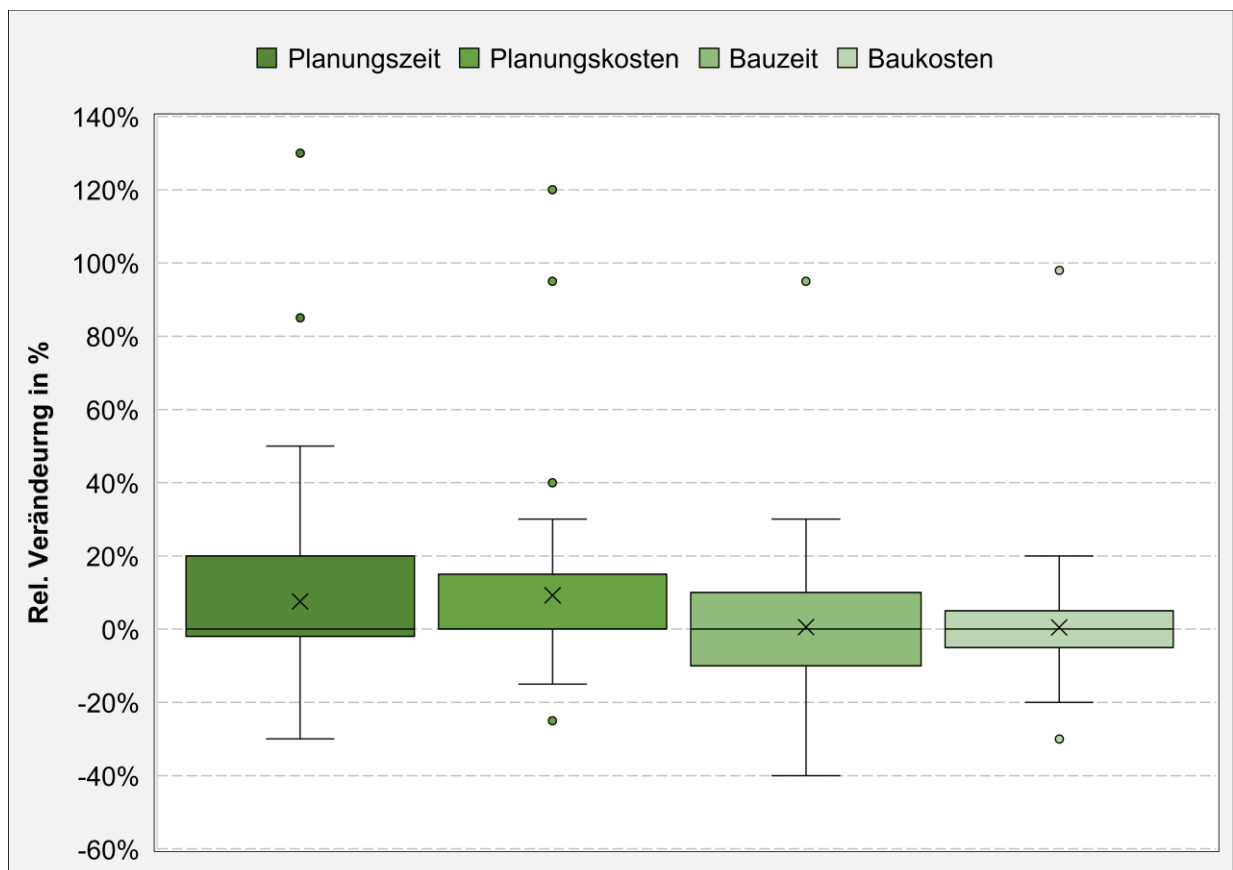
Abbildung 52: BIM-Auswirkungen in der Projektentwicklung (BIM-Anwender)<sup>498</sup>

Aufbauend auf der vorgenommenen Identifizierung potenzieller Veränderungen hat Krüger die Befragungsteilnehmer anschließend hinsichtlich der Höhe der Auswirkungen auf

<sup>498</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Krüger (2020).



die wirtschaftlich relevanten Größen Planungszeit, Planungskosten, Bauzeit und Baukosten befragt (siehe Abbildung 53). Die BIM-Anwender gehen im Mittel von einer steigenden Planungs- und Bauzeit sowie steigenden Planungskosten bei gleichbleibenden Baukosten aus. Die meisten BIM-Anwender meinen allerdings, dass keine Veränderungen eintreten (siehe Modus). Die Standardabweichung, die Quantile sowie das Minimum und Maximum deuten jedoch auch hier auf eine bestehende Unsicherheit hin.



Bezeichnung	Einheit	MW	Mod.	SD	Q <sub>25%</sub>	Q <sub>75%</sub>	Min.	Max.
Planungszeit	rel. (%)	+8 %	0 %	29 %	-2 %	+20 %	-30 %	+130 %
Bauzeit		+1 %	0 %	20 %	-10 %	+8 %	-40 %	+95 %
Planungskosten		+9 %	0 %	23 %	0 %	+15 %	-25 %	+120 %
Baukosten		0 %	0 %	18 %	-5 %	+4 %	-30 %	98 %

Abbildung 53: BIM-Auswirkungen in unterschiedlichen Bereichen (BIM-Anwender)<sup>499</sup>

Schwierig zu deuten sind die positiven Prozentangaben bei den Baukosten und -zeiten (siehe Maximum). Bei den Baukosten und Bauzeiten ist größtenteils davon auszugehen, dass die Ergebnisse durch eine fehlerhafte Eingabe zustande gekommen sind (z. B.

<sup>499</sup> Eigene Darstellung, Datenquelle: Krüger (2020).

Minus-Zeichen bei der Eingabe vergessen).<sup>500</sup> Bei den Planungskosten hingegen müssen die Anwender aufgrund der Eingabemethodik bewusst von einer Kosteneinsparung ausgegangen sein (händische Eingabe eines Minus-Zeichens). Die Interpretationsschwierigkeiten sind auch hier der verwendeten Methodik anzulasten. Bei dieser Online-Umfrage bestand keine Möglichkeit, eine Rückfrage zu stellen. Feedback-Runden haben nicht stattgefunden.

### **4.3 Einschätzungen unter BIM-Experten**

Im Rahmen eines Delphi-Verfahrens wurde ausgewählten Experten ein Referenzprojekt vorgestellt.<sup>501</sup> Darauf aufbauend sollten die wirtschaftlichen Auswirkungen des BIM-Einsatzes prognostiziert werden. In dem Delphi-Verfahren sollten folgende Fragen geklärt werden:

1. Welche BIM-Prozessveränderungen werden derzeit als relevant erachtet?
2. Welche messbaren Größen werden durch die BIM-Veränderungen beeinflusst?
3. Wie werden die Auswirkungen prognostiziert?
4. Wie sicher können die Auswirkungen geschätzt werden?

Die methodische Umsetzung, das Ausgangsszenario und die Ergebnisse werden in den nachfolgenden Unterkapiteln vorgestellt.

#### **4.3.1 Einsatz des Delphi-Verfahrens**

Zunächst soll der Ablauf des Delphi-Verfahrens erläutert werden. Dazu wird anhand eines Gesamtablaufplans die übergeordnete Struktur des Verfahrens beschrieben, woraufhin die Inhalte der einzelnen Erhebungen und der ausgewählte Expertenkreis vorgestellt werden.

##### **4.3.1.1 Gesamtablaufplan**

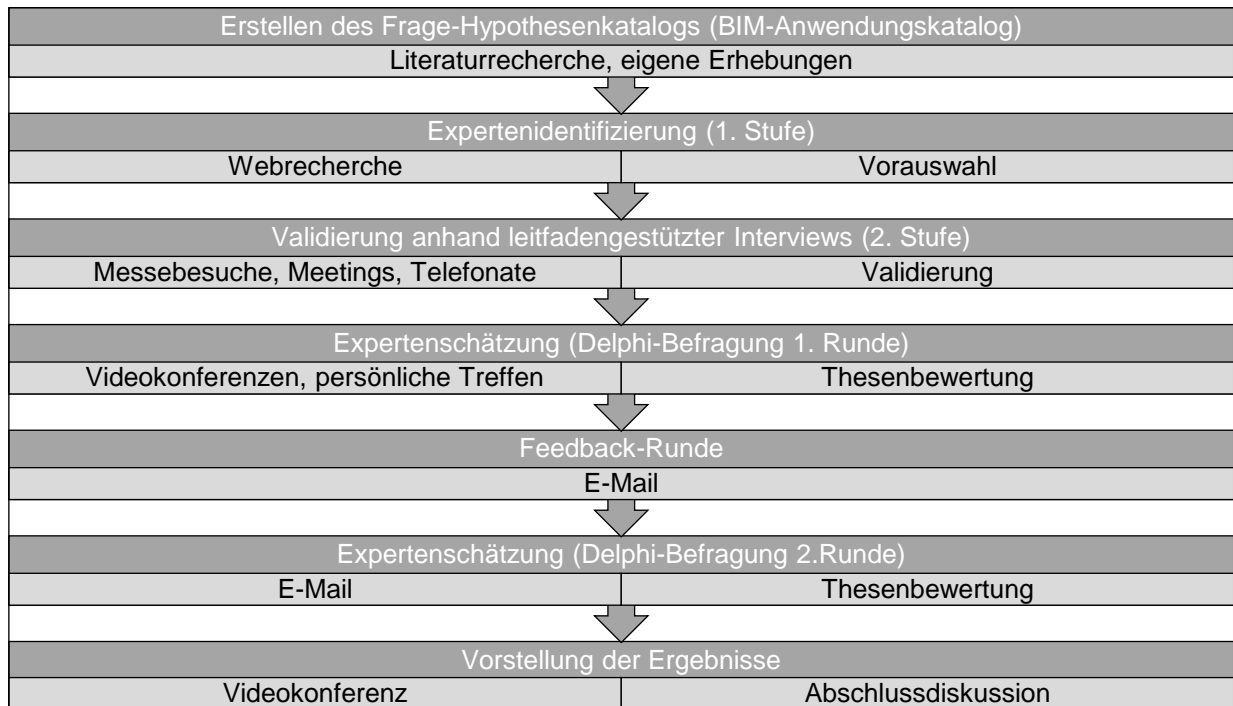
Der Ablauf selbst orientiert sich am Standard-Delphi-Verfahren (siehe Abbildung 54). Der Erstellung des Hypothesenkatalogs ging voraus, dass ein Ausgangsszenario konstruiert wurde. Anschließend ist ein Katalog erstellt worden, in dem potenzielle BIM-Veränderungen definiert wurden. Die Veränderungen wurden auf Basis eines Prozessmodells und der zuvor genannten BIM-Anwendungsbereiche in Kapitel 3.1 abgeleitet.

---

<sup>500</sup> Die Befragungsteilnehmer mussten ihre Einschätzungen als Prozentzahl (–100 bis +100 %) händisch eingeben (halb offene Fragen; vgl. Krüger (2020), S. 52).

<sup>501</sup> Erläuterungen zum Delphi-Verfahren sind dem Kap. 2.4.4.2 zu entnehmen.

Daraufhin folgte ein zweistufiger Expertenauswahlprozess. Eine erste Auswahl potenzieller Teilnehmer wurde über eine Webrecherche oder über literarische Veröffentlichungen identifiziert. Die vorläufige Auswahl wurde durch persönliche Gespräche validiert.



**Abbildung 54: Übersicht zur methodischen Umsetzung (Delphi Verfahren)<sup>502</sup>**

Die einzelnen Erhebungen fanden im Jahr 2020 statt. Die Expertenschätzung in der 1. Delphi-Runde dauerte im Durchschnitt rd. zwei Stunden pro Teilnehmer. Das Treffen fand persönlich oder im Rahmen einer Online-Videokonferenz statt.<sup>503</sup> Eine Delphi-Runde war beendet, sobald die Erhebung mit allen Teilnehmern einzeln durchgeführt wurde. Die Ergebnisse wurden rundenweise zusammengestellt und die Feedbacks per E-Mail verteilt. Die anschließenden Anpassungen der eigenen Schätzung auf Basis des Feedbacks wurde per E-Mail durchgeführt. Beendet wurde der iterative Anpassungsprozess, wenn es keine Anpassungen der Teilnehmer mehr gab. Nach Beendigung der Feedback-Runden folgte die Vorstellung der Ergebnisse. Diese fand in Form einer Videokonferenz statt. Die Studienteilnehmer konnten die Ergebnisse abschließend gemeinsam diskutieren. Bis zu der Vorstellung kannten sich die Teilnehmer nicht. Eine Dokumentation der Abschlussveranstaltung fand allerdings nicht statt. Die Moderatorenrolle wurde im Delphi-Verfahren vom Autor übernommen. (siehe Kapitel 4.2).

#### 4.3.1.2 Ablauf der Einzelinterviews

<sup>502</sup> Eigene Darstellung i. A. a. Niederberger u. a. (2019).

<sup>503</sup> Zum Teil wurden Videokonferenzen aufgrund der Corona-Pandemie durchgeführt.

Die Interviews im Rahmen des Delphi-Verfahrens sind in drei Stufen gegliedert worden. Im ersten Schritt wurde der Ablauf erklärt und das Ausgangsszenario vorgestellt. Im zweiten Schritt folgte die BIM-Relevanzermittlung, bei die Fragen 1 und 2 (siehe Kapitel 4.3.1) bei jeder einzelnen BIM-Prozessveränderung abgefragt wurden. Schließlich folgte im dritten Schritt eine Einschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen. Alle Angaben beziehen sich auf das vorgestellte Ausgangsszenario (siehe Abbildung 55).



Abbildung 55: Ablauf der Einzelinterviews (Delphi-Verfahren)<sup>504</sup>

Bei der BIM-Relevanzermittlung wurde jede hypothetische BIM-Veränderung kurz erläutert. Danach wurden die Teilnehmer nach der Relevanz befragt (Frage 1). Wurde eine Veränderung als relevant bewertet, folgte Frage 2. Rückfragen zur Ausgangssituation oder zur vorgesehenen Veränderung konnten gestellt werden.

Die **BIM-Relevanzermittlung** folgte methodisch der Vorgehensweise bei einer Risikoidentifizierung mithilfe einer Checkliste und einer Risikoidentifizierungsmatrix (siehe Tabelle 11). Die Fragen wurden bei den Erhebungen mit einem dichotomen Kriterium (ja/nein) beantwortet. Zur Auswahl standen den Teilnehmern mehrere investitionsrelevante (Zeiten, Kosten, Einnahmen) und nicht investitionsrelevante (Zufriedenheit) Faktoren.<sup>505</sup> Die Matrix dient den Teilnehmern bei der anschließenden **Einschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen**. Sie liefert einen Überblick darüber, welche technische Veränderung die Ursache für eine wirtschaftliche Auswirkungen bei einzelnen Risikogrößen darstellt. Die Ergebnisse wurden im Rahmen der Erhebung nicht weiterführend dokumentiert. Sie dienten vielmehr als Hilfsmittel für die Studienteilnehmer. Auf

<sup>504</sup> Eigene Darstellung.

<sup>505</sup> Die ausgabenrelevanten Faktoren (Kosten) sind hier aufgrund der Darstellung nicht vollständig abgebildet. Der verwendete Erhebungsbogen ist der Anlage 4 zu entnehmen.

eine detaillierte Ursachen-Auswirkungsanalyse (z. B. mithilfe eines Entscheidungsbaums) wurde verzichtet, da eine eindeutige Darstellung der Zusammenhänge zwischen BIM-Anwendungen und -Auswirkungen als zu komplex bewertet wird. Die Komplexität ergibt sich durch die vorhandenen Korrelationen untereinander.

**Tabelle 11: BIM-Relevanzermittlung – Checkliste<sup>506</sup>**

BIM-Veränderung	Relevanz (J/N)	Zeit Lph.					BIM-Beratungskosten					Verkaufspreis	Zufriedenheit				
		1-4	5	6-7	8	9	Honorare Lph. 1-4	Honorare Lph. 5	Honorare Lph. 6-7	...	(End-)Investorenzufriedenheit		Kapitalgeberzufriedenheit	Dienstleisterzufriedenheit	Handwerkerzufriedenheit	Nutzerzufriedenheit	
01																	
02																	
03																	
...		...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
31																	

Die Einschätzungen wurden mit einem Dreipunktschätzverfahren umgesetzt (vgl. Kapitel 2.4.4.2). Wenn sich die Teilnehmer unsicher waren, konnten sie eine entsprechend große Spannweite (Worst-/Best-Case) angeben. Die Teilnehmer schätzten immer nur die Veränderung ( $\Delta$ BIM). Geschätzt wurden dementsprechend die relativen oder absoluten Veränderungen in Bezug auf eine Ausgangssituation, bei der kein BIM eingesetzt werden würde (siehe Tabelle 12). Dies hatte den Vorteil, dass im Rahmen der Erhebung über die Ausgangssituation (Ausgangswerte) nicht diskutiert werden musste.

**Tabelle 12: Dokumentation des Dreipunktschätzverfahrens<sup>507</sup>**

Risikogröße	Use ( $\Delta$ BIM)	Best ( $\Delta$ BIM)	Worst ( $\Delta$ BIM)	Einheit ( $\Delta$ BIM)
Zeit Lph. 1-4	+/-0	-2	+1	Monate
Zeit Lph. 5	+/-0	-2	+/-0	Monate
Zeit Lph. 6-7	+/-0	+/-0	+/-0	Monate
...	...	...	...	...

Die Tabelle 12 zeigt exemplarisch die Dokumentation aus einem Einzelinterview. Es ist

<sup>506</sup> Eigene Darstellung.

<sup>507</sup> Eigene Darstellung.

nur bei den Risikogrößen eine Schätzung vorzunehmen, bei denen zuvor eine Veränderung erwartet wurde. Antworten auf Rückfragen zu den eigenen Erfahrungen seitens der Experten wurden grundsätzlich vermieden. Berichteten die Experten von Projekterfahrungen, haben Rückfragen geholfen, inwiefern die Gegebenheiten auf das vorgestellte Projekt übertragen werden können. Die Experten konnten sich in der ersten SchätZRunde die Einheit der Veränderung individuell aussuchen. Die Teilnehmer mussten so ihre Erfahrungswerte und Kennzahlen selbst nicht umrechnen. Dies hatte zur Folge, dass eine moderatorenseitige Vereinheitlichung durchgeführt werden musste. Die umgerechneten Größen wurden den Teilnehmern über die Feedbacks zur Verifizierung mitgeteilt. Die Umrechnung selbst basiert auf den HOAI-Orientierungswerten und dem nachfolgend vorgestellten Ausgangsszenario (siehe Kapitel 4.3.2.1). Die umgerechneten Größen konnten, falls erforderlich, im Zuge der Feedbacks angepasst werden. Der Feedbackbogen wurde den Teilnehmern nach jeder Runde zugeschickt. Ein Feedback besteht immer aus den eigenen Schätzwerten, der Angabe eines Mittelwerts und einem Freifeld, in dem eine Anpassung dokumentiert werden kann.

#### **4.3.1.3 Ausgewählter Expertenkreis**

Als BIM-Experte definiert ist eine Person, die die Ausgangssituation (ohne BIM-Einsatz), die technischen Möglichkeiten (BIM) und die wirtschaftlichen Auswirkungen des BIM-Einsatzes einschätzen kann (siehe Abbildung 56). Das fachliche Einschätzungsvermögen soll sicherstellen, dass die vorherrschende Ist-Situation in der Projektentwicklung realistisch eingeschätzt werden kann. Das technische Einschätzungsvermögen soll wiederum sicherstellen, dass der Experte die technischen Möglichkeiten der BIM-Anwendungen kennt. Ein marktwirtschaftliches Einschätzungsvermögen soll helfen, über den eigenen Horizont hinaus die Auswirkungen auf das Preisgefüge, die ökonomische Bedeutung bei der Finanzierung und die Zahlungsbereitschaft bei Immobilieninvestoren einschätzen zu können. Ein entsprechendes Profil wird primär bei Projektentwicklern vermutet. Sekundär wird vermutet, dass Projektmanager (Projektsteuerung) und spezielle BIM-Dienstleister aus dem Bereich des BIM-Management, abgesehen von den Auswirkungen auf die Finanzierung und der Zahlungsbereitschaft, die besten Marktkenntnisse mitbringen.



**Abbildung 56: BIM Experten – Anforderungsprofil (Delphi-Verfahren)<sup>508</sup>**

Ausgangspunkt der Expertensuche ist die Definition des Suchgebietes (Internet, persönliche Netzwerk, Fachmessen, Empfehlungen Dritter). Die Mitgliederliste des Vereins buildingSMART e. V. sowie BIM-Cluster in Deutschland wurden als Grundlage einer Online-Recherche verwendet. Weitere Experten sollten mit Hilfe der Google Suchmaschine und Schlagwörtern wie BIM, Building Information Modeling, Projektentwickler, Projektmanagement, Management, Beratung gefunden werden. Insgesamt konnten 260 Kontaktadressen identifiziert werden. Voraussetzung für die Kontaktaufnahme waren Angaben zur BIM-Anwendung und Tätigkeiten in der Projektentwicklung, im Projektmanagement (inkl. Steuerung) oder der BIM-spezifischen Bauherrenberatung. Von den ursprünglich 260 Kontakten wurden insgesamt 115 Kontaktadressen (rd. 44 %) kontaktiert. Darunter befinden sich auch Bauträger, Architektur- und Ingenieurbüros, die je nach vertraglicher Konstellation auch Managementaufgaben übernehmen. Akteure aus dem Tätigkeitsbereich Projektentwicklung waren nur bedingt an einer Teilnahme interessiert. Entweder gab es keine Rückmeldung, es wurden fehlende Kompetenzen eingeräumt oder mit einer fehlenden Themenrelevanz im eigenen Unternehmen argumentiert. Insgesamt meldeten sich 24 Personen (rd. 21 %) auf die Anfrage. Mit den 24 Personen wurde ein Vorgespräch vereinbart (telefonisch, persönliches Treffen). In dem Gespräch wurden als Nachweis der fachlichen BIM-Kompetenz Fragen zu Projekterfahrung und den dabei auftretenden, laufenden Problemen gestellt.<sup>509</sup> Nach den Vorgesprächen konnte mit insgesamt 14 Personen ein Erhebungstermin für das Delphi-Verfahren vereinbart werden. Absagen kamen in der Regel zustande, weil der BIM-Einsatz rein technisch verstanden, die Leistungsfähigkeit von IT-Anwendungen im Rahmen einer Immobilienentwicklung als „nicht messbar“ angesehen oder Terminvereinbarungen dauerhaft verschoben wurden.<sup>510</sup> Die 14 Teilnehmer am Delphi-Verfahren werden

<sup>508</sup> Eigene Darstellung.

<sup>509</sup> Siehe Gesprächsleitfaden in Anlage 4.

<sup>510</sup> Grund für die Terminverschiebungen waren vor allem die Umstände im Rahmen der Corona-Pandemie. Dadurch war es teilweise nicht im vorgesehenen Zeitfenster möglich, die von einigen Interessenten bevorzugte Präsenzerhebung durchzuführen.

nachfolgend vorgestellt (siehe Tabelle 13).

**Tabelle 13: Teilnehmer des Delphi-Verfahrens<sup>511</sup>**

Name	Tätigkeitsbereich	Unternehmen	Anzahl Mitarbeiter	Berufserfahrung	BIM Erfahrung
[-]	[-]	[-]	[MA]	[a]	[a]
Hr. Bergs	PM, BIM-DL	Drees & Sommer	3.800	>10	3-5
Hr. Grolle-Hüging	PM, OP	agn Niederberghaus&Partner GmbH	600	>10	3-5
Hr. Dr. Nemuth	PM, OP, BIM-DL	Julius Berger International GmbH	300	>10	>10
Hr. Pingl	PE, PM, BIM-DL	value one Holding AG	250	>10	3-5
Hr. Föll	PM, OP	HWP Planungsgesellschaft mbH	140	>10	>10
Hr. Dr. Döinghaus	PM,OP,BIM-DL,SO	Codema International GmbH	k. A.	>10	5-10
k. A.	BIM-DL	k. A.	40	>10	>10
Hr. Schuster	PM	WSRE GmbH	25	>10	0-3
k. A.	PM, BIM-DL, SO	k. A.	20	3-5	5-10
Hr. Bredehorn	PM, BIM-DL	vrame Consult GmbH	20	>10	>10
Hr. Dr. Küpper	PM, BIM-DL, BA	Küpper Partner	15	>10	>10
Fr. Hidvegi	OP, BIM-DL	hms Architekten GmbH	7	>10	5-10
Hr. Röhr	PE, PM	RMA Management	6	>10	3-5
k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
<p><b>Legende</b></p> <p><i>PE = Projektentwicklung</i></p> <p><i>PM = Projektmanagement</i></p> <p><i>OP = Objektplanung</i></p> <p><i>BIM-DL = Spezielle BIM-Dienstleistungen</i></p> <p><i>BA = Bauausführung</i></p> <p><i>SO = Sonstiges</i></p> <p><i>k. A. = keine Angaben (anonymisiert)</i></p>					

Der Auflistung ist zu entnehmen, dass es sich bei den Teilnehmern vorwiegend um fachliche wie auch BIM-erfahrene Akteure handelt. Sichergestellt werden konnte weiterhin, dass Akteure aus unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen (Projektentwicklung, Projektmanagement, Objektplanung und spezielle BIM-Dienstleistungen) teilgenommen haben. Weiterhin sind die Teilnehmer in sehr unterschiedlichen großen

<sup>511</sup> Eigene Darstellung.



Unternehmen tätig.<sup>512</sup>

### 4.3.2 Verwendetes Ausgangsszenario

Das Ausgangsszenario wird definiert durch eine Beschreibung der technischen und strategischen Ausgangssituation. Zudem wird die Auswahl an hypothetischen BIM-Veränderungen vorgestellt.

#### 4.3.2.1 Kurzbeschreibung

Das Beispielprojekt orientiert sich an dem vom Bund geäußerten BIM-Prüfungs-Schwellenwert von fünf Millionen Euro Baukosten. Die Baukosten im vorliegenden Fall betragen rund acht Millionen Euro und die Baunebenkosten 18 % der Baukosten. Neben der Projektidee wurde den Teilnehmern die Projektentwicklerziele, der Projektorganisation und Auswahlkriterien der Projektbeteiligten erläutert (siehe Tabelle 14).

**Tabelle 14: Ausgangssituation – Übersicht (Delphi-Verfahren)<sup>513</sup>**

Nr.	Bereich	Eigenschaft	Ausprägung
01	Projektentwicklerziele	Projekteinstiegspunkt	Grundstücksankauf (grüne Wiese)
		Projektausstiegspunkt	Nach Fertigstellung (Übergang Nutzungsphase)
		Zielvorstellung	Steigerung der Eigenkapitalrentabilität
		Käufer-Zielgruppe	Professioneller Immobilien-Investor (IREM)
02	Projektidee	Projektart	Neubau
		Nutzungsart	Büro (hoher Ausstattungsstandard)
		Projektgröße	Rd. 3.200 m <sup>2</sup> BGF
		Bauweise/Lage	Freistehendes Gebäude (Gewerbegebiet)
03	Projektorganisation	Vermarktung	Investoren-/Mietersuche ab Entwurfsphase
		Vergabe Planung	Frühzeitige Vergabe der Beratungs- und Planungsleistungen (HOAI Lph. 1–9)
		Vergabe Bau	Einzelvergabe mit EP-Vertrag
		Eigenleistungen	Projektleitung
		BIM-Standards	Keine vorhanden
04	Projektbeteiligte	Architekten, Ingenieure, Dienstleistern & Ausführenden	Freie Auswahl
		Sonstige Projektbeteiligte	Besondere Informationsanforderungen der Endinvestoren (Facility Management)

In Abgrenzung zu den international veröffentlichten Studien zur Wirtschaftlichkeit des

<sup>512</sup> Aus datenschutzrechtlichen Gründen konnten nicht alle Teilnehmerdaten veröffentlicht werden. Sie wurden dementsprechend anonymisiert („k. A.“).

<sup>513</sup> Eigene Darstellung.

BIM-Einsatzes wurde bewusst ein begrenzt komplexes Entwicklungsvorhaben als Ausgangsszenario gewählt.

Das **Ziel der Projektentwicklung** ist, die Immobilie nach Fertigstellung zu verkaufen. Der Projektentwickler ist als wertorientiert anzusehen. Durch den Verkauf nach Fertigstellung soll zur Diskussion gestellt werden, ob die Fachexperten von einer höheren Zahlungsbereitschaft bei Immobilien-Endinvestoren ausgehen. Als potenzieller Käufer ist ein wertorientierter Immobilieninvestor (IREM) vorgesehen.

Die **Projektidee** wird vereinfacht beschrieben anhand der Projektart, der Nutzungsart, dem Ausstattungsstandard, der Größe und der Bauweise. Gewählt wurde eine Büroimmobilie mit durchschnittlicher Größe und hohen Anforderungen an den Ausstattungsstandard. Für Büroimmobilien spricht weiterhin, dass sie sowohl im privatwirtschaftlichen als auch öffentlichen Immobilienmanagement nachgefragt werden. Ein Neubauprojekt wurde gewählt, damit es zu einer möglichst hohen Vergleichbarkeit bzw. Übertragbarkeit der Ergebnisse kommen kann.<sup>514</sup> Dazu trägt auch die freistehende Bebauung bei. Insgesamt ist die Projektidee so konzipiert, dass einerseits viele Teilnehmer Erfahrungen einbringen können, andererseits die Schätzergebnisse eine möglichst hohe Praxisrelevanz mitbringen.

Durch den Faktor **Projektorganisation** wird primär beschrieben, wann welche Beteiligten in das Projekt beitreten. Die Studienteilnehmer können so die Anzahl an Schnittstellen und die vertragliche Risikoverteilung erkennen. Die Vermarktung beginnt im vorliegenden Fall bereits in der Konzeptionsphase. Endinvestoren und Nutzer können sich so frühzeitig in die Planung einbringen. Es werden Auswirkungen auf den Umfang der Projektkommunikation erwartet. Die Architekten und Ingenieursleistungen (HOAI Lph. 1–9) werden phasenübergreifend frühzeitig vergeben. So sollen vergabebedingte Informationsbrüche unbeachtet bleiben. Bei der Vergabe der Bauleistungen ist eine Einzelvergabe mit Einheitspreisvertrag vorgesehen. Damit übernimmt der Projektentwickler das Vollständigkeits- und Mengenrisiko. Der Projektentwickler selbst übernimmt nur die Leitungsfunktion. Delegierbare Aufgaben des Projektmanagements werden frühzeitig an Projektsteuerer übergeben. Entsprechende Kosten für die Projektsteuerung werden in der Ausgangssituation mit eingeplant. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass keine BIM-relevanten Vorarbeiten vorliegen. Dies soll die Ausgangssituation bei einem

---

<sup>514</sup> Es wird unterstellt, dass investitionsrelevante Größen bei Umbauprojekten häufiger von Einzeldetails beeinflusst werden als bei Neubauprojekten.

Großteil aller Trader-Developer am deutschen Entwicklungsmarkt widerspiegeln (siehe Kapitel 3.2.2). Entsprechende Beratungsleistungen sind zu Projektbeginn einzukalkulieren. Eine Verwertbarkeit der erstellten Unterlagen für spätere Entwicklungsvorhaben soll bei Schätzungen vereinfacht unbeachtet bleiben.

Hinsichtlich der **Projektbeteiligten** wird in der Ausgangssituation von einer freien Auswahl an Architekten, Ingenieure, Dienstleistern und Ausführenden ausgegangen. Die Marktbedingungen bei der Auswahl an BIM-Experten sind bei der Bewertung zu berücksichtigen (siehe Kapitel 3.2). Besondere Modellanforderungen werden vom Facility Management des Endinvestors erwartet. Die Experten können sich dabei selbst die Frage stellen, wann eine Bauteilattribution sinnvoll ist und welche zeitlichen und kostenspezifischen Auswirkungen dies mit sich bringt. Die Bauteilattribution kann als eine Art Service bereits in der Planung integriert und die Kosten vom Projektentwickler übernommen werden. Alternativ kann eine Bauteilattribution für den späteren Betrieb auch erst in der späteren Betriebsphase vorgenommen werden.

#### 4.3.2.2 BIM-Hypothesen

Die BIM-Hypothesen vor Durchführung der Einzelinterviews sind mit Hilfe einer Prozessanalyse aufgestellt worden. Infolge eines Brainstormings und den theoretischen Grundlagen aus Kapitel 3 wurden potenzielle BIM-Veränderungen identifiziert. Die BIM-Hypothesen stellen eine Auswahl an Veränderungen dar, die im Projektentwicklungsprozess infolge des BIM-Einsatzes auftreten können.

Als Grundlage der durchgeführten **Prozessanalyse** wird das Prozessmodell von Held verwendet.<sup>515</sup> Der Vorteil bei der Verwendung eines Prozessmodells aus der Projektentwicklung wird darin gesehen, dass weniger die technischen Details (z. B. Datenverwertung zur Bemessung von Bauteilen), sondern vielmehr die kosten- und nutzenrelevanten Veränderungen des Projektentwicklers (z. B. Beauftragung eines BIM-Managements) betrachtet werden. Dem Modell von Held sind abweichend von der vorgestellten Ausgangssituation folgende Festlegungen zu entnehmen:

---

<sup>515</sup> Vgl. Held (2010), S. 110 ff.

- Vermarktungsbeginn erst nach Fertigstellung
- Hinweis auf eine bevorzugte Generalunternehmervergabe aufgrund der zusammenfassenden Darstellung der Realisierungsphase (ab Baugenehmigung)<sup>516</sup>
- Implementierung eines Projektsteuerers während der Realisierungsphase

Abweichend vom Prozessmodell von Held sind in Anlehnung an das vorgesehene Ausgangsszenario (siehe Kapitel 4.4.2.1) entsprechende Anpassungen vorgenommen worden. Dies betrifft folgende Aspekte:

- Vermarktungsbeginn während der Konzeptionsphase (frühzeitige Vermarktung)
- Einzelvergabe anstelle einer Generalunternehmervergabe
- Frühzeitige und phasenübergreifende Beauftragung der Projektsteuerung

Das angepasste und zur Identifizierung der BIM-Veränderungen verwendete Prozessmodell ist der Anlage 5 zu entnehmen. Grundlage des **Brainstormings** stellen die zuvor identifizierten BIM-Anwendungsbereiche (siehe Kapitel 3.1.3) und die Literaturrecherche zu den BIM-Anwendungsfällen (siehe Kapitel 3.1.4) dar. Das Brainstorming wurde im Vorfeld der Erhebung eigenständig durchgeführt. Den Teilnehmern des Delphi-Verfahrens wurde lediglich die Auswahl an BIM-Veränderungen vorgestellt. Für die Erhebungen wurde den Teilnehmern dann ein Katalog mit insgesamt 31 hypothetischen BIM-Veränderungen vorgestellt (siehe Tabelle 15).

Durch die Anwendung eines Prozessmodells treten gegenüber der Betrachtung von BIM-Anwendungsfällen einige Veränderungen doppelt auf (siehe Konzeption vs. Konkretisierung). Weiterhin werden einige in der Literatur weniger diskutierte Veränderungen abgefragt. Bei der Erläuterung wurde neben der technischen Veränderung auch auf die Ausgangssituation eingegangen. Die Erläuterungen selbst sind der Anlage 6 zu entnehmen.

---

<sup>516</sup> Vgl. Held (2010), S. 121.

**Tabelle 15: Technische Veränderungen (Delphi-Verfahren)<sup>517</sup>**

Nr.	Phase	Fachprozess (siehe Prozessmodell)	BIM-Veränderung
(-)	Initiierung	(-)	(-)
(-)		(-)	(-)
1	Konzeption	Projektorganisation festlegen	BIM-Managementleistungen vereinbaren
2		Differenzierte Betrachtung Rentabilität	BIM-Relevanz bei der Finanzierung prüfen
3		Beauftragung Architekt/Ingenieure	BIM-Planungsleistungen vereinbaren
4		Entwicklung Planungskonzept	Digitale Bestandsaufnahme
5		Entwicklung Planungskonzept	Modellbasierte Kollisionsprüfungen
6		Entwicklung Planungskonzept	Besondere Visualisierungen (Planung)
7		Entwicklung Planungskonzept	Modellbasierte Bauablaufsimulation
8		Entwicklung Planungskonzept	Modellbasierte Baukostenverlaufssimulation
9		Entwicklung Planungskonzept	Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)
10		Entwicklung Planungskonzept	BIM-Vertragsanforderungen kontrollieren
11		Freigabe Planung	Modellbasierte Planungsfreigaben
12	Konkretisierung	Weiterbeauftragung Architekt/Ingenieure	BIM-Planungsleistungen vereinbaren
13		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Kollisionsprüfungen
14		Entwicklung Ausführungsplanung	Besondere Visualisierungen (Planung)
15		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Bauablaufsimulation
16		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Baukostenverlaufssimulation
17		Entwicklung Ausführungsplanung	Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)
18		Entwicklung Ausführungsplanung	BIM-Vertragsanforderungen kontrollieren
19		Entwicklung Ausführungsplanung	Konsistenzprüfung (2D+3D)
20		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Planungsfreigaben
21		Durchführung Ausschreibung	Modellbasierte Ausschreibungen
22		Prüfung Ausführungsunterlagen	Modellbasierte Prüfung der Montageplanung
23	Realisierung	Überwachung Bauausführung	Modellbasierte Koordination
24		Abgleich Soll/Ist	Modellbasierte Geometrieprüfung
25		Abgleich Soll/Ist	Modellbasiertes Mängelmanagement
26		Abgleich Soll/Ist	Modellbasierte Rechnungsprüfung
27		Fertigstellung Bau	As-Built Übergabemodellierung
28		Fertigstellung Bau	Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)
29	Vermarktung	Generierung Mietinteressenten	Besondere Visualisierungen (Miete)
30		Generierung Kaufinteressenten	Besondere Visualisierungen (Kauf)
31		Aufbereitung der Objektprüfung	Modellbasierte Dokumentationsübergabe

<sup>517</sup> Eigene Darstellung.

### 4.3.3 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Relevanzermittlung und des Dreipunktschätzverfahrens vorgestellt.

#### 4.3.3.1 Technische Veränderungen

Die technischen BIM-Veränderungen sind als Ursache der wirtschaftlichen Auswirkungen anzusehen. Auf dem nachfolgenden Diagramm ist die relative Relevanzzustimmung unter den 14 Teilnehmern (x-Achse) abgebildet (siehe Abbildung 57).

In grün markiert sind die Veränderungen, bei denen ein Konsens (100 %) gebildet werden konnte.<sup>518</sup> Auf der y-Achse sind die einzelnen technischen Veränderungen dargestellt. Die vorgeschlagenen BIM-Veränderungen sind zeitlich i. A. a. das Prozessmodell sortiert. Die Experten gehen davon aus, dass technische Veränderungen vor allem in den frühen Projektphasen vorzunehmen sind. Zehn der 31 Veränderungen werden von weniger als der Hälfte aller Teilnehmer als relevant angesehen (<50 %). Insgesamt konnte bei fünf der 31 vorgestellten BIM-Veränderungen ein Konsens (100 %) hinsichtlich der Relevanz einer Veränderung festgestellt werden. Alle fünf Veränderungen befinden sich in der Konzeptions- oder Konkretisierungsphase. Bei den Veränderungen handelt es sich um die Vereinbarung von BIM-Planungsleistungen, die modellbasierte Kollisionsprüfungen und die modellbasierten Planungsfreigaben in der Konzeptionsphase. Während der Realisierungsphase wird vor allem das modellbasierte Mängelmanagement als relevant angesehen. Der Konsens in der Konzeptionsphase verdeutlicht insgesamt, dass zur modellbasierten Zusammenarbeit frühzeitige Vereinbarungen als relevante Veränderung angesehen werden. Bis auf eine Ausnahme halten alle Experten den Einsatz eines BIM-Managements für erforderlich.

---

<sup>518</sup> Die einzelnen Angaben der Teilnehmer (anonymisiert) sind der Anlage 7 zu entnehmen. Als Konsens wird eine Zustimmung von 100 % bezeichnet.

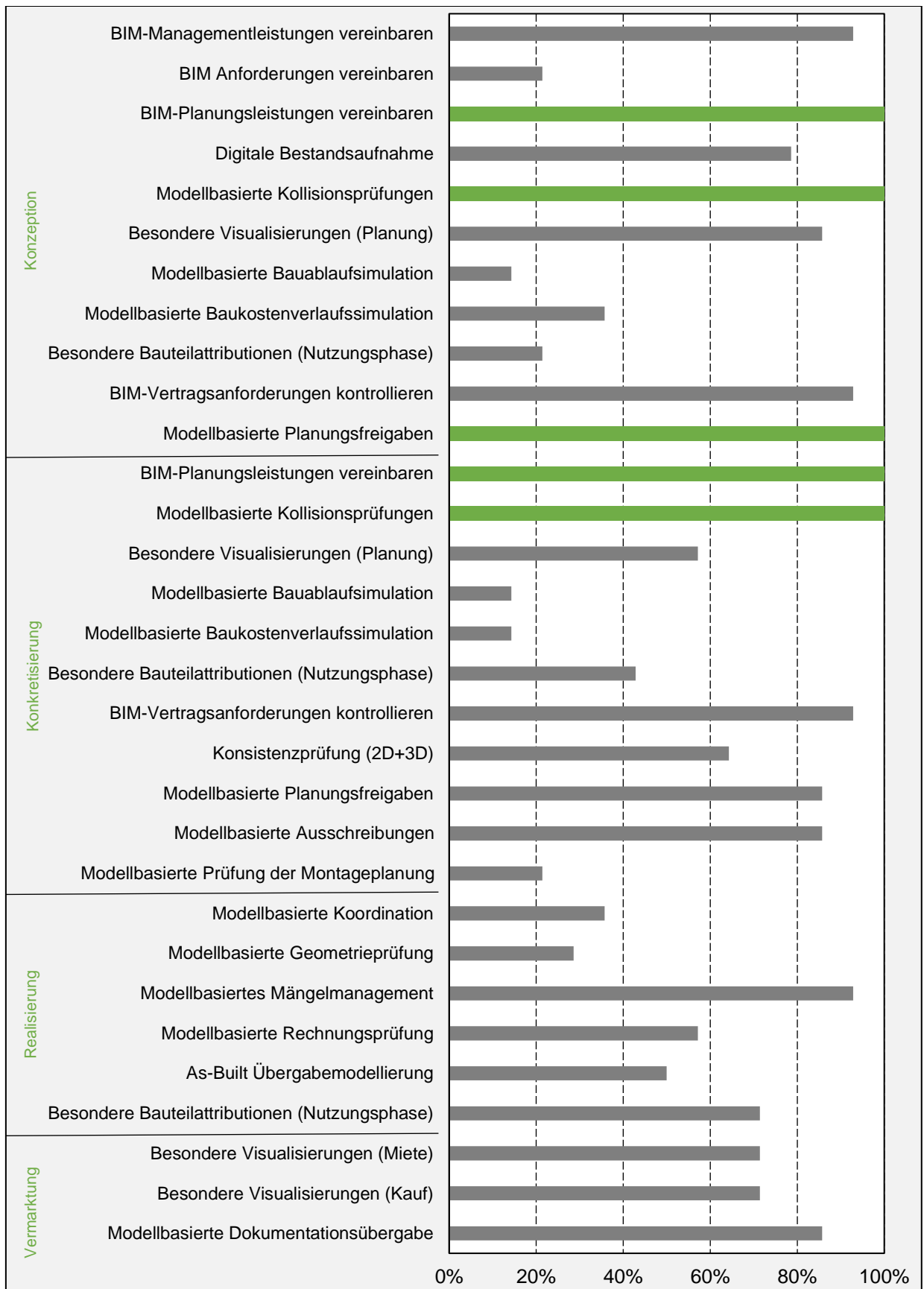


Abbildung 57: Technische BIM-Veränderungen (Delphi-Verfahren)<sup>519</sup>

<sup>519</sup> Eigene Darstellung.

### 4.3.3.2 Wirtschaftliche Auswirkungen

Die wirtschaftlichen BIM-Auswirkungen werden anhand der Ergebnisse des Dreipunktschätzverfahrens beschrieben. Das Dreipunktschätzverfahren wurde über insgesamt zwei Feedback-Runden durchgeführt. Bei der zweiten Feedback-Runde hat kein Fachexperte mehr eine Anpassung vornehmen wollen.<sup>520</sup> Als Ergebnis liegen für 25 Risikogrößen je drei Schätzwerte von 14 verschiedenen Teilnehmern vor. Die arithmetischen Mittelwerte [BEST], [USE], [WORST] sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen (siehe Tabelle 16).

**Tabelle 16: Wirtschaftliche Auswirkungen – Kurzfassung (Delphi-Verfahren)<sup>521</sup>**

Bereich	Risikogröße	Einheit	BEST	USE	WORST
Zeit	Entwurf bis Genehmigung	rel. (%)	-9 %	+3 %	+14 %
	Ausführungsplanung		-14 %	-1 %	+11 %
	Ausschreibungsdauer		-18 %	-6 %	+6 %
	Bauzeit		-9 %	-5 %	+/- 0 %
	Übergabezeit		-12 %	-5 %	-1 %
Kosten	BIM-Beratungskosten	abs. (€)	+20.000 €	+42.000 €	+77.000 €
	BIM-Management		+3.000 €	+19.000 €	+40.000 €
	Arch. + Ing. (Lph. 1–4)		-4.000 €	+13.000 €	+40.000 €
	Arch. + Ing. (Lph. 5)		+1.000 €	+14.000 €	+33.000 €
	Arch. + Ing. (Lph. 6–7)		-4.000 €	+4.000 €	+9.000 €
	Arch. + Ing. (Lph. 8–9)		+5.000 €	+23.000 €	+53.000 €
	Sonstige Dienstleister		+1.000 €	+5.000 €	+9.000 €
	IT-Infrastruktur		+14.000 €	+21.000 €	+37.000 €
	Baukosten (KG 300–400)	rel. (%)	-7,7 %	-2,0 %	+0,7 %
	Projektleitung (PE)		-14 %	-4 %	0%
	Versicherungen		-2%	0%	0%
	Finanzierung		-1 %	-0,4%	-0,4%
	Unvorhersehbares		-21 %	-9 %	-1 %
	Einnahmen		Verkauf	rel. (%)	+2,3 %
Zufriedenheit	Immobilieninvestoren	rel. (%)	+39 %	+20 %	+/- 0 %
	Nutzer		+22 %	+8 %	-2 %
	Drittmittelgeber		+24 %	+9 %	-2 %
	Dienstleister		+30 %	+15 %	-5 %
	Handwerker		+30 %	+12 %	-2 %
	Betreiber		+42 %	+20 %	-6 %

<sup>520</sup> Die einzelnen Angaben der Teilnehmer (anonymisiert) sind dem Feedbackbogen in der Anlage 8 zu entnehmen.

<sup>521</sup> Eigene Darstellung.



Die einzelnen Größen sind in vier Bereiche gegliedert (Zeiten, Kosten, Einnahmen, Zufriedenheit). Die Standardabweichungen [SD] zu den jeweils drei Schätzungen (Best-, Use-, Worst-Case) sind in der Anlagen 9 dokumentiert. Sie sind in den allermeisten Fällen vergleichsweise groß. Ein Konsens konnte in den allermeisten Fällen nicht gebildet werden. Die angegebenen Mittelwerte werden stark beeinflusst von teils sehr unterschiedlichen Schätzwerten der 14 Teilnehmer.<sup>522</sup> Es ist zusammenfassend festzuhalten, dass in keinem Fall ein Konsens gebildet werden konnte.<sup>523</sup>

Bei den **Zeiten** geht der Durchschnittsteilnehmer im Regelfall (Use) von Veränderungen im einstelligen Prozentbereich aus. Dies deutet darauf hin, dass die Teilnehmer im Durchschnitt geringfügige zeitliche Veränderungen erwarten. Die Chancen einer Laufzeitverkürzung und die Gefahr einer Verlängerung wird in etwa gleich hoch eingeschätzt. Indirekte Kosten, z. B. wegen einer längeren Kreditlaufzeit, höhere Mietkosten für die Baustelleneinrichtung oder ähnliche zeitabhängige Faktoren sind infolge des BIM-Einsatzes bei einem begrenzt komplexen Projekt nicht zu erwarten.

Die Durchschnittswerte bei den **Kosten** zeigen, dass im Regelfall (Use) von steigenden Baunebenkosten und gleichzeitigen Einsparungen bei den Bau-, Risikokosten („Unvorhersehbares“) und den internen Managementkosten des Entwicklers (Projektleitung PE) ausgegangen wird. Ausnahmen bei Baunebenkosten sind bei einigen Planerhonoraren zu erkennen (siehe Arch. + Ing. Lph. 1–4 & Lph. 6–7; Best-Case).

Veränderungen bei den Versicherungskosten und den Finanzierungskosten werden in den meisten Fällen nicht erwartet. Eine leichte Erhöhung der Baukosten (+0,7 %) wird im Mittel für den Worst-Case (bei gleichzeitig hoher Standardabweichung) angenommen.

Im Hinblick auf die **Einnahmen durch den Verkauf** deutet der Durchschnittswert im Regelfall (Use) auf eine sehr geringe Veränderung hin (+0,5 %). Im Ausnahmefall zeigt

<sup>522</sup> Die für den Projektentwickler aus wirtschaftlicher Sicht relevantesten Risikogrößen werden im Kapitel 4.5 noch näher betrachtet. Die Schätzwerte werden mit den weiteren Erhebungen aus Kap. 4.1 und Kapitel 4.2 verglichen.

<sup>523</sup> Für den Konsens wurde ein Grenzwert definiert. Dabei durfte die betragsmäßige Differenz zwischen dem 5 % Quantil bzw. dem 95 % Quantil und dem Mittelwert darf nicht größer als 5 %, bezogen auf den arithmetischen Mittelwert sein. Es gilt:  $K < 0,05$  mit  $K = I(Q5 - MW) / MWI$  und  $K = I(Q95 - MW) / MWI$ . Die Definition wurde vom Autor vorgenommen. Eine Auswertung der Ergebnisse hat gezeigt, dass bei keiner der untersuchten Größen im Worst-, Best- und Use-Case das Konsens-Kriterium gleichzeitig erreicht werden konnte. Da die Schätzwerte der Delphi-Teilnehmer soweit auseinander lagen, wurde auf eine weiterführende Dokumentation verzichtet.

der arithmetische Mittelwert die Möglichkeit einer Erhöhung der Verkaufspreise an (+2,3 %). Eine Verringerung der Einnahmen ist nicht erkennbar.

Bei der **Zufriedenheit der Projektbeteiligten** deuten die arithmetischen Mittelwerte im Regelfall (Use) gesamtheitlich darauf hin, dass eine Verbesserung der Zufriedenheit bei den unterschiedlichsten Projektbeteiligten erwartet wird. Abweichend zu den eher moderaten monetären Veränderungen bei den Finanzierungskosten (Use-Case: -0,4 %) und den Verkaufserlösen (Use-Case: +0,5 %) erwartet man bei den verantwortlichen Akteuren (Drittmittelgeber, Endinvestoren) einen deutlich stärkeren Zuwachs bei der Zufriedenheit. Der Zuwachs bei der Zufriedenheit zeigt, dass der BIM-Einsatz vor allem langfristig positive Auswirkungen für den Projektentwickler erzeugen kann.

Für einen Vergleich mit den weiteren empirischen Untersuchungen müssen die Wertangaben der Studienteilnehmer zusammengefasst werden. Die detaillierte Erhebung kann ein Grund dafür sein, dass trotz des durchgeführten Feedback-Verfahrens vergleichsweise hohe Standardabweichungen auftreten. Die Studienteilnehmer haben die wirtschaftlichen Auswirkungen teilweise an unterschiedlichen Stellen verortet. So wurden beispielsweise zusätzliche Kosten für eine Bestandsaufnahme (3D-Scan) zum Teil bei den Architekten- und Ingenieurskosten verortet, von anderen wiederum bei den sonstigen Dienstleistungskosten.

#### **4.4 Einschätzungen im Vergleich**

Die in Kapitel 4.1 bis Kapitel 4.3 durchgeführten Untersuchungen zur Analyse des Unsicherheitsfaktors BIM werden nachfolgend verglichen. Zunächst werden die verwendeten Methoden verglichen. Anschließend folgt eine Diskussion zur Einordnung der einzelnen Ergebnisse.

##### **4.4.1 Vergleich der verwendeten Methoden**

Die gewonnenen Daten zur Einschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen sind mit unterschiedlichen Methoden erhoben bzw. gesammelt worden. Sie beruhen weiter auf unterschiedliche Ausgangsszenarien, bei denen verschiedene BIM-Anwendungsfälle bzw. Prozessveränderungen zugrunde gelegt wurden. Die detaillierteste Beschreibung des Ausgangsszenarios hat beim Delphi-Verfahren stattgefunden. Weitere Argumente sprechen dafür, dass die Schätzergebnisse aus dem Delphi-Verfahren am besten für weiterführende Prognosen geeignet sind:

- Anonyme Durchführung inklusive Feedback
- Detaillierte Angaben zur Ausgangssituation
- Einheitliche Ausgangssituation
- Strukturiertes Experten-Auswahlverfahren
- Einbinden mehrere Experten aus unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen, Projekterfahrungen und Unternehmen

Gegen eine hohe Qualität beim Delphi-Verfahren sprechen folgende Argumente:

- Hohe Eigeninteressen der Studienteilnehmer möglich
- Unterschiedliche Bewertung der Ausgangssituation (No-BIM) unter den Experten
- Zu detaillierte Erfassung der Auswirkungen
- Keine qualitative Diskussion zur Begründung der Angaben
- Wenige Experten aus dem Bereich Projektentwicklung (u. a. Experten im Bereich Immobilienmarketing & Finanzierung)
- Keine Experten mit Tätigkeiten bei Generalübernehmer & Generalunternehmen

Um die Qualität für zukünftige Untersuchungen und den praktischen Einsatz zu erhöhen, werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Einschätzungen zur Ausgangssituation (No-BIM) den Experten selbst überlassen
- Stärkere Anreizstrukturen für weitere Teilnehmer schaffen (z. B. Entlohnung)
- Einheiten beim Dreipunktschätzungen vorgeben (z. B. rel. in %, oder abs. in €)
- Geringerer Detaillierungsgrad bei den verwendeten Risikogrößen (z. B. Baunebenkosten, Baukosten, Planungszeit, Bauzeit, Verkaufserlöse)
- Einschätzungen zur Veränderung der Projektrisiken (z. B. anhand einer Einschätzung zur Veränderung des Kosten- und Verkaufspreisrisikos)

Unabhängig von der einzelnen Methodik ist bei der Interpretation der Daten die zeitliche Haltbarkeit zu berücksichtigen:

- Wechselnde Rahmenbedingungen in der Wirtschaft (Angebot und Nachfrage)
- Technologischer Fortschritt (v. a. im Bereich der Hard- & Software)
- Weiterbildungen (z. B. bei BIM-Autoren, -Koordinatoren, -Manager)
- Entwicklung von BIM-Standards (z. B. Leistungsbild, Richtlinie, Datenformate)

Allgemein ist bei Schätzungen mehrerer Personen zu berücksichtigen, dass die

Erfahrungen und Kenntnisse, auf denen die Schätzungen beruhen, sehr unterschiedlich sein können. Abweichungen untereinander lassen sich daher nicht gänzlich vermeiden. Die Voruntersuchungen in Kapitel 3 haben gezeigt, dass beim Übertrag auf das eigene Projekt Folgendes zu bedenken gilt:

- Insgesamt eher wenig BIM-Erfahrung in Deutschland
- (Big-)BIM-Erfahrung vorwiegend bei sehr komplexen Projektvorhaben
- Unterschiedliche Voraussetzungen in Hochbau und Infrastrukturmaßnahmen
- Individuelle Ausgangssituationen (Ziele, Idee, Organisation, Beteiligte)

Die Erfahrungen aus den einzelnen Erhebungen zeigen, dass sich die Fachexperten durch die Anwendung des Dreipunktschätzverfahrens insgesamt detaillierter mit den Auswirkungen und Abhängigkeiten verschiedener Veränderungen auseinandersetzen müssen als bei anderen Verfahren. Das Delphi-Verfahren ist deutlich aufwendiger, wenngleich transparenter gegenüber anderen Verfahren. Im Vergleich zu den weiteren Methoden fällt auf, dass beim Delphi-Verfahren kaum kritische Stimmen hinsichtlich des BIM-Einsatzes vertreten waren.

#### **4.4.2 Vergleich der BIM-Auswirkungen**

Verglichen werden nachfolgend die Ergebnisse der Untersuchungen. Der Vergleich bezieht sich primär auf die wirtschaftlichen Auswirkungen des BIM-Einsatzes.

##### **4.4.2.1 Vorbemerkungen**

Die zeitlichen, ausgabe- und einnahmeseitigen Veränderungen werden getrennt voneinander betrachtet. Ein Vergleich der Zufriedenheit ist nicht vorgesehen, weil weitestgehend Konsens darüber herrscht, dass die Zufriedenheit der Projektbeteiligten steigt.<sup>524</sup> Die höhere Zufriedenheit kann zudem nicht bei einer Investitionsrechnung direkt berücksichtigt werden. Der Datenvergleich basiert ansonsten nur auf den quantitativen Wertangaben und wird in Form eines Histogramms dargestellt. Die Wertangaben werden jeweils als Häufigkeitsverteilungen abgebildet.<sup>525</sup> Die Häufigkeitsverteilungen sind so aufgebaut, dass pro Datensatz die relative Anzahl der Wertangaben (normiert, aufgrund unterschiedlicher Teilnehmerzahlen) nebeneinander in einzelnen Klassen dargestellt werden. Die Klassenanzahl und -breite wurden eigenständig festgelegt. So wurden

---

<sup>524</sup> Siehe Kap. 3.3.3.4 & Kap. 4.4.3.2.

<sup>525</sup> Die Projektentwicklerbefragung ist in den Häufigkeitsverteilungen nicht enthalten, da dort lediglich Tendenzen abgefragt wurden. Die Erkenntnisse werden textlich mitberücksichtigt.

beispielsweise in den Kategorien „Baukosten“ und „Einnahmen“ kleinere Klassenbreiten (1-%-Schritte) aufgrund der hohen wirtschaftlichen Relevanz gewählt. In den anderen Kategorien werden 5- bis 10-%-Schritte verwendet. Anschließend werden die Ergebnisse diskutiert. Außergewöhnliche Abweichungen werden textlich erläutert. Eine Diskussionsgrundlage bietet die theoretische Grundlage aus Kapitel 3. Bei der Diskussion wird unterstellt, dass die Ergebnisse des Delphi-Verfahrens aufgrund der Methodik die höchste Datenqualität aufweisen (siehe Kapitel 4.4.1). Sie werden nachfolgend als Delphi-Studie bezeichnet. Die dort erhobenen Worst-, Best- und Use-Case-Schätzungen werden als ein Datensatz betrachtet. Wertangaben in den Randbereichen einer Häufigkeitsverteilung sind daher in der Regel Best- bzw. Die Wertangaben aus der Umfrage von Krüger werden als BIM-Anwender, die Wertangaben aus der Literatur und Praxis als Sekundärdaten und die Berechnungen auf Basis des AHO-BIM-Arbeitskreises Empfehlung als AHO bezeichnet.

#### 4.4.2.2 BIM Auswirkungen auf die Entwicklungsdauer

Die Entwicklungsdauer setzt sich nachfolgend zusammen aus Planungszeit, Bauzeit und der abschließenden Übergabezeit (Zeit für Due Diligence, Schlüssel- und Dokumentenübergabe und ggf. Vermarktung). Die Auswirkungen des BIM-Einsatzes auf die **Planungszeit** konnten mithilfe der Delphi-Studie und der BIM-Anwenderbefragung erfasst werden (siehe Abbildung 58).<sup>526</sup> In den weiteren Untersuchungen konnten nicht ausreichend Wertangaben identifiziert werden.

Die Delphi-Studie wie auch die Ergebnisse der BIM-Anwenderbefragung deuten darauf hin, dass die meisten Teilnehmer von keiner spürbaren Veränderung der Planungszeit ausgehen. In beiden Fällen sind die meisten Wertangaben in der 0-%-Klasse zu finden. Bei der BIM-Anwenderbefragung sind im Gegensatz zur Delphi-Studie insgesamt mehr Wertangaben in den Randbereichen des Histogramms festzustellen. Die Tendenz, extreme Auswirkungen zu schätzen wird insgesamt der Erhebungsmethodik (anonyme Online-Befragung) zugeschrieben. Die wenigen Wertangaben, die sich bei der Delphi-Studie in den Randbereichen befinden, sind Worst- bzw. Best-Case Schätzungen einzelner Teilnehmer.

---

<sup>526</sup> Die Auswirkungen auf die Entwurfszeit, Ausführungsplanungszeit und Bauvorbereitungszeit aus der Delphi-Studie werden zur Verbesserung der Vergleichbarkeit als Planungszeit zusammengefasst.

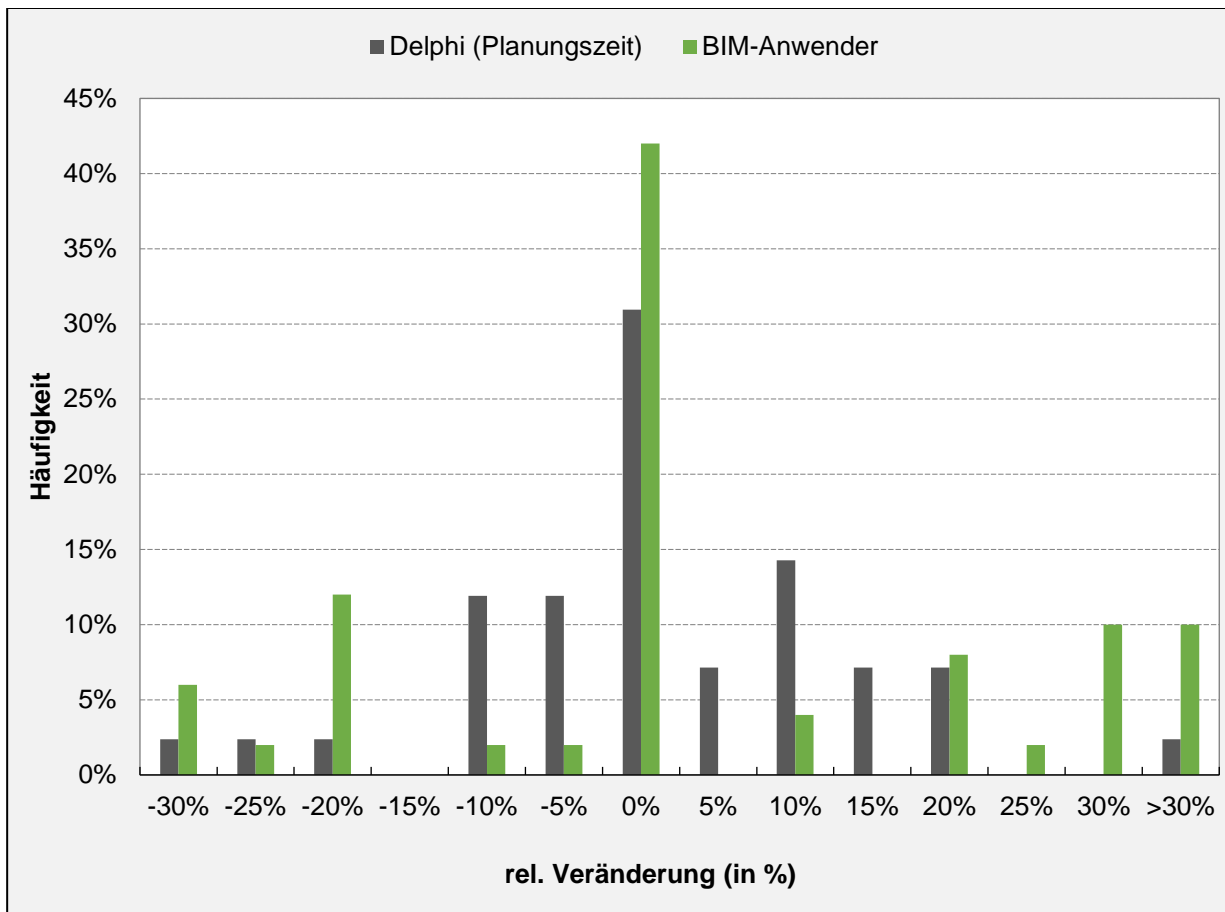


Abbildung 58: BIM-Auswirkungen – Planungszeit (Datenvergleich)<sup>527</sup>

Im Abgleich mit den theoretischen Grundlagen aus Kapitel 3 zeigt sich, dass sich die extremen Auswirkungen eher im Ausnahmefall zeigen werden, weil sich in der Praxis höchstwahrscheinlich die derzeit noch vorhandenen technischen und organisatorischen Herausforderungen sowie zusätzliche Aufwendungen bei der anfänglichen Modellierung mit den anschließenden Effizienzvorteilen zeitlich in etwa ausgleichen. Je nach Knowhow, Erfahrung und Projektorganisation sind kürzere und längere Planungszeiten möglich. Insgesamt deuten die Ergebnisse der Delphi-Studie darauf hin, dass die Gefahren derzeit noch etwas größer sind (höhere Anzahl an Wertangaben im positiven Bereich). Die Auswirkungen des BIM-Einsatzes in der Kategorie **Bauzeit** konnten mithilfe der Delphi-Studie und der BIM-Anwenderbefragung erhoben werden (siehe Abbildung 59). Die beiden Verteilungen sind weitestgehend vergleichbar. Bei beiden Erhebungen gehen die meisten Teilnehmer von keiner Veränderung der Bauzeit aus. Schätzwerte in den positiven und negativen Extremwertbereichen sind vor allem bei der Online-Umfrage festzustellen.

<sup>527</sup> Eigene Darstellung.

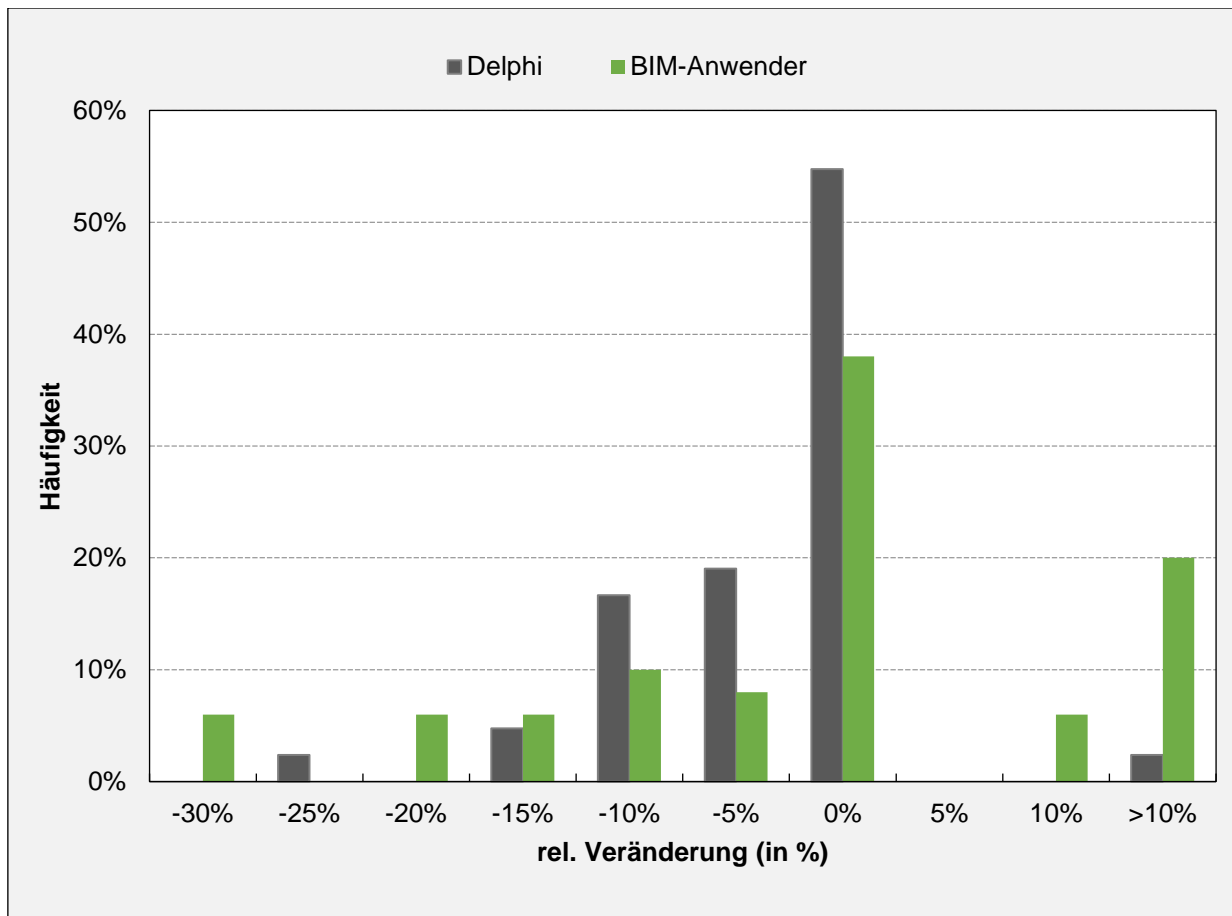


Abbildung 59: BIM-Auswirkungen – Bauzeit (Datenvergleich)<sup>528</sup>

Unter den BIM-Anwendern wurde teilweise eine größere Bauzeitverlängerung prognostiziert (siehe: >10 %). Sie sind auf fehlende Vorgaben bei der verwendeten Befragungsmethodik zurückzuführen (siehe Kapitel 4.3.3). Entsprechend hohe Bauzeitverlängerungen können auf Basis der Diskussion in Kapitel 3 nicht erklärt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Baustelle unabhängig der technischen Probleme bei einer modellbasierten Zusammenarbeit ohne größere Zeitverzögerungen fortschreiten würde. Bauzeiteinsparungen hingegen können durch die höhere Planungsqualität und den geringeren Kommunikationsaufwand während der Bauphase erklärt werden. Größere Zeiteinsparungen sind in Kombination mit weiteren Technologien (z. B. 3D-Druck, Robotik, Modulbauweise) und neuen Managementmethoden (z. B. Lean-Management) denkbar. Die Datenübergabe aus BIM-Modellen bis in die Vorfertigung befindet sich zum Bewertungszeitpunkt technisch jedoch noch in der Entwicklungsphase.

Die Auswirkungen des BIM-Einsatzes auf die **Übergabezeit** an einen Endinvestor konnten nur mithilfe der Delphi-Studie erfasst werden. Mit Übergabezeit gemeint ist die Zeit

<sup>528</sup> Eigene Darstellung.

nach der technischen Baufertigstellung, in der unter anderem Dokumente an die neuen Eigentümer (Endinvestoren) übergeben werden, käuferseitige Due-Diligence-Prüfungen, Abnahmen zwischen Entwicklern und Ausführenden sowie auch letzte Nachverhandlungen (Abzüge aufgrund von Baumängeln) stattfinden (siehe Abbildung 60).

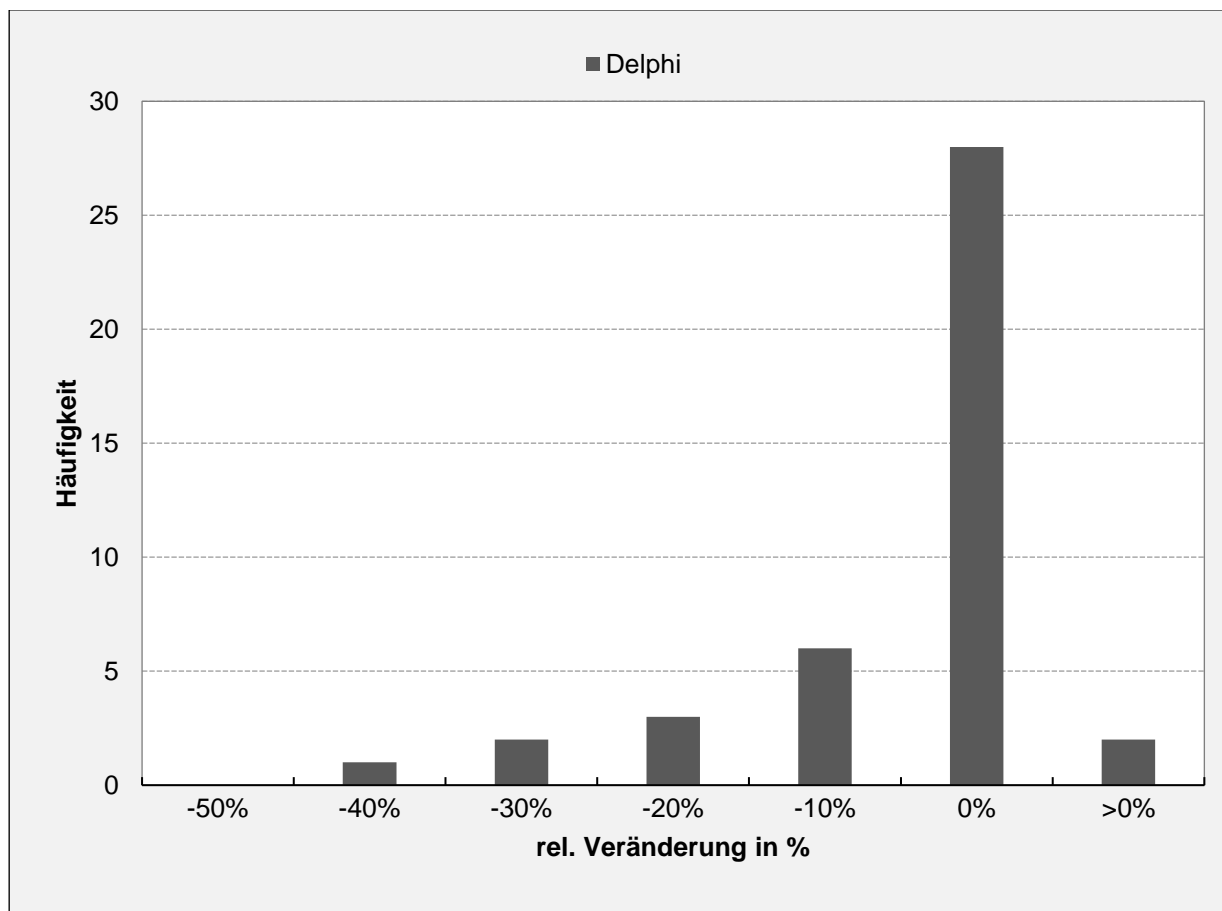


Abbildung 60: BIM-Auswirkungen – Übergabezeit (Datenvergleich)<sup>529</sup>

Die Verteilung verdeutlicht, dass die meisten Teilnehmer von keiner Auswirkung auf die Übergabezeit ausgehen. Die weitestgehend einheitliche Meinung deutet darauf hin, warum es in anderen Quellen keine Wertangaben gibt. Im besten Fall werden Auswirkungen im Bereich von -40 % bis -10 % vermutet. Bei einer Übergabezeit von wenigen Monaten sind die Auswirkungen im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit einer Projektentwicklung als geringfügig zu bewerten. Die Zeiteinsparungen bei der Übergabe sind möglicherweise ein Grund dafür, dass die Zufriedenheit der Endinvestoren, Nutzer und späteren Dienstleister steigt.

<sup>529</sup> Eigene Darstellung.



#### 4.4.2.3 BIM Auswirkungen auf die Entwicklungskosten

Unter kostenspezifischen Auswirkungen werden getrennt voneinander die Angaben zu den Baunebenkosten, den Baukosten, den Finanzierungskosten und den Risikokosten („Unvorhersehbares“) betrachtet.

Wertangaben aus der Kategorie **Baunebenkosten** konnten mithilfe der Delphi-Studie und mit der BIM-Anwenderbefragung erhoben werden. Um die Baunebenkosten gesamtheitlich zu betrachten, müssen die Delphi-Studienergebnisse zunächst zusammengefasst werden. Bei den Versicherungskosten (KG 760) und den Projektleistungskosten (KG710) sind Umrechnungen nötig, weil die Teilnehmer hier Prozentangaben präferiert haben.<sup>530</sup> Im Gegensatz dazu wird davon ausgegangen, dass sich die Wertangaben der AHO, die Sekundärdaten sowie die Wertangaben der BIM-Anwender nur auf die Planungskosten KG 730–740 beziehen (siehe Abbildung 61). Bei der Delphi-Studie sind die meisten Wertangaben in der Klasse 5 % zu finden. Im Gegensatz zur Delphi-Studie sind bei den BIM-Anwendern und in der Sekundärliteratur die meisten Angaben in der 0 %-Klasse. Die Unterschiede sind durch die Definition der Planungs- und Baunebenkosten zu erklären. Planungskosten aus der Kostengruppe KG 730 und KG 740 sind nur ein Teil der Baunebenkosten (KG 700). Die Einschätzungen des AHO-BIM-Arbeitskreises sind den Klassen 10–20 % zuzuordnen. Die höheren Wertangaben lassen sich dadurch erklären, dass bei den Berechnungen mehrere besondere Leistungen (u. a. 4D- und 5D-Simulationen) mitbewertet wurden. Die Ergebnisse der Gruppenschätzung zeigen allerdings, dass die entsprechenden BIM-Veränderungen (hier: modellbasierte Ablaufsimulation, Kostenverlaufssimulation) bei begrenzt komplexen Entwicklungsvorhaben als eher weniger relevant anzusehen sind.<sup>531</sup> Die Gruppenschätzung zeigt lediglich, dass entsprechend hohe Steigerungen eher den Ausnahmefall (Worst-Case) darstellen. Sowohl die Gruppenschätzung als auch das Berechnungsbeispiel auf Basis der AHO-Aufwandsschätzungen sind dahingehend als plausibel anzusehen.

---

<sup>530</sup> Die Umrechnungstabelle ist der Anlage 10 zu entnehmen.

<sup>531</sup> Vgl. Kap.4.4.3.1.

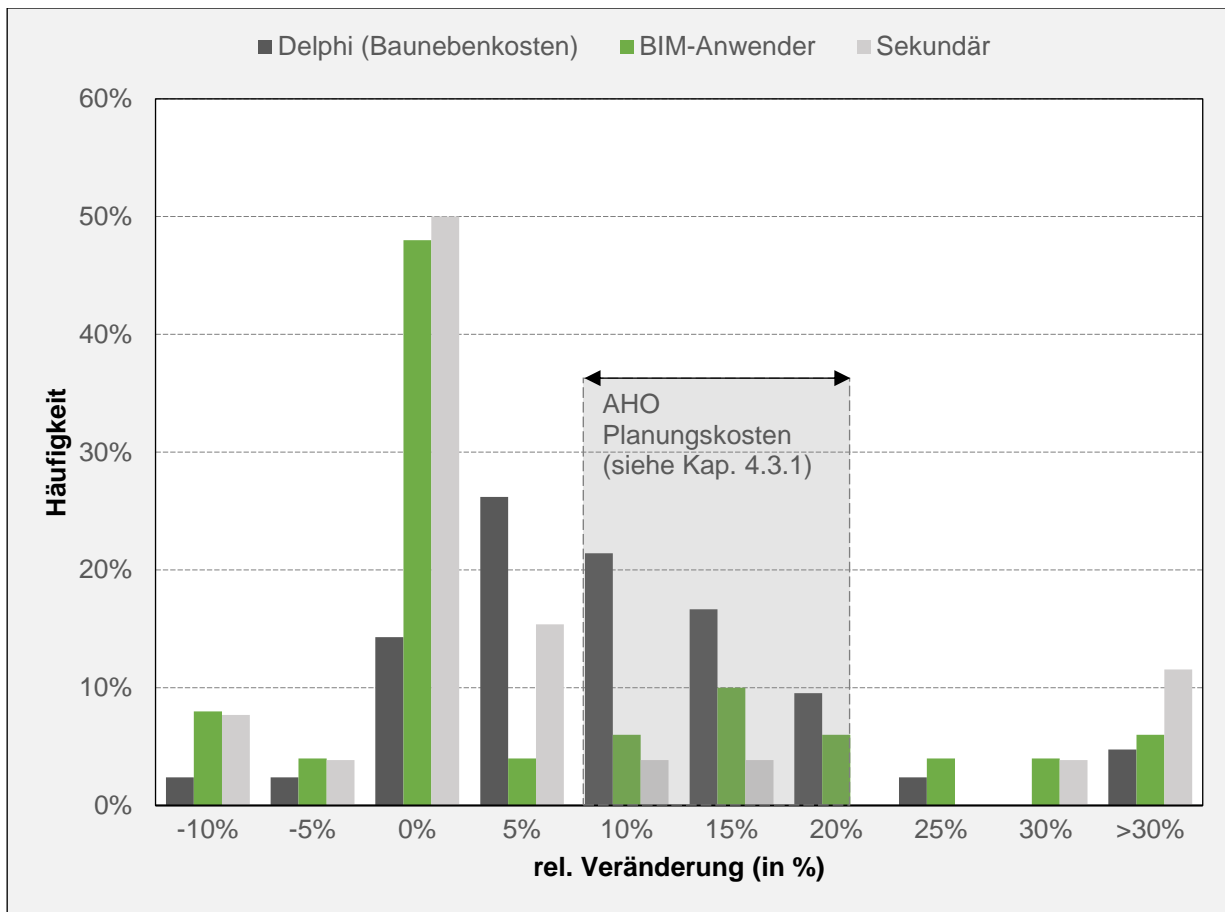


Abbildung 61: BIM-Auswirkungen – Baunebenkosten (Datenvergleich)<sup>532</sup>

Insgesamt wird deutlich, dass unabhängig vom erforderlichen BIM Umfang und der Diskussion über Grund- oder besondere Leistungen gemäß HOAI eine Erhöhung der Baunebenkosten zu erwarten ist. Die Projektentwicklerstudie bestätigt die Annahmen einer Kostensteigerung zumindest qualitativ (siehe Kapitel 4.2). Von einer Senkung der Baunebenkosten ist derzeit nur im Ausnahmefall auszugehen. Eine Senkung der Baunebenkosten („es wird günstiger“) wäre grundsätzlich durch Effizienzvorteile beim Einsatz innovativer Softwareanwendungen denkbar, sofern keine Zusatzkosten (BIM-Management etc.) entstehen. Es ist zu vermuten, dass die Effizienzvorteile derzeit noch nicht auf den Auftraggeber übertragen (z. B. erkennbar durch geringere Angebotspreise) oder die Effizienzvorteile durch höhere Managementkosten mindestens ausgeglichen werden. Weiterhin kann es sein, dass die erhöhten laufenden Kosten in den Planungsbüros (Hard-/Softwareanschaffungen oder -miete, Schulungen etc.) den BIM Effizienzvorteil ausgleichen, sodass keine Veränderungen bei der Honorarvereinbarung zu erwarten sind.

<sup>532</sup> Eigene Darstellung.

Die Auswirkungen des BIM-Einsatzes in der Kategorie **Baukosten** konnten mithilfe der Delphi-Studie sowie der BIM-Anwenderbefragung erhoben werden. Zusätzlich konnten entsprechende Wertangaben in der Sekundärliteratur identifiziert werden (siehe Abbildung 62).

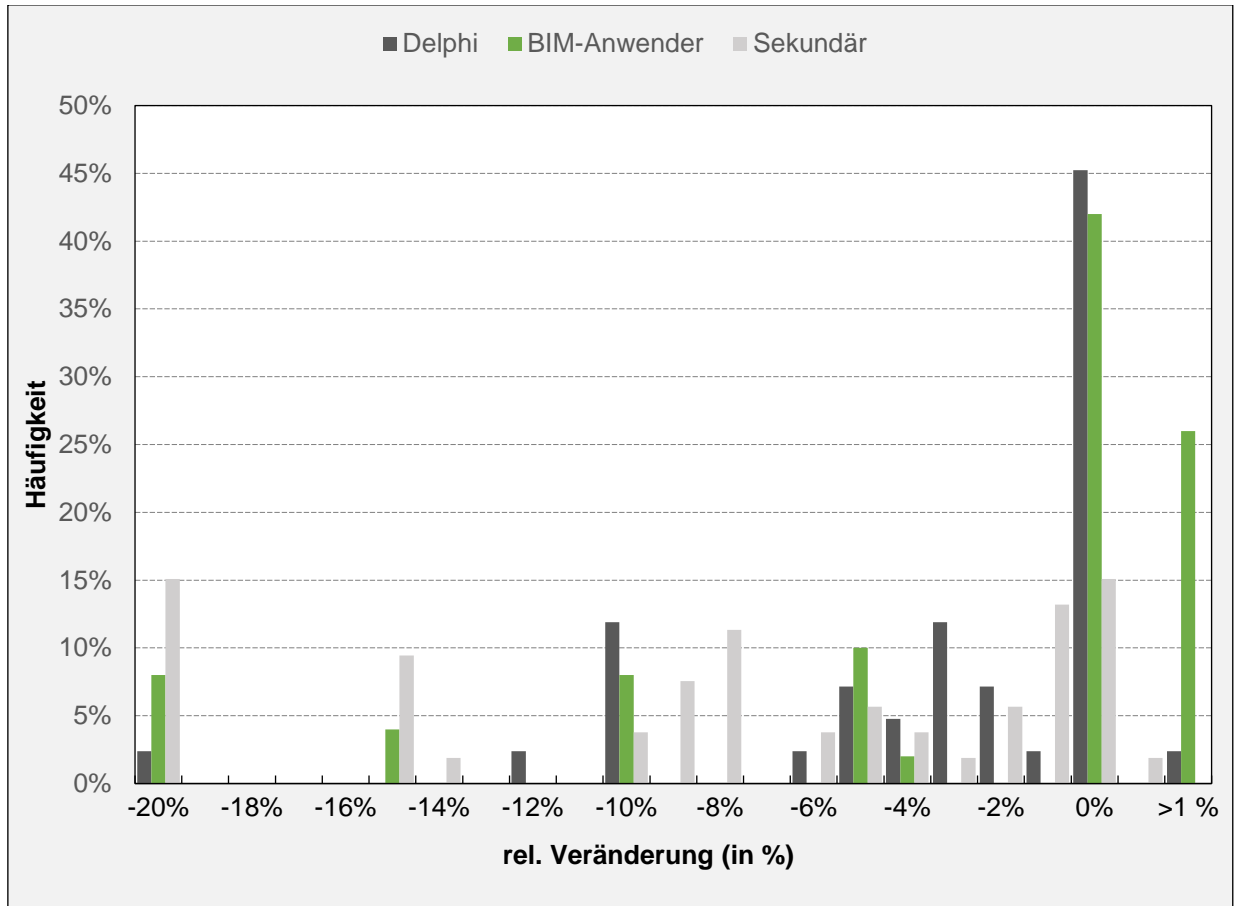


Abbildung 62: BIM-Auswirkungen – Baukosten (Datenvergleich)<sup>533</sup>

Die Verteilung der Delphi-Studie und der BIM-Anwenderbefragung deutet darauf hin, dass es im Regelfall zu keinen Veränderungen der Baukosten infolge des BIM-Einsatzes kommen wird (siehe 0 %-Klasse). Auch bei der Verteilung der Sekundärdaten sind viele Wertangaben in der 0 %-Klasse identifiziert worden. Eine Baukostensteigerung hielt bei der Delphi-Studie nur einer von 14 Fachexperten im Ausnahmefall (Worst-Case) für möglich. In der Sekundärliteratur ist auch nur eine Wertangabe im positiven Bereich zu finden. Höhere Baukosten sind erklärbar, wenn man davon ausgeht, dass die Bauunternehmen mit erhöhten Anforderungen an die Datenkommunikation, einer höheren Qualifikation der Mitarbeiter (Abschreibung von Schulungskosten) oder einer Kostenumlagen zur Nutzung der zur Verfügung gestellten IT-Infrastruktur rechnen. Da

<sup>533</sup> Eigene Darstellung.

der Fall einer Baukostensteigerung bislang als Worst-Case bewertet wurde, sind Steigerungen eher als Ausnahme zu bewerten. Die hohe Anzahl an Schätzwerten hinsichtlich einer Baukostensteigerung unter BIM-Anwendern wird daher als Eingabefehler unter den Umfrageteilnehmer (Minus-Zeichen vergessen) gewertet.<sup>534</sup> Grundsätzlich sind auch andere Ursachen denkbar, die im Rahmen der Forschungsarbeit nicht erkannt wurden. Größere Unterschiede sind vor allem bei der Schätzung der Baukostensenkung erkennbar. Bei der Delphi-Studie halten zwei der 14 Teilnehmer im Best-Case eine Baukosteneinsparung von mehr als 10 % für möglich. Sowohl in der BIM-Anwenderstudie als auch in den Sekundärdaten lassen sich in diesem Extremwertbereich mehrere Wertangaben auffinden. Angesichts der Ergebnisse der Projektentwicklerstudie (vgl. Kapitel 4.2), der Verbreitung von BIM unter den Bauunternehmen (vgl. Kapitel 3.2), den Erkenntnissen von Stange (vgl. Kapitel 3.3) und der heuristisch nur vereinzelt begründbaren Nachtragskosteneinsparung (siehe Kapitel 3.3.3.1) werden hohe Einsparpotenziale für Projektentwickler als nicht erwartbar erachtet. Auf Grundlage der Verteilungen ist denkbar, dass der BIM-Einsatz nicht den Regelfall, sondern das Worst- und Best-Case Szenario beeinflusst. Man könnte zu der Schlussfolgerung kommen, dass nicht die Wahrscheinlichkeit einer Baukosteneinsparung, sondern eher die Wahrscheinlichkeit der Einhaltung anfangs kalkulierten Baukosten steigt. Dies kann als Erhöhung der Planungssicherheit gedeutet werden, weil weniger ungeplante Ereignisse (Nachträge, Baumängel, Bauzeitverzögerungen etc.) infolge des BIM-Einsatzes eintreten (siehe Kapitel 3.3.3.2). Dafür spricht auch, dass Projektentwickler in der durchgeführten Umfrage der Übereinstimmung von Soll- und Ist-Zustand infolge des BIM-Einsatzes tendenziell zustimmen (siehe Kap. 4.1).

Daten zur Einschätzung der Auswirkungen auf die **Finanzierungskosten** konnten nur mithilfe der Delphi-Studie erfasst werden (siehe Abbildung 63). Mit Finanzierungskosten sind die Fremdkapitalkosten gemeint. Die Ergebnisse werden mit den Erkenntnissen aus der Projektentwicklerstudie qualitativ verglichen.

---

<sup>534</sup> Vgl. Kap. 4.3.3.

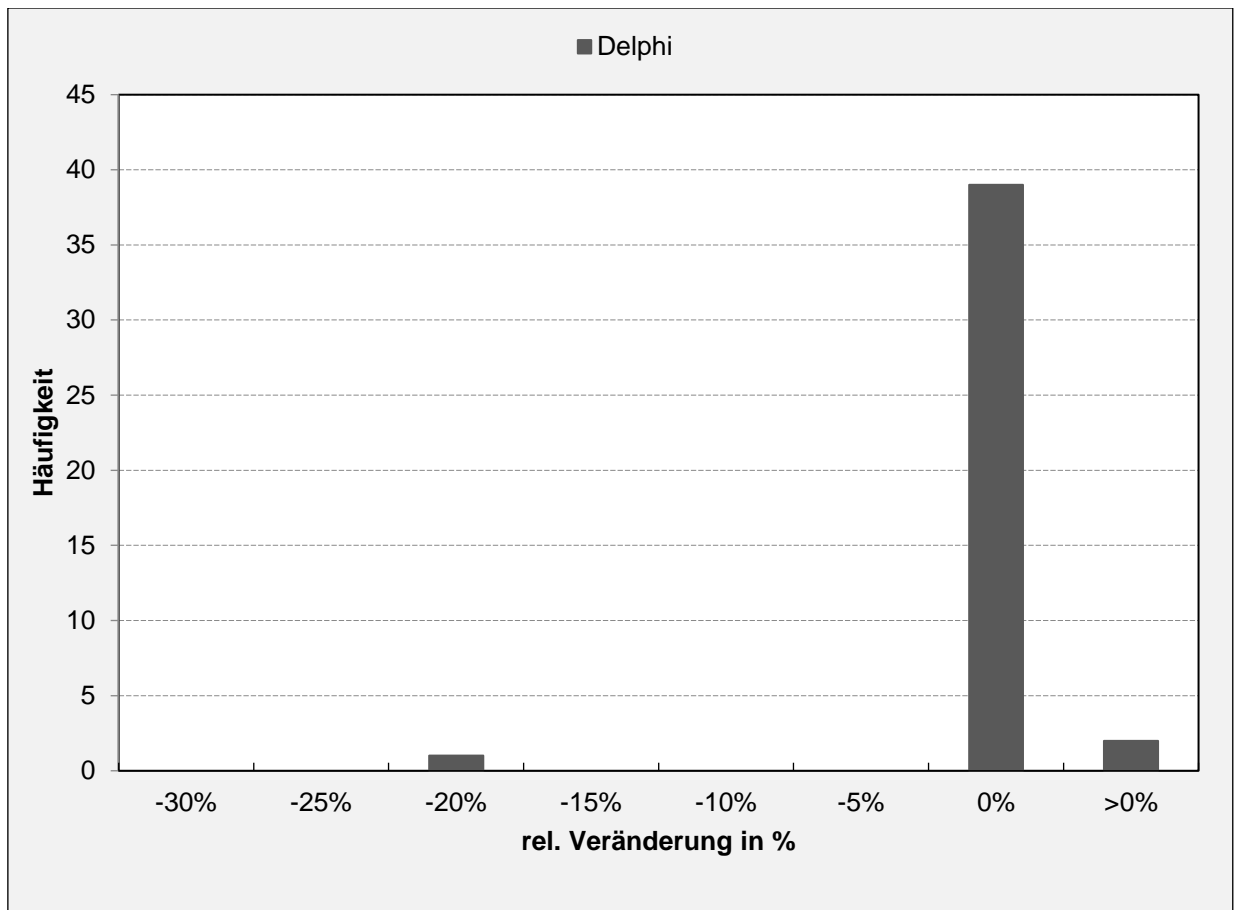


Abbildung 63: BIM-Auswirkungen – Fremdkapitalkosten (Datenvergleich)<sup>535</sup>

Die Einschätzungen der Delphi-Studienteilnehmer deuten eindeutig darauf hin, dass nicht von einer Veränderung der Fremdkapitalkosten (z. B. Kreditzins, höherer FK-Anteil) infolge des BIM-Einsatzes auszugehen ist. Die Umfrage unter den Projektentwicklern bestätigt diesen Trend insofern, als das dort die Teilnehmer mehrheitlich nicht von einer Nachfrage nach einem BIM-Einsatz seitens der Kapitalgeber ausgehen. Es ist davon auszugehen, dass die vermutete höhere Kostensicherheit infolge des BIM-Einsatzes bei der Finanzierung derzeit unberücksichtigt bleibt. Der Grund dafür ist auch, dass eine mögliche Nachfinanzierung zunächst durch den Eigenkapitalgeber zu leisten ist.

Mit **Risikokosten** ist ein pauschal veranschlagtes Kostenbudget für unvorhersehbare Geschehnisse gemeint („Unvorhersehbares“). Daten zu den Auswirkungen auf die Risikokosten konnten nur mithilfe der Delphi-Studie erfasst werden (siehe Abbildung 64).

<sup>535</sup> Eigene Darstellung.

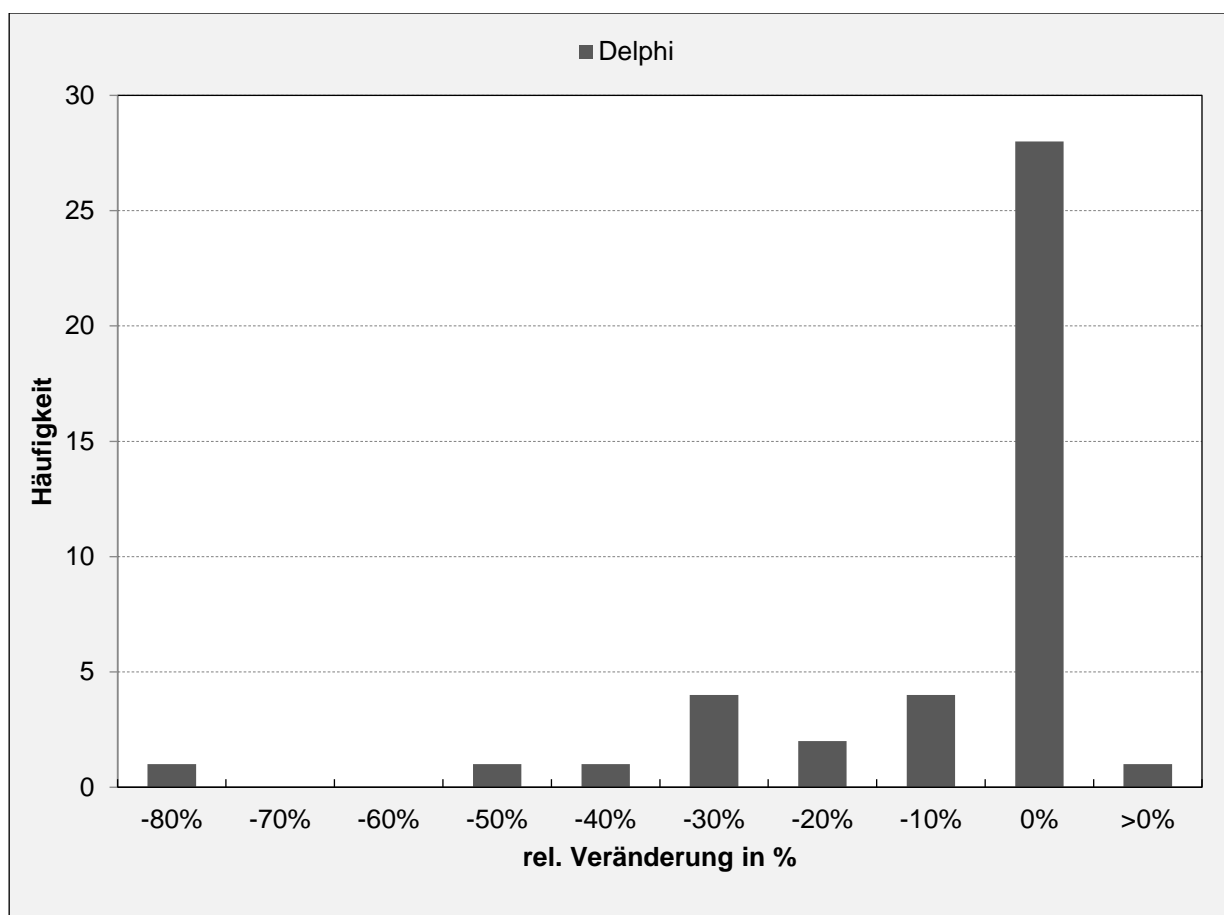


Abbildung 64: BIM-Auswirkungen – Risikokosten (Datenvergleich)<sup>536</sup>

Im Regelfall gehen die Delphi-Studienteilnehmer davon aus, dass sich die Risikokosten nicht verändern. Einige Teilnehmer gehen wiederum von größeren Einsparungen aus. Die Angaben sind aufgrund einer fehlenden Definition der Risikokosten (nicht Teil der DIN 276) als schwierig interpretierbar zu deuten. Angesichts dessen wird von einer weiterführenden Diskussion abgesehen.

#### 4.4.2.4 BIM Auswirkungen auf den Verkaufserlös

Unter Auswirkungen auf den Verkaufserlös sind Einschätzungen zur Veränderung der Zahlungsbereitschaft bei Endinvestoren erhoben worden. Einschätzungen konnten nur mithilfe der Delphi-Studie erfasst werden (siehe Abbildung 65). Die Teilnehmer gehen im Regelfall davon aus, dass keine Veränderungen entstehen. Abgesehen von einem Ausreißer (Best-Case: +10 %) wird im besten Fall eine Steigerung von bis zu +5 % erwartet. Die Einschätzungen können mit qualitativen Statements von Praxisteilnehmern (siehe Kapitel 3.3.3.3), der Projektentwicklerstudie (siehe Kapitel 4.1) und der BIM-Marktanalyse (siehe Kapitel 3.2) diskutiert werden.

<sup>536</sup> Eigene Darstellung.

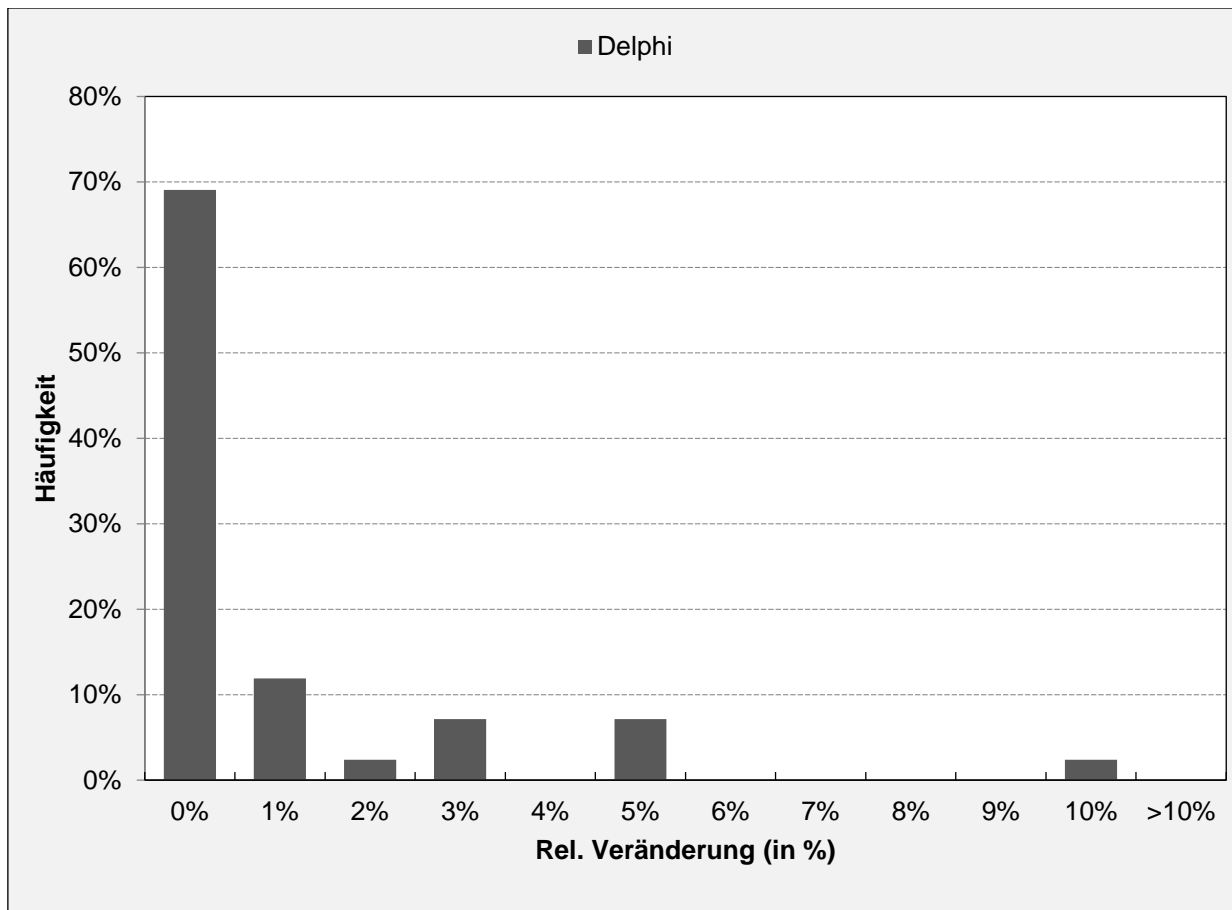


Abbildung 65: BIM-Auswirkungen – Einnahmen aus Verkauf (Datenvergleich)<sup>537</sup>

Die Angaben aus der Projektentwicklerstudie lassen vermuten, dass eine Erhöhung der Verkaufserlöse eher moderat ausfallen würde. Der Großteil der Projektentwickler stimmt einer höheren Rendite nicht zu. In der Literatur sind nur einzelne, eher vage Statements zu finden. Die Marktanalyse deutet weiterhin darauf hin, dass die Größe der entsprechenden Zielgruppe begrenzt ist, insbesondere im Bereich begrenzt komplexer Projektentwicklungen. Als Grund für Hemmnisse einer höheren Zahlungsbereitschaft werden, ähnlich wie bei Projektentwicklern, fehlende quantifizierbare Nutzeneffekte bzw. technisch zu große Risiken bei der langfristigen, systemübergreifenden Datenverwertung im Gebäudebetrieb gesehen. Weiterhin gilt bei der Verteilung zu berücksichtigen, dass die meisten Teilnehmer nicht im Bereich der Projektentwicklung und somit wahrscheinlich auch nicht beim Immobilienmarketing und den Verhandlungsprozessen mit Endinvestoren beteiligt sind. Gerade bei begrenzt komplexen Entwicklungsvorhaben wird insgesamt keine erhöhte Zahlungsbereitschaft bei Endinvestoren erwartet.

<sup>537</sup> Eigene Darstellung.

## 5 Bewertung des Wirtschaftlichkeitsfaktors BIM

### 5.1 Vorbemerkungen

Wie die vorherigen Analysen gezeigt haben, kann der BIM-Einsatz zu einer Veränderung wirtschaftlich relevanter Kenngrößen führen. Es besteht weitestgehend Einigkeit darüber, dass der strukturierte BIM-Einsatz im Regelfall zu höheren Baunebenkosten führen wird. Aus Projektentwicklersicht ist nun zu bewerten, ob die zu erwartenden höheren Baunebenkosten einen ausreichenden Nutzen nach sich ziehen. Erst anschließend sollten weitere Details zum BIM-Einsatz geklärt werden (z. B. AIA, BAP etc.). Es wird empfohlen, die Frage nach dem BIM-Einsatz zu Beginn der Konzeptionsphase zu beantworten. Es eignet sich, vor den vertraglichen Vereinbarungen mit Architekten und Ingenieuren zu entscheiden. Der BIM-Einsatz ist projektbezogen als eine Art Detailfrage, projektübergreifend jedoch als eine strategische Fragestellung anzusehen.

Als Methodik zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einer Projektentwicklung wurden im Kapitel 2.3 verschiedene Investitionsrechenverfahren vorgestellt und diskutiert. Im Kapitel 2.3.3 wurde der vollständige Finanzplan als Investitionsrechenverfahren detaillierter betrachtet. Exemplarisch wurden Eingangsgrößen und Funktionen zur Kalkulation vorgestellt. Zur Bestimmung der Eingangsgrößen können sowohl historische Projektdaten als auch Expertenschätzungen verwendet werden. Im Kapitel 2.4 wurde daraufhin beschrieben, wie auch Risiken einer Projektentwicklung methodisch berücksichtigt werden können. Die Monte-Carlo Simulation wurde als Risikoanalyse- und -bewertungsverfahren in Kapitel 2.4.4 näher betrachtet. Bei Einsatz einer Monte-Carlo Simulation können die Eingangsgrößen des vollständigen Finanzplans als unsichere Größen betrachtet und eine beliebige Anzahl an Szenarien softwaregestützt simuliert werden. Die Kombination der Investitionsrechen- und Risikoanalyseverfahren bietet insgesamt die Möglichkeit, eine kennzahlenbasierte Bewertung mit unterschiedlichen ökonomischen Wertgrößen vorzunehmen.

Es wird nun vorgeschlagen, den Einfluss des BIM-Einsatzes als weiteres Risiko zu betrachten und die möglichen Auswirkungen bei der Modellierung der Eingangsgrößen rechnerisch zu berücksichtigen. Eine Variantenuntersuchung bietet anschließend die Möglichkeit, die Variante BIM mit der Variante „kein BIM“ (Ausgangssituation) projektbezogen zu bewerten. Projektentwickler können darauf aufbauend eine Entscheidung auf Basis wirtschaftlicher Kenngrößen treffen. Vorab stellt sich die Frage, welche Eingangsgrößen bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung infolge des BIM-Einsatzes



beeinflusst werden. Anschließend ist zu klären, in welcher Höhe sich die Eingangsgrößen verändern können. Durch die feststellbare Unsicherheit am Markt wird vorgeschlagen, die resultierenden Veränderungen nicht als statische Veränderung, vielmehr als Verteilungsfunktion zu berücksichtigen.

Die in Kapitel 3 diskutierten Argumente für oder gegen den BIM-Einsatz und die in Kapitel 4 analysierten Daten sind für Projektentwickler als Hilfestellung bei der Bewertung des BIM-Einflusses anzusehen. Sollten weitere, eigene Schätzungen durchgeführt werden, wird die Anwendung einer Dreipunktschätzung empfohlen. Sie wurden auch beim Delphi-Verfahren angewendet (siehe Kapitel 4.3.2).

Nachdem die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für die Varianten BIM und kein BIM (Ausgangssituation) abgeschlossen wurde sind Bewertungsgrößen und Vorteilhaftigkeitskriterien festzulegen. Es wird vorgeschlagen die Bewertungsgrößen zu verwenden, die auch bei einer Entscheidung für oder gegen eine Projektentwicklung verwendet werden (z. B. Vermögensendwert, siehe Kapitel 2.3.3.2). Die Entscheidung wird bei einer Variantenuntersuchung dann auf Basis der relativen Vorteilhaftigkeit getroffen. Die beiden Wahloptionen ergeben sich aus den Varianten BIM oder kein BIM (BIM or No-BIM). Verwendet man beispielsweise als Zielgröße den Vermögensendwert  $V_n$ , dann gilt:

**Formel 17: Bestimmung der relativen BIM-Vorteilhaftigkeit**

$$\max(\{V_{n,Q50,No-BIM}, V_{n,Q50,BIM}\})$$

Wenn bei der Entscheidung weitere ökonomische Entscheidungskriterien eingesetzt werden sollen, können neben dem Erwartungswert (Q50) auch Risikomaße untersucht werden. Die Auswahl an Risikomaßen kann von Projektentwicklern eigenständig festgelegt werden (siehe Kapitel 2.4.4.5). Bei der Monte-Carlo-Simulation können Risikomaße, anders als bei anderen Methoden, direkt aus den Simulationsergebnissen abgeleitet werden. Die Monte-Carlo Simulation liefert dadurch sowohl wichtige Erkenntnisse zu den Auswirkungen auf die Rendite und das Risiko einer Projektentwicklung (siehe Kapitel 2.4.4.5). Wird der Variationskoeffizient beispielhaft als Risikomaß verwendet, gilt:

**Formel 18: BIM-Bewertung anhand des Variationskoeffizienten (V)**

$$\min(\{V_{No-BIM}, V_{BIM}\})$$

Die Variante BIM ist vorteilhaft, wenn der Variationskoeffizient bei einem Variantenvergleich kleiner ist als in der Ausgangssituation (Variante No-BIM). Für das Risikomaß Value at Risk (VaR) gilt:

**Formel 19: BIM-Bewertung anhand des Value at Risk (VaR)**

$$\min(\{VaR_{No-BIM}, VaR_{BIM}\}) \text{ bzw. } \max(\{Q_{P,No-BIM}, Q_{P,BIM}\})$$

Die Variante BIM ist vorteilhaft, wenn der Value at Risk kleiner bzw. der Quantilwert (z. B. 5 % Quantil;  $P=5\%$ ) bei einem Variantenvergleich größer ist als in der Ausgangssituation (Variante No-BIM). Für die Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) gilt:

**Formel 20: BIM-Bewertung anhand der Ausfallwahrscheinlichkeit (PD)**

$$\min(\{PD(V_{n,0})_{No-BIM}, PD(V_{n,0})_{BIM}\})$$

Die Variante BIM ist vorteilhaft, wenn die Ausfallwahrscheinlichkeit bei einem Variantenvergleich kleiner ist als in der Ausgangssituation (Variante No-BIM). Bei den vorgenannten Vergleichen der jeweiligen Risikomaße kann auch die Differenz zwischen den beiden Wahloptionen als Entscheidungskriterium verwendet werden (siehe Kapitel 2.3.3.3). Die Differenz zwischen den beiden Wahloptionen BIM und kein BIM beschreibt die absolute Größe einer ökonomischen Veränderung. In Bezug auf den erwarteten Vermögensendwert  $V_{n,50\%}$  gilt:

**Formel 21: Differenzanalyse BIM vs. No-BIM (hier mit:  $V_n$ )**

$$\Delta_{V_{n,50\%}} = V_{n,50\%,BIM} - V_{n,50\%,No-BIM}$$

Eine Differenzanalyse wurde man dann durchführen, wenn Anforderungen an die Höhe der Vorteilhaftigkeit gestellt werden (Bsp.: „Die Variante BIM sollte im Regelfall zu einem mindestens 50.000 € höheren Vermögenswert führen“). Die relative Vorteilhaftigkeit als auch die Differenzanalyse sind abgesehen vom hier verwendeten Vermögensendwert auch mit weiteren Zielgrößen durchführbar.

## 5.2 Modellierung der BIM-Kosten- und Nutzeneffekte

Im Kapitel 3.3 wurden verschiedene Kosten- und Nutzeneffekte des BIM-Einsatzes genannt. Die Argumentationen können technisch auf unterschiedliche Art in ökonomische Größen übersetzt werden. Die technische Übersetzung ist abhängig vom Detaillierungsgrad der Modellrechnung, den dabei eingesetzten Methoden und davon, ob die

Entscheidung unter Sicherheit oder Unsicherheit getroffen werden soll.

### 5.2.1 Übersetzung qualitativer Argumentationen

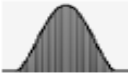
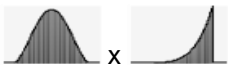
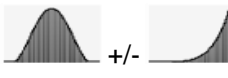


Bei Anwendung eines Investitionsrechenverfahren gibt es rechnerisch unterschiedliche Wege, die vorgesehene Zielgröße (z. B. Vermögensendwert) zu beeinflussen. Geht man davon aus, dass das Rechenverfahren (z. B. vollständiger Finanzplan mit Monte-Carlo Simulation), die Auswahl der Eingangsgrößen und der Detaillierungsgrad vom Projektentwickler vorgegeben werden, lassen sich nur noch die Ausprägungen der einzelnen Eingangsgrößen verändern.

Zur Darstellung einer Veränderung können zum einen die Eingangsgrößen (z. B. die Höhe der Baukosten) mit einem (BIM-) Faktor multipliziert wird. Die Eingangsgröße aus der Variante No-BIM (kein BIM) wird je nach Einfluss um einen festgelegten Faktor erhöht bzw. verringert. Bei Verwendung absoluter Wertgrößen (z. B. + 10.000 €) ist alternativ eine Addition bzw. Subtraktion möglich. Ob eine Multiplikation oder eine Addition/Subtraktion hängt davon ab, in welcher Form die Daten vorliegen bzw. die Experten ihre Einschätzung vornehmen möchten.

Geht man weiterhin davon aus, dass Projektentwickler die Eingangsgrößen als Wahrscheinlichkeitsverteilung modellieren (Anwendung einer Monte-Carlo Simulation), lassen sich darüber hinaus noch die Art der gewählten Verteilung (z. B. Normalverteilung, PERT Verteilung etc.) und die jeweiligen Verteilungsparameter verändern (z. B. Min, Max, Mittelwert, Standardabweichung; je nach Art der Verteilung). Sollen keine Standard-Verteilungen weiterverwendet werden, kann technisch die Form der Verteilung , unabhängig jeglicher Parameter, zeichnerisch verändert werden (freie Modellierung).

In der nachfolgenden Tabelle 17 sind die Optionen zur Übersetzung qualitativer BIM Argumente zusammengefasst und beispielhaft dargestellt. In Anlehnung an die Gliederung in Kapitel 3.3 wird jeweils eine einnahme- bzw. ausgabewirksame Veränderung und eine Veränderung der Planungssicherheit als Argumente verwendet.

**Tabelle 17: Modellierung qualitativer BIM Argumente – Übersicht**

Opt.	Argumentation (Bsp.)	Übersetzung	Anforderungen	Variante BIM
01a	„BIM erhöht/verringert die Einnahmen und Ausgaben“	Multiplikation mit einem BIM-Faktor		
01b		Addition/Subtraktion mit einem BIM-Faktor		
02a	„BIM erhöht die Planungssicherheit“	Wahl einer anderen Verteilung		
02b		Veränderung einzelner Verteilungsparameter		

Die Option 01a und 01b können bei grundsätzlich bei Entscheidungen unter Sicherheit und Unsicherheit verwendet werden. Bei Angabe einer relativen Veränderung (z. B. 5 % niedrigere Baukosten) wird die Ausgangsgröße mit einem BIM-Faktor (z. B.  $z_{BIM} = 0,95$ ) multipliziert. Bei Angabe einer absoluten Veränderung (z. B. +50.000 €) wird der BIM-Faktor ( $z_{BIM} = + 50.000 \text{ €}$ ) addiert, bei einer Senkung entsprechend subtrahiert ( $z_{BIM} = - 50.000 \text{ €}$ ). Zur Bestimmung der Höhe können die Daten aus Kapitel 4 verwendet werden.

Die Optionen 02a und 02b sind nur bei Entscheidungen unter Unsicherheit modellierbar. Zur Darstellung einer Veränderung werden nicht die Erwartungswerte, sondern vielmehr die Verteilung einer Eingangsgröße verändert. Technische kann eine andere Verteilung gewählt, oder (bei Verwendung von Standardverteilungen) eine Veränderung einer Verteilungsparameter vorgenommen werden. Die Veränderung der Verteilungsart oder der Verteilungsparameter führt dazu, dass auch BIM-Nutzeneffekte berücksichtigt werden können, die nicht den erwarteten Eintrittsfall betreffen. Beispielhaft kann auf Basis einer ursprünglich modellierten Standard-Normalverteilung auch eine freie Modellierung erstellt werden. Dies wäre der Fall, wenn man davon ausgeht, dass Chancen und Gefahren infolge des BIM-Einsatzes nur sehr individuell definierbar sind. Alternativ könnte die Erhöhung der Planungssicherheit als Senkung der Standardabweichung, bzw. als Anpassung der Worst- und Best-Case Szenarien interpretiert werden. Dann werden nur einzelne Parameter einer Verteilung verändert. Mit Hilfe der Optionen 02a und 02b kann der BIM-Einsatz als ein Instrument der Risikosteuerung modelliert werden, ohne dass die erwartete Wirtschaftlichkeit einer Projektentwicklung maßgeblich verändert wird.

**5.2.2 Option 1: „BIM erhöht/verringert die Einnahmen und Ausgaben“**

Wenn erwartet wird, dass der BIM-Einsatz die Einnahmen und Ausgaben bei einer

Projektentwicklung verändert, müsste dies bei der Modellierung der Eingangsgrößen einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung berücksichtigt werden. Da die Veränderungen auf einzelne Eingangsgrößen sehr unterschiedlich ausfallen können (höhere Planungskosten, geringere Baukosten) wird vorgeschlagen, jede Modellgröße anhand eines individuellen BIM-Anpassungsfaktor ( $z_{BIM}$ ) zu verändern (multiplizieren bzw. addieren oder subtrahieren). Am einfachsten lässt sich eine solche Veränderung bei einer Entscheidung unter Sicherheit erklären. Soll beispielhaft berücksichtigt werden, dass der BIM-Einsatz zu geringeren Baukosten (BK) führt, kann eine Modellierung wie folgt aussehen:

**Formel 22: Statische Berechnung mit BIM-Faktor (Beispiel: Baukosten)**

$$A_{BK,BIM} = A_{BK,No-BIM} * (1 + z_{BIM})$$

$$A_{BK,BIM} = 2.000 * (1 - 0,05)$$

$$A_{BK,BIM} = 1900 \left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \text{BGF}} \right]$$

$A_{BK,BIM}$  = Ausgaben für Baukosten (mit BIM)

$A_{BK,No-BIM}$  = Ausgaben für Baukosten (ohne BIM)

$z_{BIM}$  = BIM Faktor<sup>538</sup>

Die Höhe der erwarteten Baukosten (im Bsp.: 2.000 €/m<sup>2</sup> BGF) würde sich in diesem Beispiel durch den BIM-Einsatz um 5 % ( $z_{BIM} = 0,05$ ) verringern. Bei diesem Beispiel würde man allerdings davon ausgehen, dass sowohl die Baukosten als auch die Veränderung infolge des BIM-Einsatzes sicher geschätzt werden können.

Wird angenommen, dass sowohl Baukosten als auch die Veränderung infolge des BIM-Einsatzes nur unter Unsicherheit bestimmt werden können, sind anstelle der Erwartungswerte zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu definieren. Neben den Erwartungswerten sind Verteilungsart und (bei Anwendung von Standardverteilungen) die notwendigen Verteilungsparameter zu definieren. Der Eingabeaufwand bei Entscheidungen unter Unsicherheit erhöht sich. Gleichzeitig können Eintrittswahrscheinlichkeiten berücksichtigt werden. Im nachfolgenden Beispiel wird davon ausgegangen, dass die zuvor verwendeten 5%-Einsparungen nur im Ausnahme- und nicht im Erwartungsfall erzielt werden kann. Bei den Baukosten geht man davon aus, dass mindestens 1.900 €/m<sup>2</sup>

<sup>538</sup> Für den BIM-Faktor können beispielsweise die in Kap. 4 erhobenen Daten verwendet werden. In dem dargestellten Beispiel wurden Angaben zu den relative BIM-Veränderungen verarbeitet. Die Angabe einer absoluten Veränderung (z. B. -100 €/m<sup>2</sup> BGF) ist ebenfalls denkbar. Ob relative oder absolute Veränderungen verarbeitet werden, hängt vom verwendeten Datensatz bzw. den Vorlieben der eingesetzten Fachexperten ab.

BGF und maximal 2.100 €/m<sup>2</sup> BGF anfallen können. Die Schätzungen können mit einem Dreipunktschätzverfahren bestimmt und beispielsweise mit einer PERT-Verteilung als Wahrscheinlichkeitsverteilung modelliert werden. In Bezug auf die Risikogröße Baukosten und der vermuteten Veränderung infolge des BIM-Einsatzes würden sich die Veränderungen dann wie folgt darstellen (siehe Abbildung 66).

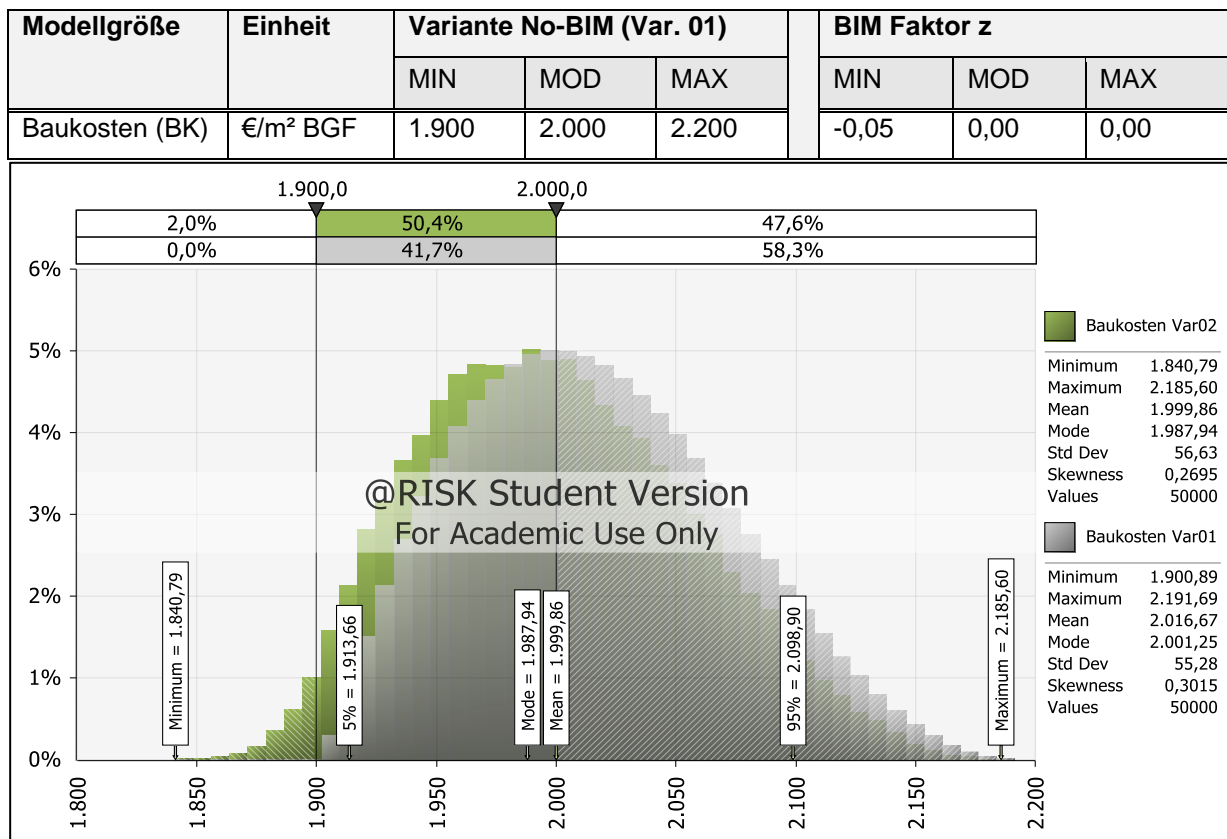


Abbildung 66: Berechnungsbeispiel – Baukosten (BIM vs. No-BIM)<sup>539</sup>

In dem dargestellten Beispiel ist die Veränderung der Eingangsgröße Baukosten erkennbar. In grau dargestellt ist die Verteilung der Ausgangssituation, in der die Baukosten mit den zuvor genannten 1.900 €/m<sup>2</sup> BGF, 2.000 €/m<sup>2</sup> BGF und 2.100 €/m<sup>2</sup> BGF modelliert wurden (Var01). Bei der in grün dargestellten Variante (Var02) wurde genau wie in Formel 22 eine Multiplikation mit einem BIM-Faktor vorgenommen. Die Multiplikation mit dem BIM-Faktor führt dazu, dass die ursprüngliche Verteilung nach links verschoben wird. Da in der Ausgangssituation eine rechtsschiefe Verteilung (größere Gefahr einer Baukostensteigerung als -senkung) angenommen und eine linksschiefe Verteilung für den BIM-Faktor (Baukosteneinsparung durch BIM nur im Ausnahmefall) verwendet wurden, verändern sich neben dem höchstwahrscheinlichen Wert und dem Erwartungswert auch die Standardabweichung und die Schiefe der Verteilung. Man würde im Ergebnis

<sup>539</sup> Eigene Darstellung.

erwarten, dass neben einer leichten Baukostensenkung auch die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Baukostensteigerung leicht gesenkt werden kann. Bei einer Berechnung unter Sicherheit könnten diese Effekte nicht berücksichtigt werden. Eine entsprechende Vorgehensweise ist auch bei anderen Eingangsgrößen, wie beispielsweise den Baunebenkosten umsetzbar (siehe Abbildung 67).

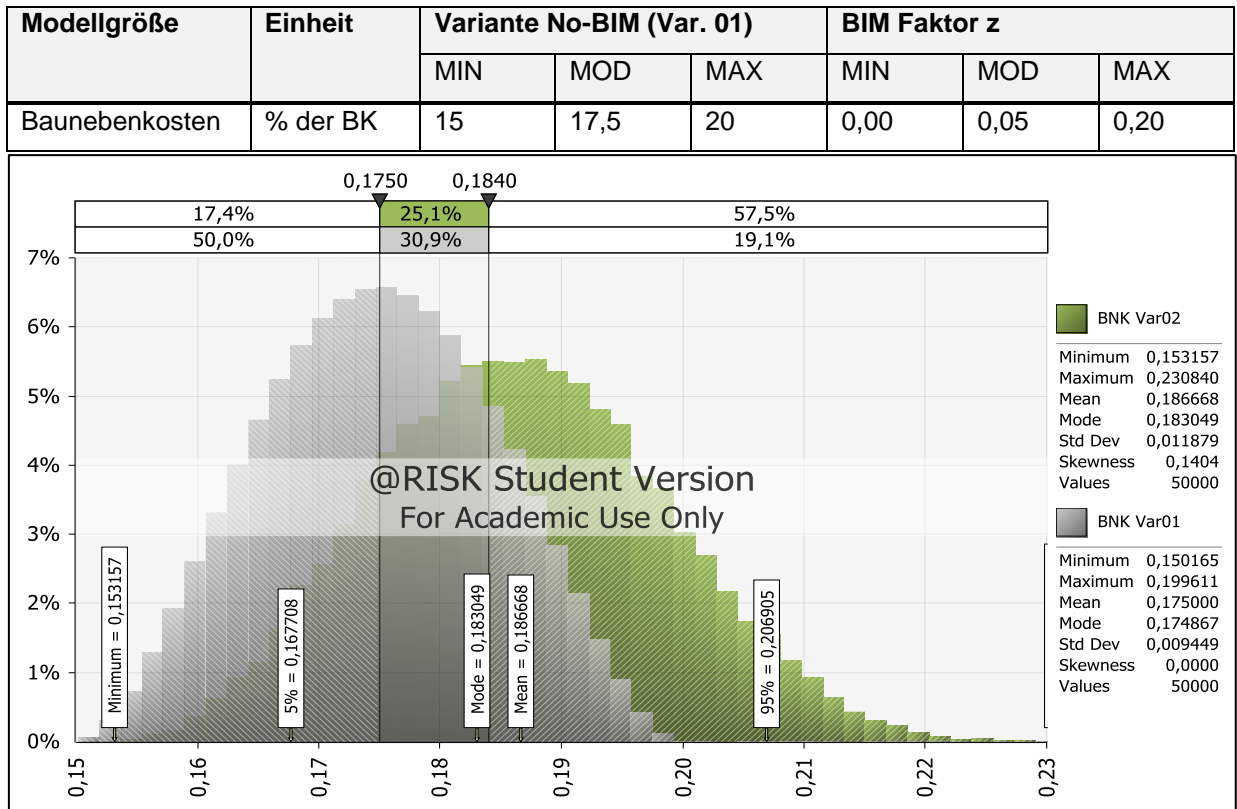


Abbildung 67: Berechnungsbeispiel – Baunebenkosten (BIM vs. No-BIM)<sup>540</sup>

In diesem Beispiel wurde in der Ausgangssituation angenommen, dass die Eingangsgröße Baunebenkosten im besten Fall (MIN) 15 %, im Regelfall (MOD) 17,5 % und im schlechtesten Fall (MAX) 20 % der Baukosten beträgt. Infolge des BIM-Einsatzes wird davon ausgegangen, dass sich die Baunebenkosten im besten Fall (MIN) gar nicht, im Regelfall um 5 % und im schlechtesten Fall um 20 % erhöhen. Insgesamt führt dies bei Multiplikation zu einer Rechtsverschiebung des Erwartungswertes. Außerdem entsteht eine rechtsschiefe Verteilung, weil angenommen wird, dass die Baunebenkosten im Worst-Case um bis zu 20 % steigen können ( $z_{\text{BIM,max}} = 0,20$ ) und im besten Fall gleich hoch bleiben ( $z_{\text{BIM,min}} = 0,00$ ).

<sup>540</sup> Eigene Darstellung.

### 5.2.3 Option 2: „BIM erhöht die Planungssicherheit“

Projektentwickler haben in der zuvor durchgeführten BIM-Umfrage mit großer Mehrheit zugestimmt, dass der BIM-Einsatz die Abweichungen zwischen einem definierten Soll-Zustand und dem späteren Ist-Zustand verringert (siehe Kapitel 4.1). In der Literatur wird zudem von einer höheren Planungssicherheit infolge des BIM-Einsatzes gesprochen (siehe Kapitel 3.3.3.3). Wie bereits in Kapitel 5.2.1 erwähnt, kann dies durch eine Anpassung der Verteilungsform rechnerisch berücksichtigt werden. Bei einer Erhöhung der Planungssicherheit wird davon ausgegangen, dass der höchstwahrscheinliche Eintrittsfall sich nicht verändert. Man würde vielmehr davon ausgehen, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. das Ausmaß aller anderen Eintrittsfälle sich verändert. Statistisch äußert sich dies durch eine geringere Standardabweichung, eine Veränderung der Schiefe oder einzelner Quantilwerte (z. B.  $Q_{5\%}$  als Definition eines Value at Risk). Um diese Veränderung in den Berechnungen zu berücksichtigen, muss die Verteilungsform angepasst werden. Möglich ist beispielsweise die freie Modellierung einer Verteilung (siehe Abbildung 68).

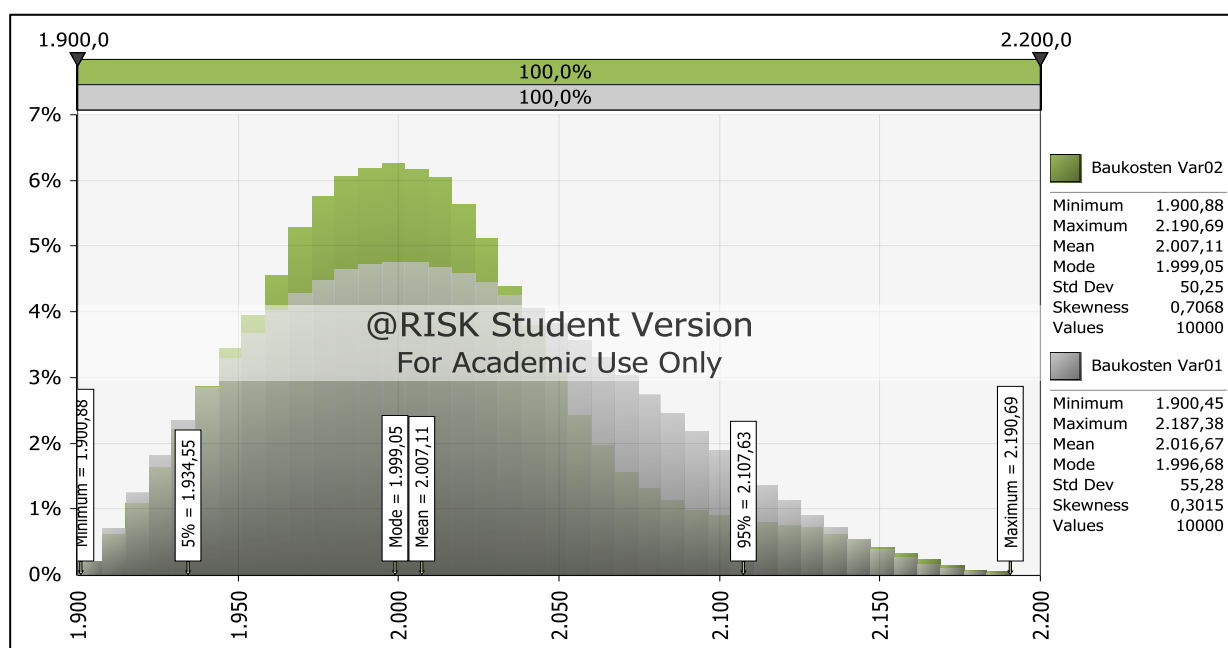


Abbildung 68: Berechnungsbeispiel I – Planungssicherheit (BIM vs. No-BIM)<sup>541</sup>

Im vorliegenden Beispiel wurde eine freie Modellierung (grün) zur Anpassung des Risikos einer Baukostensteigerung vorgenommen. Es wird davon ausgegangen, dass der BIM-Einsatz das Risiko einer Baukostensteigerung zum Teil senken kann. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass sich die Wahrscheinlichkeit sehr hoher

<sup>541</sup> Eigene Darstellung.



Baukostensteigerungen (z. B. aufgrund von Baugrundrisiken) nicht verändert. Der Modalwert, der Erwartungswert, das Minimum und Maximum bleiben nahezu gleich. Die Standardabweichung sinkt und die Schiefe steigt (rechtsschief). Die Dokumentation, um die Veränderungen bei Durchführung einer freien Modellierung nachvollziehen zu können, wird als hoch bewertet. Insbesondere dann, wenn mehrere Größen mit Hilfe freier Modellierungen angepasst werden. Die Anwendung freier Modellierungen wird daher insgesamt nicht empfohlen.

Eine weitere Option ist die Verwendung von Standardverteilungen und Anpassung einzelner Parameter. Bei Verwendung einer PERT-, bzw. Dreiecksverteilung können beispielsweise das Minimum und Maximum angepasst werden. Wird das Maximum bei der Eingangsgröße Baukosten verringert, wird davon ausgegangen, dass Risiken erhöhter Baukosten verringert werden können. Beim BIM-Einsatz kann eine Baukostensenkung beispielsweise durch ein geringeres Management- und Planungsrisiko verargumentiert werden.<sup>542</sup> Im nachfolgenden Beispiel wurde diese Veränderung vorgenommen. Die Chance geringerer Baukosten im Vergleich zum Regelfall bleibt gleich (siehe Abbildung 69).

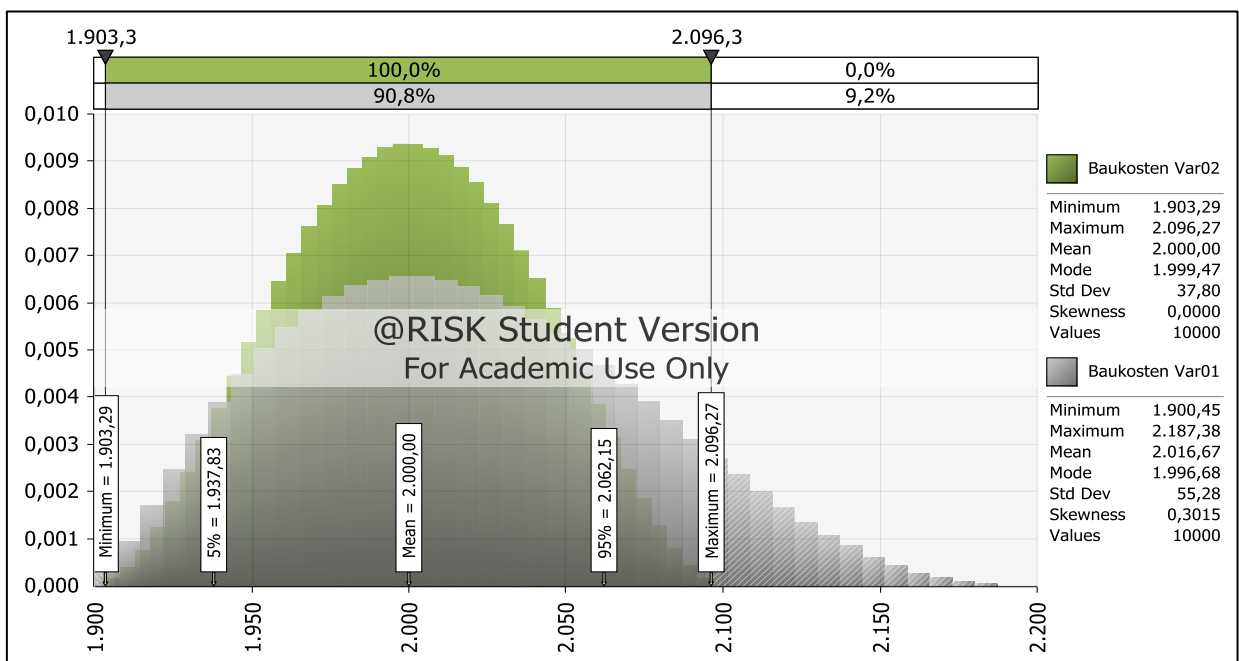


Abbildung 69: Berechnungsbeispiel II – Planungssicherheit (BIM vs. No-BIM)<sup>543</sup>

In grau dargestellt ist die Ausgangssituation. Es wird davon ausgegangen, dass die Baukosten im besten Fall 1.900 €/m<sup>2</sup> BGF, im Regelfall 2.000 €/m<sup>2</sup> BGF und im

<sup>542</sup> Eine Liste bekannter Risiken bei einer Projektentwicklung ist dem Kap. 2.4.2 zu entnehmen.

<sup>543</sup> Eigene Darstellung.

schlechtesten Fall 2.200 €/m<sup>2</sup> betragen.<sup>544</sup> In grün dargestellt ist die Verteilung der Baukosten nach Anpassung des Maximums (von 2.200 €/m<sup>2</sup> BGF auf 2.100 €/m<sup>2</sup> BGF). Bei Durchführung einer Risikosimulation würde diese Veränderung zu einer Verringerung der Standardabweichung (Std. Dev.) und der Schiefe (Skewness) bei gleichzeitig keiner bzw. einer zu vernachlässigenden Veränderung des Modalwertes (hier als Erwartungswert definiert) führen. Die Verringerung des Risikos einer Baukostensteigerung infolge des BIM-Einsatzes wird rechnerisch berücksichtigt.

### 5.3 Anwendungsbeispiel: BIM oder kein BIM?

Nachfolgend soll ein Anwendungsbeispiel den Entscheidungsfindungsprozess, für oder gegen den BIM-Einsatz, auf Basis einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung veranschaulichen. Abweichend zu den vorgestellten Veränderungen in Kapitel 5.2 werden nun mehrere Veränderungen gleichzeitig betrachtet und die Auswirkungen auf eine für Projektentwickler relevante Zielgröße bewertet.

#### 5.3.1 Ausgangssituation

In dem verwendeten Beispiel wird davon ausgegangen, dass ein Projektentwickler auf einem entwicklungsfähigen Grundstück ein Bürogebäude errichtet und nach Fertigstellung verkaufen möchte (spekulative Projektentwicklung). Die beauftragte Projektsteuerung erwähnt im Rahmen der anfänglichen Projektorganisation den möglichen BIM-Einsatz. Der Projektentwickler hat im Vorfeld der Diskussion mit der Projektsteuerung bereits eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung mit Hilfe eines vollständigen Finanzplans und unter Anwendung einer Monte-Carlo Simulation durchgeführt. Im vollständigen Finanzplan werden auch Vorgaben der Fremdkapitalgeber berücksichtigt.

Der Fremdkapitalgeber drängt darauf, dass erst das Eigenkapital und anschließend das Fremdkapital für den Zahlungsausgleich verwendet wird. Eine laufende Verzinsung des eingesetzten Eigenkapitals wird nicht gestattet (Eigenkapitalzins = 0 %). Die Projektentwicklungsabteilung hat das Budget für das vorgesehene Projekt durch eine

---

<sup>544</sup> Die Werte 2.100 €/m<sup>2</sup> BGF und 2.200 €/m<sup>2</sup> BGF sind Eingangsgrößen der PERT-Verteilung für das verwendete Maximum. Abweichend von den verwendeten Eingangsgrößen sind bei dem dargestellten Simulationsergebnis davon abweichende Werte als Maximum berechnet worden. Der Grund hierfür ist die Verwendung eines Simulationsverfahrens. Es basiert auf der Generierung von Zufallszahlen. Es kann daher nicht garantiert werden, dass das eingangs definierte Maximum in genau der gleichen Höhe bei der Simulation berücksichtigt wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass exakt die Werte 2.100 und 2.200 simuliert werden, steigt mit höherer Iterationszahl. In diesem Beispiel wurden 10.000 Iterationen vorgenommen. Der Zufallszahlengenerator hat als Maximum in diesem Fall 2.096,27 €/m<sup>2</sup> BGF und 2.187,38 €/m<sup>2</sup> BGF simuliert. Insgesamt wird aufgrund der (relativ betrachtet) geringfügigen Abweichungen empfohlen, bei der Interpretation der Ergebnisse die vorhandene Unschärfe mit zu berücksichtigen (Gefahr der Scheingenauigkeit).

Budgetgrenze begrenzt. Als Habenzins ( $h$ ) legt der Projektentwickler für Wiederanlagebeträge ( $H_i$ ) einen Wert in Höhe von 15 % festgelegt. Allerdings werden durch die Vorgabe eines Kontenausgleichsgebot (hier angegeben als Tilgungstyp C) keine Wiederanlagebeträge während des Projektes erwartet. Eine Wiederanlage wird erst nach Verkauf der Immobilie erwartet. Als Ziel des Projektes wird (unabhängig vom BIM-Einsatz) eine Eigenkapitalrendite im Erwartungsfall von 15 % angestrebt.

Als risikobehaftete Eingangsgrößen werden die Planungszeit, die Bauzeit, die Übergabezeit, die Baunebenkosten, die Baukosten und die Einnahmen aus dem Verkauf betrachtet. Die Projektlaufzeit (Gesamtheit aus Planungs-, Bau- und Übergabezeit) und die erwarteten Kosten werden in diesem Beispiel pauschal mit einem Toleranzwert von +/- 15 %, die Einnahmen mit einem Toleranzwert von +/- 10 % kalkuliert. Die Toleranzwerte ergeben sich aus globalen Risiken über die Zeit (z. B. Veränderungen am Markt), sowie projektspezifischen Risiken (z. B. Baugrund, Managementrisiko).

Zur Modellierung der Risiken werden PERT-Verteilungen verwendet. Durch die angesetzten symmetrischen Abweichungen sind die verwendeten PERT Verteilungen mit einer Normalverteilung vergleichbar. Die technische Umsetzung der Modellierung erfolgt mithilfe der Software @Risk der Firma Palisade als Add-On zu Microsoft Excel (Version 8.2). Es wird eine Monte-Carlo-Simulation durchgeführt, bei der als Probenerhebungstyp das Latin-Hypercube-Verfahren zum Einsatz kommt. Als Zufallszahlengenerator wird der Mersenne-Twister gewählt. Die Iterationszahl beträgt 10.000. Auf der nachfolgenden Tabelle 19 sind die verwendeten Eingangsgrößen dargestellt. Die vorgenannten Toleranzwerte sind bei den risikobehafteten Eingangsgrößen (grau hinterlegt) in Klammern dokumentiert. Das Projektbeispiel entspricht dem verwendeten Ausgangsszenario beim durchgeführten Delphi-Verfahren (siehe Kapitel 4.3). Die verwendeten Ausprägungen beruhen auf eigenen Annahmen.

**Tabelle 18: Anwendungsbeispiel: Wirtschaftliche Ausgangssituation<sup>545</sup>**

Bereich	Größe	Ausprägung	Einheit
<b>Objektdaten</b>			
Gebäudeflächen	Nutzungsfläche	2.325	m <sup>2</sup> NUF
	Bruttogeschosfläche	3.233	m <sup>2</sup> BGF
	Grundfläche	647	m <sup>2</sup> GrF
Grundstücksfläche	Grundstücksfläche	3.000	m <sup>2</sup> GF
Anzahl Geschosse	Anzahl Geschosse	5	(-)
<b>Dauer</b>			
Planungszeit	Konzeption	9 (+/- 15 %)	Monate
	Ausführungsplanung	4 (+/- 15 %)	Monate
	Ausschreibung und Vergabe	3 (+/- 15 %)	Monate
Bauzeit	Bau	17 (+/- 15 %)	Monate
Übergabezeit	Übergabe	5 (+/- 15 %)	Monate
Gesamt		38	Monate
<b>Kosten (KG 100–800 + Risikokosten) vor Steuer</b>			
Grundstücksakquise (KG 100)	Kaufpreis Grundstück	495.000 €	€
	Grunderwerbssteuer	6,50	%
	Notarkosten	1,50	%
	Maklergebühren	3,50	%
	Sonstige Erwerbsnebenkosten	0	€
Realisierungskosten (KG 200-600)	Herrichten und Erschließen (KG 200)	30	€/m <sup>2</sup> GF
	Baukosten (KG 300+400)	2.000 (+/- 15 %)	€/m <sup>2</sup> BGF
	Außenanlagekosten (KG 500)	130	€/m <sup>2</sup> AF
	Ausstattung & Kunstwerke (KG 600)	87	€/m <sup>2</sup> BGF
Baunebenkosten (KG 700)	Baunebenkosten (pauschal)	17,5 (+/- 15 %)	% (KG 300/400)
Finanzierung (KG 800)	Finanzierungsnebenkosten (KG 810)	5.000	€
	Tilgungstyp	C	[A, B1, B2, B3, C]
	Fremdkapitalzinsen (KG 820)	3,0	% p.a.
	Eigenkapitalzinsen (KG 830)	0,0	% p.a.
<b>Einnahmen vor Steuer</b>			
Verkauf (nach Fertigstellung)	Verkaufspreis Kennzahl	4.250 (+/- 10 %)	€/m <sup>2</sup> NUF
	Nutzungsfläche	2.325	m <sup>2</sup> NUF
	Zahlungsart	Raten (5x)	Übergabezeit
<b>Art der Kostenverteilung</b>			
	Grundstückskosten (KG 100)	Zeitpunkt t=0	
	Baukosten (KG 200-600)	Normalverteilt (Bauphase)	
	Baunebenkosten (KG 700)	Gleichverteilt (Projektlaufzeit)	
	Risikokosten	Normalverteilt (Bauphase)	
<b>Kapitalgeber</b>			
	Eigenkapital-Anteil	1.800.000	€ (Budgetgrenze)

<sup>545</sup> Eigene Darstellung.

Bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung wird angenommen, dass die bebaubare Fläche eine Bruttogeschossfläche von 3.325 m<sup>2</sup> BGF und eine Nutzungsfläche von 2.325 m<sup>2</sup> NUF bereitstellt. Das Grundstück ist insgesamt 3.000 m<sup>2</sup> groß. Die Bebaubarkeit ist auf fünf Geschosse begrenzt. Die Projektlaufzeit wird unterteilt in eine Planungszeit, eine Bauzeit und eine Übergabezeit. Bei den Grundstückskosten wird davon ausgegangen, dass diese zum Zeitpunkt  $t=0$  zu zahlen sind. Die Realisierungskosten treten nur während der Bauzeit auf. In Anlehnung an die Anzahl möglicher Gewerke, die gleichzeitig auf einer Baustelle tätig sein können, werden die höchsten Kosten im Übergang zwischen Rohbau- und Ausbauphase erwartet. Näherungsweise werden die Realisierungskosten über die Bauzeit normalverteilt (siehe Kapitel 2.3.3.3). Die Baunebenkosten werden vereinfacht von Projektbeginn bis zum Ende der Bauzeit gleichverteilt. Der Verkaufserlös wird über die Übergabezeit gleichverteilt. Die Gleichverteilung berücksichtigt, dass der Verkaufszeitpunkt bzw. die Zahlung im Zuge des Verkaufes vorab unsicher ist. Die Unsicherheit ist für die Rentabilität der hier betrachteten Projektentwicklung weniger relevant. Für die weitere Unternehmensplanung im Hinblick auf spätere Wiederanlagen (z. B. Investitionen in andere Projekte) und der unternehmensspezifischen Liquidität dagegen schon. Sie wird der Vollständigkeit halber daher mitberücksichtigt.

Die Dokumentation des vollständigen Finanzplans ist der Anlage 11 zu entnehmen. Auf der nachfolgenden Abbildung ist das Ergebnis des vollständigen Finanzplans unter Anwendung einer Monte-Carlo Simulation (ohne BIM) zu erkennen. Zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit wird der Vermögensendwert und die dynamische Eigenkapitalrentabilität (pro Jahr) dargestellt.

Zunächst wird in der Abbildung 70 auf den Vermögensendwert eingegangen. Der Vermögensendwert ist in der Ausgangssituation in 94,4 % aller Fälle positiv. Die Ausfallwahrscheinlichkeit (PD) liegt somit bei 5,6 %. Die absolute Vorteilhaftigkeit der Investition ist insgesamt gegeben. Im Erwartungsfall (Mean) beträgt der Vermögensendwert ca. +934.000 €. Im schlechtesten Fall beträgt der Vermögensendwert ca. -937.000 € und im besten Fall ca. +2.779.000 €. Der Value at Risk (hier definiert als 5 % Quantil) ist mit ca. -40.000 € knapp negativ. Die Verteilung hat qualitativ betrachtet die Form einer Normalverteilung.

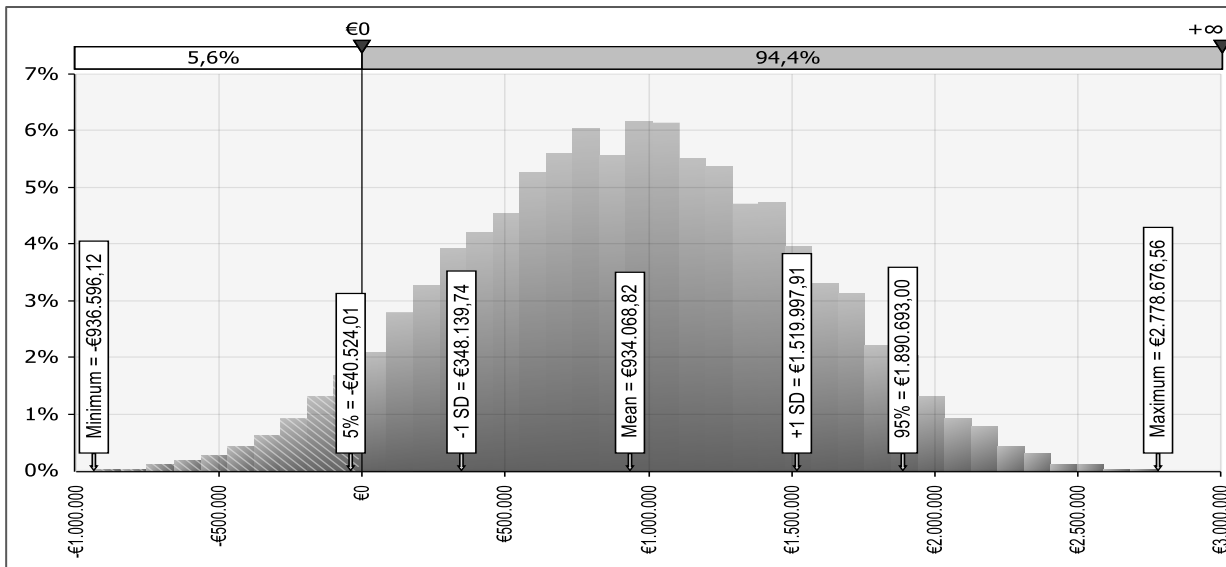


Abbildung 70: Anwendungsbeispiel - Vermögensendwert (ohne BIM)<sup>546</sup>

Auf der Abbildung 71 zu erkennen ist die Eigenkapitalrentabilität unter Berücksichtigung der Ausgangssituation (ohne BIM). Die Eigenkapitalrentabilität ist in der Ausgangssituation in +46,00 % aller Fälle größer als die vorgesehene Zielgröße von +15,00 %. Auf Basis dieser Zielvorgabe wäre die Investition somit nicht vorteilhaft. Im Erwartungsfall (Mean) beträgt die Eigenkapitalrendite +13,54 %. Im schlechtesten Fall beträgt sie ca. -21,20 % und im besten Fall ca. 35,14 %. Der Value at Risk (hier definiert als 5 % Quantil) ist mit +0,76 % knapp positiv.

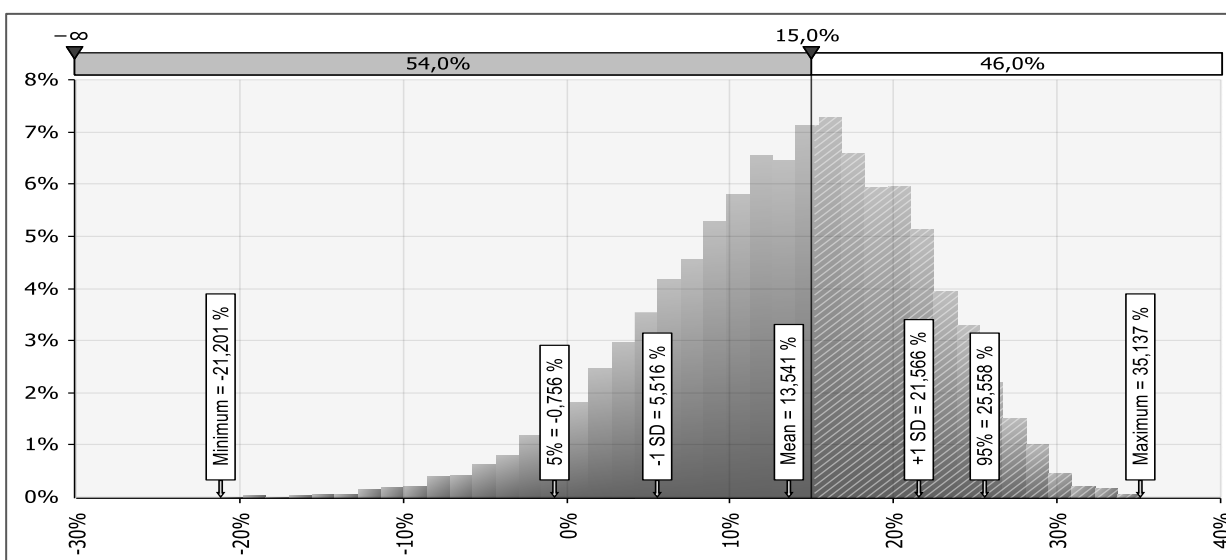


Abbildung 71: Anwendungsbeispiel - Eigenkapitalrentabilität (ohne BIM)<sup>547</sup>

<sup>546</sup> Eigene Darstellung

<sup>547</sup> Eigene Darstellung

### 5.3.2 Modellierung des BIM-Faktors

Aufbauend auf der vorgestellten Ausgangssituation wird im Hinblick auf die fehlende Vorteilhaftigkeit in der Ausgangssituation davon ausgegangen, dass sich Projektentwickler und Projektsteuerer austauschen und über mögliche Anpassungen und Optimierungsmaßnahmen beraten. Die Projektsteuerung spricht dabei die BIM-Thematik an. Aus dem Gespräch heraus zeigt sich, dass sich die Beteiligten noch unsicher sind, ob und in welchem Ausmaß es zu einer Verkürzung oder Verlängerung der Projektlaufzeit kommen wird. Auf Grundlage des in Kapitel 3 zusammengestellten Meinungsbildes und der in Kapitel 4 zusammengetragenen Daten wird weiterhin angenommen, dass sich Projektentwickler und Projektsteuerer weitestgehend darüber einig werden, dass höhere Baunebenkosten auftreten können. Bei den Baukosten besteht zumindest Einigkeit darüber, dass es nur im besten Fall zu geringeren Baukosten kommen wird. Projektentwickler und Projektsteuerer sind sich im Beispiel auch einig, dass sich die Planungssicherheit erhöht (geringere Kalkulationsrisiken). Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass Projektentwickler und Projektsteuerer beide im Regelfall nicht davon ausgehen, dass es zu einer Veränderung beim Verkaufserlös oder der Finanzierung kommen wird (siehe Tabelle 18).

**Tabelle 19: Anwendungsbeispiel: Auswirkungen des BIM-Einsatzes<sup>548</sup>**

Modellgröße	Tendenz
Planungszeit	Unsicher
Bauzeit	Unsicher
Übergabezeit	Unsicher
Baunebenkosten	Steigend
Baukosten	Sinkend (im besten Fall)
Kalkulationsrisiko (Baukosten, Verkauf)	Sinkend
Verkaufserlöse	Keine Veränderung
Finanzierungskosten (Fremdkapital)	Keine Veränderung

Der Projektentwickler möchte nun die Erkenntnisse aus dem Austausch mit der Projektsteuerung in die ursprüngliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung integrieren und so den BIM-Einsatz projektspezifisch prüfen.

Zur Modellierung des BIM-Faktors können die in Kapitel 4 gesammelten Daten verwendet werden. Alternativ können neue, eigene Erhebungen (z. B. Fragen an die eigene Projektsteuerung) durchgeführt werden. Vor allem bei unsicheren Größen wird

<sup>548</sup> Eigene Darstellung.

empfohlen das in Kapitel 4.3 vorgestellte Dreipunktschätzverfahren zu verwenden. Durch die Durchführung eines Dreipunktschätzverfahren mit einzelnen Fachexperten würde es abweichend zum Delphi-Verfahren keine unterschiedlichen Meinungen und damit auch keine Herausforderungen bei der Konsensbildung und der Ableitung geeigneter Modellgröße geben.<sup>549</sup> Im Falle einer Neuerhebung können die Daten aus Kapitel 4 dann als qualitative Diskussionsgrundlage genutzt werden („Warum sehen Sie das anders als die vorliegenden Einschätzungen?“).

Werden die vorhandenen Daten weiterverarbeitet, stellt sich zunächst die Frage, welche der erhobenen Daten verwendet werden sollen. Würde man die Daten aller Erhebungen (vgl. Kapitel 4.2 und Kapitel 4.3) als Datengrundlage gesamtheitlich betrachten, hätte die Datenerhebung mit der größten Anzahl an Daten auch den größten Einfluss auf die Verteilung und somit auch den größten Einfluss auf die spätere Bewertung. Man würde die Qualität der Erhebung vernachlässigen. Dies würde im vorliegenden Fall dazu führen, dass die Daten aus dem vergleichsweise aufwendigen Delphi-Verfahren bei Anwendung eines statistischen Testverfahrens bei einflussreichen Einschätzungen zu Modellgrößen wie den Baukosten und Baunebenkosten nur eine beiläufige Rolle spielen würden (siehe Kapitel 4.5). Für eine hohe Datenqualität im Hinblick auf die betrachtete Ausgangssituation spricht vor allem die übereinstimmende Bewertungsgrundlage (gleiches Referenzprojekt).

Die Verwendung der Daten aus dem Delphi-Verfahren schließt dabei weiterhin die Anwendung eines statistischen Testverfahrens nicht aus. Unabhängig vom Datensatz können bei statistischen Testverfahren die Extremwerte in den jeweiligen Randbereichen ausgeschlossen, die zu untersuchenden Verteilungsfunktionen definiert und unterschiedliche Testverfahren gewählt werden (siehe Kapitel 2.4.4.2). Allerdings besteht bei Anwendung statistischer Testverfahren die Gefahr, dass die Ergebnisse heuristisch nicht mit den theoretischen Grundlagen (siehe Kapitel 3) und den bereits diskutierten Histogrammen (siehe Kapitel 4.4.2) übereinstimmen. Einer fehlenden Übereinstimmung kann mit Hilfe eines subjektiven Eingreifens bei der Modellierung entgegengewirkt werden. Allerdings hat sich bei Anwendung statistischer Testverfahren gezeigt, dass trotz diverser Einstellmöglichkeiten keine Modellierungen erzeugt werden konnte, bei der alle BIM-Faktoren mit den theoretischen Grundlagen und diskutierten Histogrammen

---

<sup>549</sup> Weitere Ausführungen dazu sind den nachfolgenden Inhalten zur Modellierung des BIM-Faktors zu entnehmen.



übereinstimmen. Eine Dokumentation der vorgenannten Testanwendungen hat nicht stattgefunden.

Alternativ wurde entschieden, die Modellierung der BIM-Faktoren **mit Hilfe von Dreiecks- oder PERT-Verteilung** durchzuführen (siehe Kapitel 2.4.4.3). Dies entspricht der gleichen Vorgehensweise wie bei einer Einzelerhebung mit Dreipunktschätzverfahren. Hätte beim Delphi-Verfahren ein Konsens (Verteilungen mit geringen Standardabweichung) gebildet werden können, hätten jeweils die Mittelwerte für die Parameter einer Dreiecks- oder PERT Verteilung verwendet werden können.

Im vorliegenden Fall konnte jedoch bei den erhobenen Schätzwerten für die Verteilungsparametern Minimum, Modalwert und Maximum bei mehreren BIM-Faktoren kein Konsens gebildet werden (siehe Kapitel 4.3.3.2 bzw. Anlage 9). Aufgrund der teilweise hohen Abweichungen kann eine Verwendung der Mittelwerte nicht empfohlen werden (siehe Kapitel 4.4.3.2). Unter anderem würden stark abweichende Meinungen einzelner Studienteilnehmer dazu führen, dass eine ansonsten weit verbreitete Meinung (z. B. „Baukosten verändern sich im Regelfall nicht“) sich nicht adäquat in der Modellierung der BIM-Faktoren widerspiegeln würde. Abweichend von einer Verwendung des arithmetischen Mittelwertes hätte auch der Modalwert als Modellgröße verwendet werden können. Allerdings gab es im Delphi-Verfahren Schätzgrößen, bei denen sehr unterschiedliche Meinungen vorlagen, sodass teilweise auch kein aussagekräftiger Modalwert gebildet werden konnte (siehe Kapitel 4.3.3.2 bzw. Anlage 9). Eine individuelle Regelung (Verwendung des arithmetischen Mittelwertes oder Modalwertes) hätte zu einer Vorgehensweise geführt, die zu weitreichenden subjektiven Diskussionen geführt hätte, sodass auf diese Verwendung von Mittelwert und Modalwert zur Definition der Verteilungsparameter verzichtet wurde.

Eine weitere Möglichkeit stellt die Verwendung sogenannter Meta-Risiken dar. Die drei Verteilungsparameter werden als weitere Wahrscheinlichkeitsverteilungen (auf untergeordneter Ebene) modelliert. Auf Basis der in Anlage 9 genannten Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) könnte eine Modellierung auf zweiter Ebene (Meta-Ebene) vorgenommen werden. Die Modellierung von Meta-Risiken funktioniert allerdings nur, wenn es zu keinen Überschneidungen der einzelnen Parameter kommt. Liegen beispielsweise die Mittelwerte der Verteilungsparameter Minimum und Modalwert eng beieinander und die Standardabweichungen sind gleichzeitig sehr groß, können bei Anwendung einer Monte-Carlo Simulation die Zufallszahlen für das Minimum größer

sein als die Zufallszahl beim Modalwert. Es würde infolgedessen zu Fehlern bei der Risikosimulation kommen. Gleiches gilt, wenn beispielsweise die Zufallszahl des Verteilungsparameters Maximum kleiner ist als die Zufallszahl des Modalwertes. Es kommt zu Überschneidungen der einzelnen Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf Meta-Ebene. Der Anlage 9 ist zu entnehmen, dass bei den Delphi-Studienergebnissen in einigen Fällen die Standardabweichungen sehr hoch und die Mittelwerte des Worst-, Use- und Best-Case (bei der Modellierung würde man diese als Minimum, Maximum und Modalwert verwenden) teils eng beieinander liegen. Die Verwendung von Meta-Risiken macht ein Modell daher nicht nur unübersichtlich, sondern auch fehleranfällig. Diese Option wird bei der vorhandenen Datengrundlage daher auch als ungeeignet angesehen.

Als letzte Alternative kann eine eigene Vorgehensweise entwickelt werden. Im vorliegenden Fall wurden dazu die drei Schätzwerte aus dem Delphi-Verfahren (Worst-, Best-, Use-Case) gesamtheitlich als ein Datensatz betrachtet. Bei 14 Teilnehmern und jeweils drei Schätzangaben pro Größe liegen somit insgesamt 42 Datenpunkte pro Modellgröße vor. Die Verteilung der 42 Datenpunkte lässt sich dann zur Modellierung der PERT-Verteilung verwenden. Die vorgesehene Bestimmung der Verteilungsparameter soll beispielhaft anhand der Eingangsgröße „Baukosten“ veranschaulicht werden (siehe Abbildung 72). Auf der nachfolgenden Abbildung sind im oberen Diagramm die Einschätzungen aus dem vorangegangenen Delphi-Verfahren nochmals als Histogramm dargestellt (42 Datenpunkte von 14 Fachexperten mit jeweils drei Schätzwerten). Auf der Verteilung darunter ist die daraus abgeleitete Modellierung (hier: PERT-Verteilung) zu erkennen.

Zur Modellierung wurden die Quantile (hier:  $Q_{5\%}$ ,  $Q_{95\%}$ ) der Häufigkeitsverteilung als Verteilungsparameter (hier: Minimum und Maximum) der PERT-Verteilung verwendet. Durch die Verwendung der Quantile konnten extreme Meinungen einzelner Fachexperten (hier:  $-20\%$ ,  $-12\%$  und  $>+1\%$ ) ausgeschlossen werden. Der Ausschluss dieser Werte beruht auf der Annahme, dass maximal zwei Fachexperte bei einer Schätzung zu wenig Erfahrung, Vorstellungskraft bzw. Knowhow mitbringen, oder aus Gründen der eigenen Unternehmensstrategie aus Sicht des beratenden Projektentwickler verzerrte Schätzungen abgegeben wurden. Für den Modalwert der PERT-Verteilung wird der häufigste Wert (Modalwert) des Delphi-Verfahrens übereinstimmend verwendet.

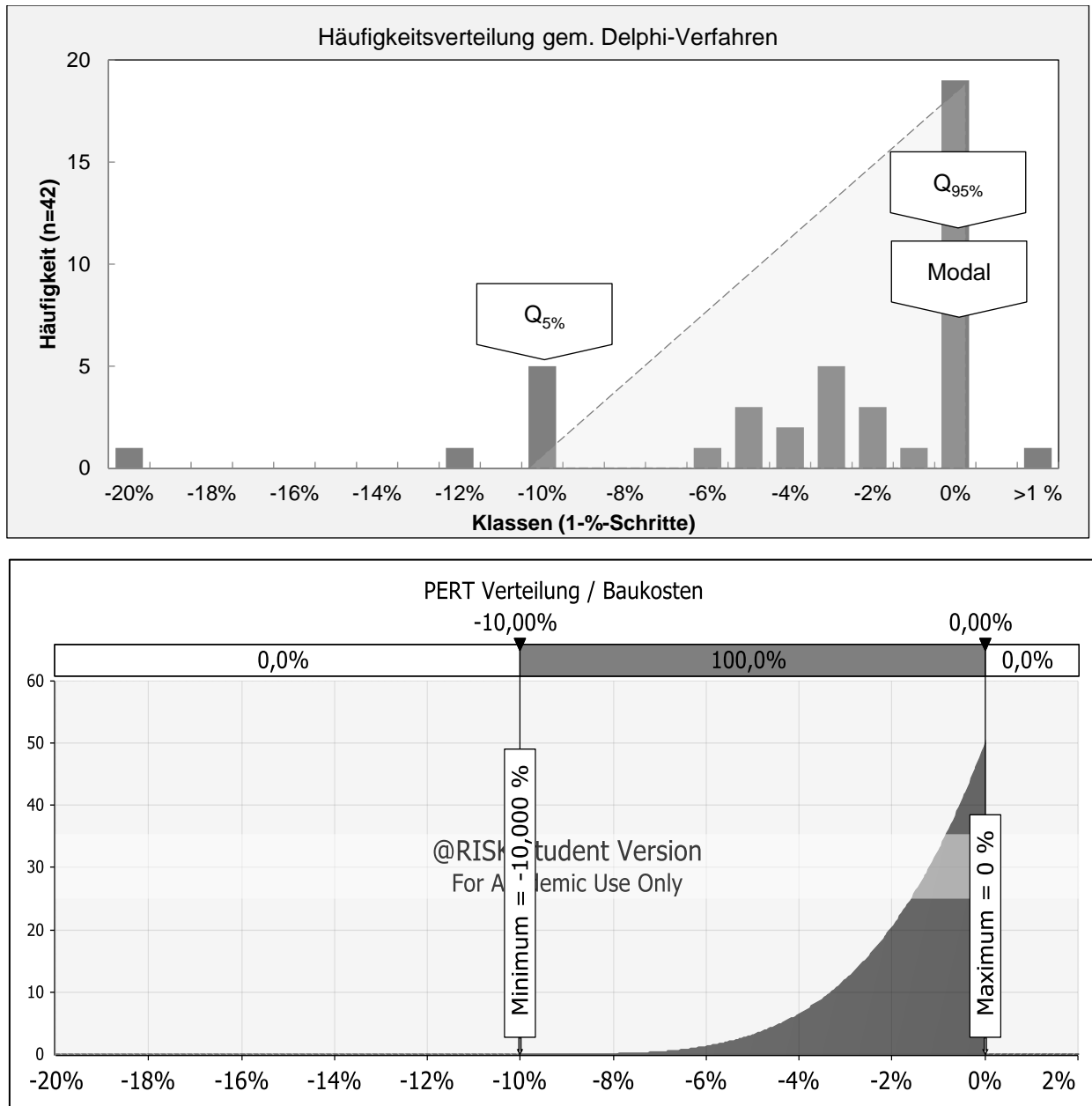


Abbildung 72: Modellierung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Beispiel Baukosten)<sup>550</sup>

Die Wahl der Quantile (hier:  $Q_{5\%}$  und  $Q_{95\%}$  anstatt beispielsweise  $Q_{10\%}$  und  $Q_{90\%}$ ) basiert auf einer subjektiven Entscheidung. Bei einem 5 % Quantil werden die niedrigsten zwei von 42 Schätzwerte ( $2/42 = 0,048 < 0,05$ ) bei der weiteren Modellierung ausgeschlossen. Bei einem 95 % Quantil werden die höchsten zwei von 42 Schätzwerte bei der Modellierung ausgeschlossen. Desto größer der Ausschluss von Extremwerten ist, desto stärker nähern sich die Ergebnisse einer Entscheidung unter Sicherheit an. Wäre hier die Wahl auf das  $Q_{10\%}$  und  $Q_{90\%}$  gefallen, würden mehr Extremwerte aus der vorhandenen Datenerhebung bei der Modellierung ausgeschlossen werden. Für die in Kapitel 5.4.1 bzw. Tabelle 18 vermuteten Veränderungen ergeben sich unter Anwendung

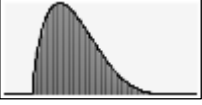
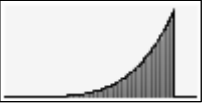
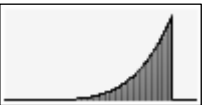
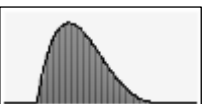
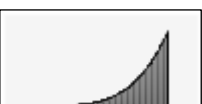


<sup>550</sup> Eigene Darstellung.

der vorgenannten Methodik dann folgende BIM-Faktoren (siehe Tabelle 20).

Neben der Erhöhung bzw. Verringerung der einzelnen Zeit- und Kostengrößen wurde beim ausgehenden Anwendungsbeispiel vermutet, dass das Kalkulationsrisiko bei den Baukosten und dem Verkaufserlös verringert werden kann. In der Ausgangssituation wurde bei der Projektlaufzeit und den Baukosten mit einem Toleranzwert von  $\pm 15\%$  kalkuliert (siehe Kapitel 5.3.1). Hinsichtlich einer Veränderung von Planungssicherheiten wurden keine quantitativen Daten erhoben. Vereinfacht werden die Ausgangswerte absolut um  $5\%$  herabgesetzt. Ein identisches Vorgehen erfolgt bei der Kalkulation der Verkaufserlöse. Der Ausgangswert von  $\pm 10\%$  wird auf  $\pm 5\%$  herabgesetzt. Der Regelfall wird hier nicht verändert.

In Anlehnung an die Annahmen aus Kapitel 5.3.1 werden bei den Verkaufserlösen und Finanzierungskosten keine BIM-Faktoren modelliert. Zur Berücksichtigung der einzelnen Korrelationen wird in Anlehnung an die Untersuchungen von Kummer auf der Definition der Korrelationskoeffizienten verzichtet und davon ausgegangen, dass die Effekte einer Korrelation durch die gewählte Streubreite bereits berücksichtigt werden (siehe Kapitel 2.4.4.3).

Tabelle 20: Anwendungsbeispiel: Modellierung der BIM-Faktoren<sup>551</sup>

Modellgröße	Darstellung	Min	Max	Modal
Planungszeit		-10%	+20%	+/-0%
Bauzeit		-15%	+/-0%	+/-0%
Übergabezeit		-30%	+/-0%	+/-0%
Baunebenkosten		+/-0%	+20%	+5%
Baukosten		-10%	+/-0%	+/-0%
Kalkulationsrisiko (Baukosten)		<i>No-BIM: -15 % BIM: -10 %</i>	<i>No-BIM: +15 % BIM: +10 %</i>	
Kalkulationsrisiko (Verkauf)		<i>No-BIM: -10 % BIM: -5 %</i>	<i>No-BIM: +10 % BIM: +5 %</i>	
Verkaufserlöse	(-)	+/-0%	+/-0%	+/-0%
Finanzierungskosten (Fremdkapital)	(-)	+/-0%	+/-0%	+/-0%

<sup>551</sup> Eigene Darstellung.

### 5.3.3 Ökonomische Entscheidung für oder gegen BIM

In dem vorliegenden Beispiel wird als Vergleichsgröße der Variante BIM und der Variante kein BIM (Ausgangssituation) der Vermögensendwert und die Eigenkapitalrentabilität betrachtet (siehe Kapitel 5.3.1). Der Vermögensendwert wird verwendet, weil das Ergebnis leicht verständlich ist. Weiterhin lassen sich diverse Risikomaße anhand der Zielgröße gut darstellen. Außerdem kann die Differenz zwischen den Vermögensendwerten leichter interpretiert werden, da es sich um erkennbare geldwerte Vor- oder Nachteile handelt. Die Eigenkapitalrentabilität wird betrachtet, um die im Beispiel bislang fehlende Vorteilhaftigkeit nochmals zu prüfen (siehe Kapitel 5.3.1).

Der Projektentwickler gibt im vorliegenden Beispiel vor, dass neben Erfüllung der bislang fehlenden Vorteilhaftigkeit die Differenz zwischen den beiden Erwartungswerten größer als 50.000 € sein sollte ( $Z1_{prim.}$ ). Können die primären Bewertungskriterien nicht erfüllt werden, werden die sekundären Vorteilhaftigkeitskriterien betrachtet ( $Z2-Z4$ ). Als sekundäre Vorteilhaftigkeitskriterien werden die Risikomaße Variationskoeffizient ( $Z2_{sek.}$ ), Value at Risk ( $Z3_{sek.}$ ) und die Ausfallwahrscheinlichkeit ( $Z4_{sek.}$ ) betrachtet. Zwei der drei vorgenannten sekundären Vorteilhaftigkeitskriterien müssen mindestens erfüllt werden, damit die Variante als wirtschaftlich vorteilhaft gilt. Die Vorteilhaftigkeitskriterien lauten wie folgt:

#### Formel 23: Anwendungsbeispiel - Vorteilhaftigkeitskriterien<sup>552</sup>

$$Z1_{prim.}: r_{EK,50\%,BIM} > 15,00 \%$$

$$Z2_{prim.}: \Delta_{Vn,50\%} > 50.000 \text{ €}$$

$$Z3_{sek.}: V_{BIM} < V_{No-BIM}$$

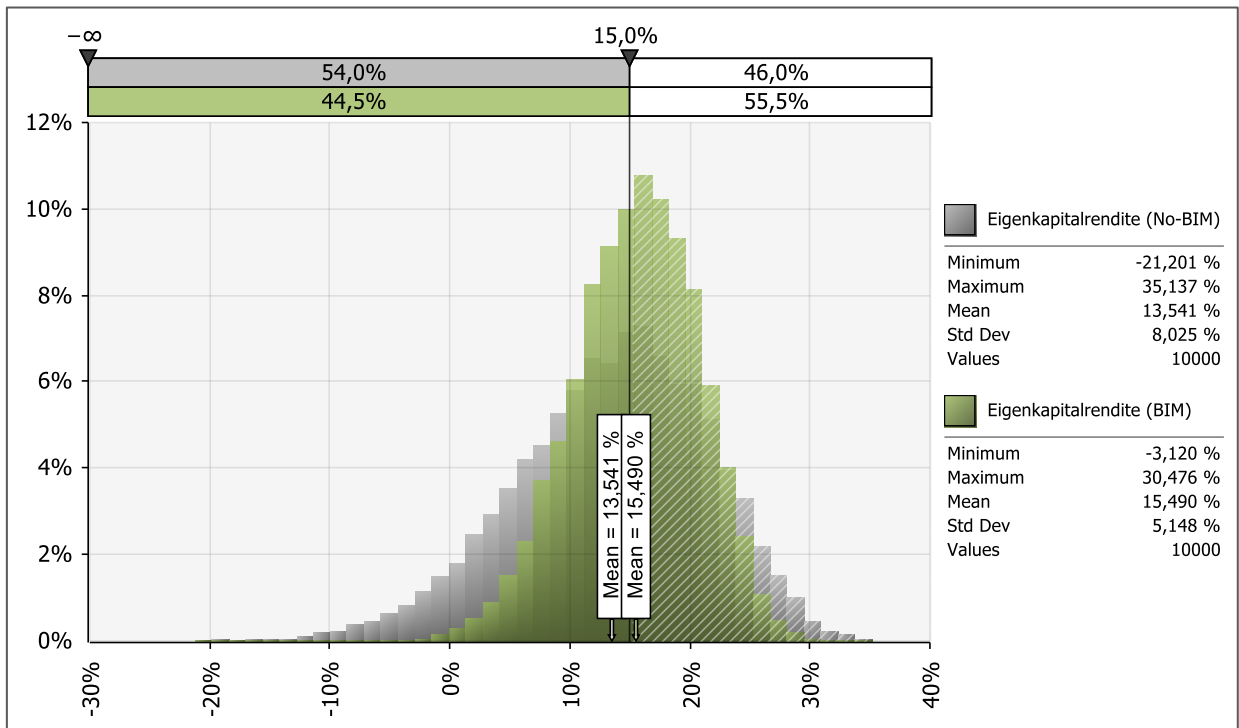
$$Z4_{sek.}: VaR_{BIM} < VaR_{No-BIM}$$

$$Z5_{sek.}: PD_{BIM} < PD_{No-BIM}$$

Insgesamt handelt es sich um einen kennzahlenbasierten Entscheidungsfindung. Zur Prüfung der Vorteilhaftigkeitskriterien werden die Ergebnisse der Variante BIM ausgewertet und anschließend mit der Ausgangssituation (kein BIM) verglichen. Neben den Histogrammen aus Abbildung 69 und Abbildung 70 ist daher für die Variante BIM eine

<sup>552</sup> Eigene Definition

eigene Monte-Carlo Simulation durchzuführen und die Verteilungen der Zielgrößen Vermögensendwert und Eigenkapitalrentabilität auszuwerten. Das Simulationsergebnis der beiden Zielgrößen kann als Histogramme dargestellt und anschließend mit der Ausgangssituation grafisch überlagert werden. Quantitativ können die beiden Verteilungen anhand von statistischen Parameter verglichen und mit festgelegten Zielkriterien bewertet werden. Zunächst werden die Auswirkungen auf die Eigenkapitalrentabilität überprüft (siehe Abbildung 73).

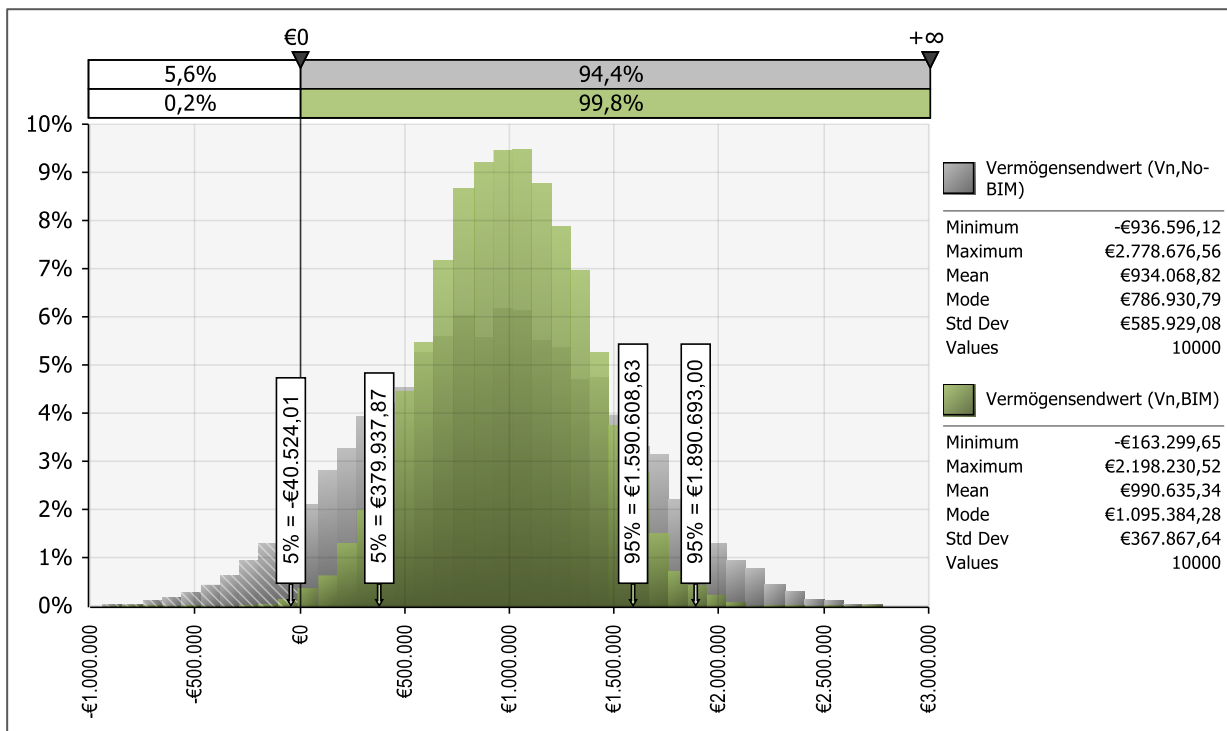


**Abbildung 73: Anwendungsbeispiel - Vergleich der Eigenkapitalrentabilitäten<sup>553</sup>**

Auf der Abbildung zu erkennen ist die Eigenkapitalrentabilität der beiden Varianten BIM (grün) und kein BIM (grau; No-BIM). Der Erwartungswert von ursprünglich ca. +13,54 % konnte auf ca. +15,49 % gesteigert werden. Die vom Projektentwickler vorgegebene Mindest-Eigenkapitalrentabilität von +15,00 % wird somit überschritten ( $Z1_{prim.}: r_{EK,50\%, BIM} = +15,49\% > +15,00\%$ ). Im Vergleich der beiden Varianten verringert sich zudem die Gefahr als auch die Chance niedrigerer bzw. höherer Eigenkapitalrenditen im schlechtesten und besten Fall. Dies ist rein qualitativ anhand der Verteilungsform und quantitativ anhand der Standardabweichung und des Minimums und Maximums zu erkennen (siehe Legende im rechten Bereich der Abbildung). Zur Überprüfung

<sup>553</sup> Eigene Darstellung

der weiteren Zielkriterien wird der Vermögensendwert verglichen (siehe Abbildung 74).



Vergleichsgröße	Kurzzeichen	$\Delta x$ (absolut)	Rel. Vorteilhaftigkeit
Minimum	Min	+773.296 €	BIM
Maximum	Max	-580.446 €	No-BIM
Erwartungswert	Mean	+56.567 €	BIM
5%-Quantil	Q <sub>5%</sub> (VaR) %	+420.442 €	BIM
Standardabweichung	SD	-218.061 (-)	BIM
Variationskoeffizient	V	-0,256 (-)	BIM
Ausfallwahrscheinlichkeit <sup>554</sup>	PD	-5,4 %	BIM

Abbildung 74: Anwendungsbeispiel – Vergleich der Vermögensendwerte<sup>555</sup>

Der Erwartungswert (Mean) als primäre Zielgröße ist bei beiden Varianten positiv. Im Vergleich ist der Erwartungswert bei der Variante BIM um ca. 56.000 € höher ( $Z_{2\text{prim.}}: \Delta(V_{n,50\%}) = 56.000 \text{ €} > 50.000 \text{ €}$ ). Gemäß der vorab festgelegten primären Zielkriterien wäre hier keine Betrachtung sekundärer Zielkriterien notwendig. Die sekundären Zielkriterien werden im vorliegenden Fall ebenfalls erfüllt.

$$Z_{3\text{sek.}}: V_{BIM} < V_{No-BIM} = 0,37 < 0,63$$

$$Z_{4\text{sek.}}: VaR_{BIM} < VaR_{No-BIM} = 0 \text{ (bzw. } -379.937,87 \text{ €)} < +40.524,01 \text{ €}$$

$$Z_{5\text{sek.}}: PD_{BIM} < PD_{No-BIM} = 0,2 \% < 5,6 \%$$

<sup>554</sup> Die Ausfallwahrscheinlichkeit wird im vorliegenden Fall als Eintrittswahrscheinlichkeit eines Vermögensendwertes kleiner null ( $V_n < 0$ ) definiert.

<sup>555</sup> Eigene Darstellung.



Verantwortlich für den höheren Vermögensendwert bzw. der Eigenkapitalrentabilität sind die modellierten BIM-Faktoren. Da die Baukosten allgemein einen hohen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Projektentwicklung einnehmen, sorgt der entsprechende BIM-Faktor ( $z_{\text{BIM}}$ ) bei den Baukosten maßgeblich für die eintretende Veränderung. Verantwortlich für die erkennbare Verringerung der Chancen und Gefahren sind die angesetzten geringeren Toleranzwerte bei den risikobehafteten Eingangsgrößen bei Ausgaben und Einnahmen (höhere Planungssicherheit). Das Maximum sinkt unter Berücksichtigung des BIM-Einsatzes. Gleichzeitig steigt das Minimum, der Value at Risk sinkt. Insgesamt resultieren daraus geringere Gefahren (Downside-Risks) für den Projektentwickler. Gleichzeitig sinken aber auch die Chancen höherer Vermögensendwerte (und Renditen). Insgesamt ist auch die Standardabweichung infolge des BIM-Einsatzes kleiner geworden.

#### **5.4 Fazit und Anwendungsgrenzen**

Die Erläuterungen zur Modellierung der BIM-Kosten- und Nutzeneffekte haben gezeigt, dass die qualitativen Argumente in Bezug auf den BIM-Einsatz methodisch quantifizierbar und wirtschaftlich bewertbar sind. Das Anwendungsbeispiel zeigt unter Verwendung der in Kapitel 4 gesammelten Daten, dass der BIM-Einsatz bei einer mittelgroßen Projektentwicklung im Erwartungsfall einen positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einnimmt.

Infolge der verwendeten Daten führt der BIM-Einsatz im vorgestellten Anwendungsbeispiel dazu, dass eine ökonomische Vorteilhaftigkeit entsteht. Die bestehende Unsicherheit der Projektentwickler ist allerdings weiterhin nachvollziehbar, weil auch nicht in allen Szenarien von einer Vorteilhaftigkeit ausgegangen werden kann (siehe Kapitel 4.1). Dazu zählt vor allem das Szenario steigender Baunebenkosten bei gleichzeitig ausbleibenden Effekten bei den Baukosten oder Verkaufserlösen. Kritisch hinterfragt werden sollten zum einen die verwendeten BIM-Faktoren ( $z_{\text{BIM}}$ ), insbesondere bei der Eingangsgröße Baukosten. Die angesetzten 10 % Baukosteneinsparungen im besten Fall erscheinen vergleichsweise hoch, berücksichtigt man die vorgenommene Diskussion in Kapitel 3.3.3.1 und in Kapitel 4.4.2.3. Die Umfrage unter Projektentwicklern deutet darauf hin, dass sich ein abweichendes Meinungsbild ergeben könnte, wenn vorwiegend Projektentwickler und Bauunternehmen die Einschätzungen vornehmen würden. Andererseits sollte hinterfragt werden, ob die Modellierung höhere Planungssicherheiten gleichzeitig mit einer Modellierung der BIM-Faktoren berücksichtigt werden.

Andererseits wurden bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen die langfristigen Auswirkungen wie die oft genannte höhere Zufriedenheit der Projektbeteiligten und die gewonnenen Erfahrungswerte hier nicht berücksichtigt.

Höhere wirtschaftliche Auswirkungen sind indes vorstellbar, sofern sich durch die weiterführende Verwendung der BIM-Modelle der Aufwand bei der Datenintegration in der Betriebsphase reduzieren und sich langfristig durch die BIM-Datennutzung wiederkehrende Teilprozesse in der Nutzungsphase automatisieren lassen und so Betriebskosten eingespart werden können. Mit dem Argument der Betriebskosteneinsparung kann möglicherweise auch bei Endinvestoren eine Zahlungsbereitschaft generiert werden. Dagegen sprechen nach aktuellem Kenntnisstand jedoch vor allem die dort fehlenden Daten- und technischen Prozessstandards.

Die vorgenommene Bewertung beruht weiterhin auf der Annahme, dass alle Veränderungen in numerische Größen übersetzt werden können. Langfristige Auswirkungen, wie die Erhöhung der Zufriedenheit bei Geschäftspartnern und Kunden, bleiben in diesem ökonomischen Entscheidungsmodell außen vor und müssen als weiche Faktoren gesondert berücksichtigt werden. Ohnehin kann weiterhin nicht eindeutig geklärt werden, welche technischen und organisatorischen Veränderungen für die wirtschaftlichen Auswirkungen im Einzelnen verantwortlich sind. Die BIM-Anwendungen bauen teilweise aufeinander auf, deren Nutzen korrelieren untereinander und sind von externen Faktoren wie der Qualität der Anwender, Richtlinien, Vertragsvereinbarungen, Softwaretools und anderen Faktoren abhängig. Bei der zusammenfassenden Bewertung fällt außerdem auf, dass BIM-anwendungsspezifische, projektspezifische und zeitliche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen, die zu einer Vielzahl an Szenarien führt. Bei Schätzungen müssen dadurch eine Vielzahl an Annahmen getroffen werden, die bei bislang fehlenden Kennzahlen in der Branche nur unter großer Unsicherheiten geschätzt werden können. Auch andere Autoren in vergleichbaren Forschungsbereichen (IT-Investitionen) weisen darauf hin, dass gerade eine Bewertung technischer Veränderungen nicht exakt möglich ist. Bei Schätzungen können nicht alle Umweltzustände, Zusammenhänge und Abhängigkeiten erfasst und zusammenhängend zielgenau bewertet werden (siehe dazu auch Kapitel 3.3.1).

Die empirischen Erhebungen aus Kapitel 4 sowie die in diesem Kapitel 5 vorgestellte Verwertung der Daten dienen lediglich einer Ersteinschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen. Je nachdem wie umfangreich die BIM-Methode eingesetzt wird, das Projekt

organisiert ist, die Anwender qualifiziert sind und die Software entwickelt ist, kann es zu Abweichungen in der Praxis kommen. Insgesamt stellen die Daten aus Kapitel 4 und das Anwendungsbeispiel aus Kapitel 5 eine erste Referenz dar, die vor allem der Diskussion und Entscheidungsfindung dient. Vor allem bei kleineren Projekten gilt zu bedenken, dass die im vorangegangenen Anwendungsbeispiel verwendeten Prozentzahlen zur Kalkulation der BIM-Baunebenkosten höchstwahrscheinlich nicht anwendbar sein werden. Der strukturierte BIM-Einsatz erfordert einen Basisaufwand (z. B. die Definition der Vertragsgrundlagen inklusive Festlegung von Austauschstandards und die späteren Kontrollen), die bei insgesamt eher geringen Baunebenkosten einen höheren Anteil an den Baunebenkosten verursachen würde. Alternativ zur Verwendung von Angaben zur relativen Veränderung (in %) sind Angaben zur absoluten Veränderung (in €) im vorgenannten Szenario dienlich. Die abschließende Beurteilung und Übertragung des Anwendungsbeispiels auf das eigene Vorhaben obliegt den Projektentwicklern daher selbst.

## 6 Schlussbemerkungen

### 6.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Forschungsarbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob technische Veränderungen im Sinne des Building Information Modeling (BIM) bei einer Projektentwicklung eingesetzt werden sollten oder nicht. Zur Beantwortung dieser Frage folgte eine Auseinandersetzung mit der Wirtschaftlichkeit des BIM-Einsatzes aus Sicht eines Projektentwicklers. Die Sichtweise und ökonomischen Grundlagen eines Projektentwicklers spielten in der BIM-Diskussion bislang aus wissenschaftlicher Sicht eine untergeordnete Rolle.

Im Vorfeld einer Datenerhebung wurden daher zunächst einmal die Rolle der Projektentwickler näher betrachtet und interessensgerechte Bewertungsmethoden identifiziert. Es wurde zunächst auf die Modellierung eines ökonomischen Entscheidungsmodells eingegangen. Es wird davon ausgegangen, dass bei einer Projektentwicklung ein Entscheidungsmodell mit einer wirtschaftlichen Zielgröße eingesetzt werden. Hier eignen sich Investitionsrechenverfahren, bei denen auch Unsicherheiten, wie beispielsweise die Auswirkungen des BIM-Einsatzes, methodisch berücksichtigt werden können. Es handelt sich um anerkannte Verfahren, die projekt- und unternehmensspezifisch angepasst werden können. Im Kapitel 2.3.3 wurde ein simulationsfähiges Investitionsrechenmodell vorgestellt, bei dem beispielhaft spezielle Vorgaben zur Projektfinanzierung berücksichtigt wurden. Die Modellierung stellt in dieser Arbeit die Grundlage für die spätere BIM-Entscheidung dar.

Im darauffolgenden dritten Kapitel wurde dann auf die BIM-Thematik näher eingegangen. Zu Beginn dieses Kapitels wurden die technischen Grundlagen erläutert. Eine literarische Auseinandersetzung zeigte bereits, dass in der Vergangenheit viele neue BIM-Begriffe entstanden sind. Die neuen Begrifflichkeiten und die technischen Entwicklungen können zu Interpretationsschwierigkeiten führen, die auch bei der Auseinandersetzung mit existierenden Aussagen zu den einzelnen BIM-Kosten- und Nutzeneffekten zu beobachten waren. Sowohl kosten- als auch nutzenseitig werden die Argumente an einzelnen Bedingungen und Perspektiven geknüpft. Durch die Veränderung technischer Prozesse bzw. der Beauftragung einzelner BIM-Leistungen sind verschiedene Eintrittsszenarien (Chancen und Gefahren) und damit auch wirtschaftliche Folgen denkbar. Allerdings zeigte sich bei der Diskussion, dass die viel diskutierten Argumente, wie höhere Planungskosten oder Baukosteneinsparungen nicht immer auf eine technische

Veränderung (BIM-Einsatz) in den einzelnen Prozessen zurückzuführen sind. Vielmehr ist erkennbar, dass zusätzliche Kosten und Nutzeneffekte durch allgemein höhere fachliche Planungsanforderungen oder der Beauftragung besonderer Leistungen entstehen, die auch unabhängig vom BIM-Einsatz zwischen den Projektbeteiligten vereinbart werden können. Der BIM-Einsatz steigert dabei möglicherweise die Wahrscheinlichkeit, dass die geforderten (fehlerfreien) Leistungen von den Vertragspartnern auch vertragskonform geliefert werden können. Gleichzeitig liefern Gebäudeinformationsmodelle in den frühen Phasen einer Projektentwicklung eine höhere auswertbare Informationsdichte, die auch bei kennzahlenbasierten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen genutzt werden kann. Für die Kalkulation relevant sind unter anderem geometrische Gebäudeinformationen wie Längen, Flächen und Volumen.

Nachdem im dritten Kapitel die Ursachen potenzieller Kosten- und Nutzeneffekte untersucht wurden, folgte im vierten Kapitel die Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen. Die Aufbereitung existierender Daten sowie die Ergänzung durch eigene empirische Erhebungen stellen einen wesentlichen Inhalt dieser Arbeit dar. Erst anhand der Daten wird deutlich, von welchem Ausmaß an Kosten- und Nutzeneffekten die Marktteilnehmer infolge des BIM-Einsatzes bislang ausgegangen sind. Bei der Recherche viel auf, dass es international bereits eine Vielzahl an Veröffentlichungen zur Wirtschaftlichkeit von BIM gibt. Der Vergleich einzelner Datensätze zeigte dann, dass größere Veränderungen eher im Ausnahmefall (geringe Eintrittswahrscheinlichkeit) zu erwarten sind. Bei einem Vergleich mehrerer Erhebungen und den theoretischen Grundlagen stellte sich heraus, dass neben der Datenquantität vor allem die Qualität der Datenerhebung berücksichtigt werden sollte. In der Sekundärliteratur sind Einschätzungen auffindbar, die auf Grundlage der gesammelten Argumentationen zum Zeitpunkt der Forschungsarbeit nicht begründet werden können. Ohnehin fällt bei der Sekundärdatenanalyse auf, dass unterschiedliche (meist große) Projekte untersucht und die Projektorganisation, die Perspektiven der Experten, die Eintrittswahrscheinlichkeit der Auswirkungen, die Erhebungsmethodik und der Zeitpunkt der Erhebung insgesamt nicht nachvollziehbar und nicht einheitlich beschrieben werden. Im Rahmen eines Delphi-Verfahrens wurden daraufhin ausgewählte Experten zu den technischen Veränderungen und den Auswirkungen des BIM-Einsatzes in Abhängigkeit der Eintrittswahrscheinlichkeit befragt. Grundlage des Delphi-Verfahrens war ein einheitlich und detailliert beschriebenes Beispielvorhaben. Bei der Analyse der Ergebnisse kam heraus, dass bei vielen Untersuchungsvariablen ein Dissens unter den Teilnehmern vorliegt. Es empfiehlt sich daher den BIM-

Einsatz – ähnlich wie bei anderen Technologien - unter Unsicherheit zu bewerten. Kritisch hinterfragt werden kann die Auswahl der Fachexperten. Das Kapitel schließt mit einem Vergleich der gesammelten Einschätzungen in Form mehrerer Histogramme ab. Marktteilnehmer können die Histogramme nutzen, um einen ersten Überblick zu den vorhandenen Einschätzungen der Projektentwickler, BIM Fachexperten und BIM Anwender zu erhalten und die eigene Meinung einzuordnen. Kritisch betrachtet werden muss die Auswahl an Experten, die sich bislang in der vorhandenen Literatur, aber auch bei den eigens durchgeführten Erhebungen geäußert haben. Insgesamt sind vergleichsweise wenige Einschätzungen von Experten aus Bauunternehmen und Projektentwicklung vertreten.

Im fünften Kapitel wurde gezeigt, wie die empirischen Daten bei einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung verwertet werden können. Existierende Unsicherheiten können durch die Modellierung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen berücksichtigt und durch Anwendung einer Monte-Carlo-Simulation in das Investitionsrechenverfahren einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung integriert werden. Neu ist dabei die Modellierung eines BIM-Faktors und die rechnerische Berücksichtigung höherer Planungssicherheiten. Es werden Hinweise zur technischen Umsetzung und Datenverarbeitung gegeben, die im Zuge des späteren Anwendungsbeispiels erarbeitet wurden. Das Anwendungsbeispiel zeigt abschließend, wie die einzelnen Auswirkungen auf die Baunebenkosten, Baukosten, und der Projektlaufzeit gesammelt bewertet werden können. Beim durchgeführten Anwendungsbeispiel wurde die Variante BIM gegenüber der Variante kein BIM als vorteilhaft bewertet. Die Ergebnisse sind beispielhaft und nicht als repräsentativ zu beurteilen. Die Modellierungen im Beispiel zeigen, dass eine Bewertung auf Basis ökonomischer Zielgrößen grundsätzlich möglich ist. Zur Entscheidungsfindung für oder gegen den BIM-Einsatz wird Projektentwicklern eine Variantenuntersuchung vorgeschlagen. Die ursprüngliche Projektkalkulation (ohne BIM) wird mit einer Variante unter Einfluss eines zu definierenden BIM-Faktors verglichen. Durch die Anwendung einer Monte-Carlo Simulation wird im Beispiel deutlich, dass sich der BIM-Einsatz sowohl positiv als auch negativ auf die wirtschaftlichen Ziele eines Projektentwicklers auswirken kann.

Insgesamt haben wertorientierte Projektentwickler, als Zielgruppe dieser Forschungsarbeit durch die Erkenntnisse der Forschungsarbeit die Möglichkeit, ihre eigene Meinung zum Thema BIM selbst einzuordnen und interessensgerecht zu bewerten. Die entwickelte Methodik ist ein Vorschlag zur ökonomischen BIM-Bewertung. Neben Projektentwicklern können auch Dienstleister die Inhalte zur Selbsteinschätzung bzw. für

Beratungszwecke nutzen. BIM-übergreifend wurde gezeigt, wie trotz vorhandener Unsicherheit eine Entscheidung für oder gegen den Technologieeinsatz auf Basis ökonomischer Zielkriterien getroffen und durch Angabe einer Eintrittswahrscheinlichkeit genauer spezifiziert werden kann. Das verwendete Verfahren bzw. die verwendeten Modellgrößen können sowohl von Projektentwicklern, aber auch Dienstleistungsunternehmen projekt- und unternehmensspezifisch angepasst werden.

## 6.2 Ausblick

Die empirischen Daten und die gezeigte Methodik dienen der Hypothesenbildung. Die Ergebnisse im Beispiel sind nicht als Nachweis vorhandener Tatsachen anzusehen. Die Forschungsarbeit dient vor allem dazu, die Entscheidungsfindungsprozesse der Projektentwickler sowie die kalkulatorischen Größen einer Projektentwicklers in die BIM-Diskussion zu integrieren. In der Praxis wird für die Dienstleister eine Herausforderung beim BIM-Einsatz darin liegen, die geschätzten Nutzeneffekte tatsächlich zu erzielen. So hat beispielsweise die Diskussion über das Baukosteneinsparpotenzial gezeigt, dass höhere Einsparungen nur bei Eintreten mehrere Annahmen erzielbar sind. Bei den Auswirkungen des BIM-Einsatzes auf die Einnahmen (Verkaufserlöse) sind Nutzeneffekte (höhere Erlöse aufgrund eines digitalen Gebäudezwilling) zum Zeitpunkt der Forschungsarbeit ebenfalls nur im Ausnahmefall zu erwarten. Hier benötigt es eine entsprechende Überzeugungsarbeit, dass BIM-Modelle zukünftig in der Betriebsphase einen entsprechenden Mehrwert liefern können. Ein Nachweis über die Gültigkeit der erhobenen Schätzungen erscheint insgesamt schwierig. Abgesehen von den durchgeführten Erhebungen unter BIM-Experten, Anwendern und Projektentwicklern wäre es hinsichtlich der Kosteneinsparpotenziale sinnvoll, erfahrene Vertreter von Bauunternehmen bzw. Generalunternehmen in die Diskussion stärker zu integrieren. Hinsichtlich der Zahlungsbereitschaft für einen digitalen Gebäudezwilling in der Verkaufsphase wäre es sinnvoll, ergänzend Endinvestoren zu befragen. Ob, in welcher Höhe und bei welchen Investoren eine Zahlungsbereitschaft vorliegt, kann beispielsweise mit Hilfe von Conjoint-Analysen untersucht werden. Die Methodik stammt aus der Marketingforschung und wird unter anderem zur Untersuchung einzelner Produktmerkmale eingesetzt. Betrachtet man einen strukturierten BIM-Datensatz („digitaler Gebäudezwilling“) als Produktmerkmal des Produktes Immobilie, sind vergleichbare Erhebungen und Analysen denkbar. Die Grundlage einer solchen Untersuchung sollte ein funktionierender digitaler Gebäudezwilling und Darstellung einiger Nutzeneffekte in der Nutzungsphase sein. Es wird empfohlen vorab Anwendungsfälle und Standards für den weiteren Gebrauch der

BIM-Modelle im Betrieb zu definieren und zu entwickeln. Außerdem sollten Erfahrungswerte bei den Studienteilnehmern vorliegen.

Aus den Forschungsergebnissen geht weiterhin hervor, dass in Einzelfällen bereits nach einem BIM-Einsatz vonseiten der Finanzierer gefragt wird. Über die Absichten, die Notwendigkeiten und die daraus folgenden Auswirkungen aus Projektentwicklersicht ist wissenschaftlich wenig bekannt. Im ersten Schritt werden Experteninterviews mit BIM-affinen Kapitalgebern empfohlen.

Wenn davon ausgegangen wird, dass Projektentwickler stark unterschiedliche Projekte entwickeln, wären Untersuchungen oder Abgrenzungen erforderlich, bei welchen Projekten der BIM-Einsatz eingesetzt werden sollte. In der vorliegenden Arbeit wurden Möglichkeiten zur Abgrenzung verschiedener Projektentwicklungen vorgestellt (Projektentwicklerziele, Organisation, Projektidee, Baukosten etc.). Im ersten Schritt wird die Durchführung einer Online-Umfrage vorgeschlagen, um Projektentwickler, aber auch BIM-Dienstleister zu befragen. Den Befragungsteilnehmern könnten verschiedene Projektbeispiele gezeigt und nach der Notwendigkeit und den Kosten eines BIM-Managements gefragt werden. Für Fragen hinsichtlich des BIM-Managements wäre allerdings ein einheitliches Verständnis über das Leistungsbild BIM-Management erforderlich. Hierzu sind anerkannte Standards, bzw. im ersten Schritt Leitfäden oder Richtlinien zu erarbeiten.

Weiterhin haben die Erhebungen gezeigt, dass der BIM-Einsatz neben projektspezifischen Nutzeneffekten auch langfristige Beziehungen zu den einzelnen Projektbeteiligten verbessern kann. Diese langfristigen Aspekte wurden im Entscheidungsmodell mit einer ökonomischen Zielgröße (im Praxisfall auch Wirtschaftlichkeitsuntersuchung genannt) nicht berücksichtigt. Zu hinterfragen ist dabei allgemein, ob Projektentwickler überhaupt langfristige Beziehungen aufbauen möchten, oder lieber weiterhin Einzelvergaben an die wirtschaftlichsten Anbieter projektspezifisch vornehmen. Zur Integration weiterführender Nutzeneffekte sind Entscheidungsmodelle mit mehreren Zielgrößen anwendbar. Vorgeschlagen wird beispielsweise die Anwendung eines Scoring-Modells. Dazu sind u. a. die einzelnen Zielkriterien, deren Ausprägungen und Gewichtungen zu definieren.

Es wird insgesamt vermutet, dass eine Akzeptanz für die wirtschaftliche BIM-Bewertung sich in der Branche nur dann etablieren wird, wenn die Immobilienwirtschaft im weiteren



Sinne, speziell die Bauwirtschaft, eine höhere Affinität zu messbaren Daten, der Verwendung quantitativer Methoden und speziell methodischen Kenntnissen für den Umgang mit Unsicherheiten entwickelt. Auch wenn strukturierte Schätzverfahren, Modellierungen von Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Monte-Carlo-Simulationen in der immobilienwirtschaftlichen Wissenschaft schon seit längerer Zeit bekannt und anerkannt sind, ist die Verbreitung in der Praxis als eher mäßig zu bezeichnen. Abgesehen von der Bewertung technologischer Veränderung würden verfügbare, strukturierte und digitale Daten auch abseits der Frage „BIM oder kein BIM“ dabei helfen, wichtige Risikofaktoren im Vorfeld einer Projektentwicklung genauer zu analysieren, sie effizienter zu modellieren und den Gesamtaufwand bei Entscheidungsfindungsprozessen mittel- bis langfristig zu verringern.

Zur Erhöhung der BIM Akzeptanz unter Projektentwicklern wird weiterführend vorgeschlagen, Nachkalkulationen durchzuführen und mehrere Projekte anhand einzelner Kennzahlen zu vergleichen. Dies setzt allerdings voraus, dass bereits eine größere Anzahl an Projekten in einer Datenbank erfasst wurden. Einzig Stange hat in seiner Dissertation eine entsprechende Datenbank bei Großprojekten untersucht. Es wird jedoch vermutet, dass gerade bei begrenzt komplexen Entwicklungsvorhaben in den meisten Unternehmen keine entsprechenden Datenbanken vorliegen, das Know-how für eine statistische Aufbereitung und Auswertung fehlt, der Aufwand einer Nachkalkulation zu groß ist, das Interesse an einer datenbasierten Strategieveränderung fehlt, oder die vorhandenen Indikatoren derzeit noch nicht auf eine Vorteilhaftigkeit hindeuten und somit auf eine öffentlichkeitswirksame Veröffentlichung verzichtet wird.

## 7 Literaturverzeichnis

### 7.1 Monographien, Beiträge in Sammelwerken, Hochschulschriften, Fachzeitschriftenartikel, Berichte

**Abdirad (2016):** Abdirad, Hamid: Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice, in: Architectural Engineering and Design Management, Nr. 1, S. 52–78, 2016

**AHO Fachkommission "Projektsteuerung/Projektmanagement" (2018):** AHO Fachkommission "Projektsteuerung/Projektmanagement": Ergänzende Leistungsbilder im Projektmanagement für die Bau- und Immobilienwirtschaft, Bundesanzeiger Verlag, 2018

**AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling" (2019):** AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling": Leistungen Building Information Modeling - Die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI, 1. Auflage, Reguvis Verlag, 2019

**Alda u. a. (2016):** Alda, Willi, Hirschner, Joachim: Projektentwicklung in der Immobilienwirtschaft, 6. Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2016

**Aranda-Mena u. a. (2009):** Aranda-Mena, Guillermo; Crawford, John; Chevez, Agustin, Froese, Thomas: Building information modelling demystified - Does it make business sense to adopt BIM?, in: International journal of managing projects in business, Nr. 3, S. 419–434, 2009

**Assenmacher (2000):** Assenmacher, Walter: Induktive Statistik, Heidelberg, Springer Verlag, 2000

**Azhar (2011):** Azhar, Salman: Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry, in: Leadership and Management in Engineering, Nr. 3, S. 241–252, 2011

**Barlish u. a. (2012):** Barlish, Kristen, Sullivan, Kenneth: How to measure the benefits of BIM — A case study approach, in: Automation in Construction, Nr. 24, S. 149–159, 2012

**Bayer (2011):** Bayer, Verena: Multivariate Modellierung operationeller Risiken in Kreditinstituten, Dissertation, Julius Maximilians Universität, Würzburg, 2011

**Becerik-Gerber u. a. (2012):** Becerik-Gerber, Burcin; Jazizadeh, Farrokh; Li, Nan, Calis, Gulben: Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management, in: Journal of Construction Engineering and Management, Nr. 3, S. 431–442, 2012

**Behrens u. a. (2016):** Behrens, Wolfgang; Sommer, Friedrich, Welsing, Judith: Risikoorientierte Bewertung von Renditeimmobilien: Nachkalkulation und Risikoanalyse mittels Vollständiger Finanzpläne und Monte-Carlo Simulation, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, Neue Wirtschafts-Briefe Verlag, Nr. 3, S. 213–244, 2016

**Bertschek u. a. (2019):** Bertschek, Irene; Jörg, Ohnemus; Erdsiek, Daniel; Raphaela, Andres; Steffen, Viète; Rammer, Christian; Kimpeler, Simone, Meißner, Lia: Monitoringbericht Kultur- und Kreativwirtschaft, Berlin, Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.), 2019

- Bialas u. a. (2019):** Bialas, Frank; Wapelhorst, Vincent; Brokbals, Stefanie, Čadež, Ivan: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros, in: Bau-technik, Nr. 3, S. 229–238, 2019
- BIM Forum (2020):** BIM Forum: Level of Development (LOD) Specification, 2020
- BIM4INFRA2020 (2018):** BIM4INFRA2020: Umsetzung des Stufenplans "Digitales Planen und Bauen", Onlinefassung, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2018
- BIM4INFRA2020 (2019a):** BIM4INFRA2020: Handreichungen und Leitfäden - Glossar, Onlinefassung, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2019
- BIM4INFRA2020 (2019b):** BIM4INFRA2020: Teil 3 Leitfaden und Muster für den BIM-Abwicklungsplan (BAP), Onlinefassung, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2019
- BIM4INFRA2020 (2019c):** BIM4INFRA2020: Teil 6 Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle, Onlinefassung, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2019
- Blohm u. a. (2012):** Blohm, Hans; Lüder, Klaus, Schaefer, Christina: Investition, 10. Auflage, München, Vahlen Verlag, 2012
- Bone-Winkel u. a. (2016a):** Bone-Winkel, Stephan; Focke, Christian, Schulte, Karl-Werner: Begriff und Besonderheiten der Immobilie als Wirtschaftsgut, in: Schulte, K.-W. u. a. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 5. Auflage, Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016
- Bone-Winkel u. a. (2016b):** Bone-Winkel, Stephan; Isenhöfer, Björn; Hofmann, Philip, Franz, Mirjam: Projektentwicklung, in: Schulte, K.-W. u. a. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 5. Auflage, Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016
- Borrmann u. a. (2015),** Borrmann, André; König, Markus; Koch, Christian; Beetz, Jakob (Hrsg.): Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2015
- Both u. a. (2013):** Both, Petra von; Koch, Volker, Kindsvater, Andreas: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2013
- Brady u. a. (2017):** Brady, Denise Ann; Tzortzopoulos, Patricia; Rooke, John; Formoso, Carlos Torres, Tezel, Algan: Improving transparency in construction management: a visual planning and control model, in: Engineering, Construction and Architectural Management, Emerald Insight Verlag, Nr. 10, S. 1277–1297, 2017
- Brauer (2018),** Brauer, Kerry-U. (Hrsg.): Grundlagen der Immobilienwirtschaft - Recht - Steuern - Marketing - Finanzierung - Bestandsmanagement - Projektentwicklung, 9. Aufl., Wiesbaden, Springer Gabler Verlag, 2018
- Braun u. a. (2015):** Braun, Steffen; Rieck, Alexander, Köhler-Hammer, Carmen: Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende, Fraunhofer IAO Verlag, 2015
- Braunes (2014):** Braunes, Jörg: Von der Punktwolke zum Building Information Model (BIM) - Konsequenzen und Wege für die Bestandserfassung, in: VDVmagazin, S. 132–136, 2014

- Bretzke (1980):** Bretzke, Wolf-Rüdiger: Der Problembezug von Entscheidungsmodellen, Habilitationsschrift, Universität, Köln, 1980
- Breuer u. a. (2004):** Breuer, Wolfgang; Gürtler, Marc, Schuhmacher, Frank: Portfolio-management I, 2. Auflage, Wiesbaden, Gabler Verlag, 2004
- Brugger (2009):** Brugger, Ralph: Der IT-Business-Case, 2. Auflage, Berlin/Heidelberg, Springer Verlag, 2009
- Bryde u. a. (2013):** Bryde, David; Broquetas, Martí, Volm, Jürgen Marc: The project benefits of Building Information Modelling (BIM), in: International Journal of Project Management, Nr. 7, S. 971–980, 2013
- Building and Construction Authority (2013):** Building and Construction Authority: Singapore-BIM-Guide, Singapore, 2. Auflage, Building and Construction Authority; BIM Steering Committee (Hrsg.), 2013
- BuildingSmart (2012):** BuildingSmart: BIM: Unterm Strich muss ein Benefit herauskommen - 9. BIM Anwendertag des buildingSMART e.V. im Fraunhofer-in Haus-Zentrum (Smart Building), Duisburg, 2012
- Bundesarchitektenkammer BAK u. a. (2020):** Bundesarchitektenkammer BAK, Reiß & Hommerich: Ergebnisse der Befragung der als angestellten tätigen Mitglieder - Im Rahmen der bundesweiten Strukturbefragung selbständig tätiger und abhängig beschäftigter Mitglieder der Architektenkammer der Länder im Jahr 2020 für das Berichtsjahr 2019, 2020
- Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020a):** Bundesarchitektenkammer BAK e.V.: BIM für Architekten, 2020
- Bundesarchitektenkammer BAK e.V. (2020b):** Bundesarchitektenkammer BAK e.V.: Bundeskammerstatistik, Bundesarchitektenkammer BAK (Hrsg.), 2020
- Burger u. a. (2002):** Burger, Anton, Buchhart, Anton: Risiko-Controlling, München, Wien, R. Oldenbourg Verlag, 2002
- Busse von Colbe u. a. (2015),** Busse von Colbe, Walther; Laßmann, Gert; Witte, Frank (Hrsg.): Investitionstheorie und Investitionsrechnung, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 2015
- Čadež (1998):** Čadež, Ivan: Riskowertanalyse als Entscheidungshilfe zur Wahl des optimalen Bauvertrags, Dissertation, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH), Aachen, 1998
- Čadež u. a. (2019):** Čadež, Ivan; Brokbals, Stefanie, Wapelhorst, Vincent: Stochastische Berechnung bauleistungsspezifischer Risikokosten in der Angebotskalkulation, in: Bautechnik, Nr. 4, S. 319–328, 2019
- Cao Dongping (2016):** Cao Dongping: Institutional Drivers and Performance Impacts of BIM Implementation in Construction Projects: An Empirical Study in China, PhD, Polytechnic University, Hong Kong, 2016
- Carbonari u. a. (2018):** Carbonari, Giulia; Stravoravdis, Spyridon, Gausden, Christine: Improving FM task efficiency through BIM: a proposal for BIM implementation, in: Journal of Corporate Real Estate, Nr. 1, S. 4–15, 2018

- Cavka u. a. (2017):** Cavka, Hasan Burak; Staub-French, Sheryl, Poirier, Erik A.: Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management, in: Automation in Construction, S. 169–183, 2017
- Chan u. a. (2019):** Chan, Daniel W.M.; Olawumi, Timothy O., Ho, Alfred M.L.: Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong, in: Engineering, Construction and Architectural Management, Emerald Insight Verlag, Nr. 9, S. 1838–1854, 2019
- Cohen (1988):** Cohen, Jacob: Statistical power analysis for the behavioral sciences, 2. Auflage, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates Publishers Verlag, 1988
- Computer Integrated Construction (CIC) Research Program (2011):** Computer Integrated Construction (CIC) Research Program: BIM Project Execution Planning Guide, The Pennsylvania State University Verlag, 2011
- Cramer u. a. (2020):** Cramer, Erhard, Kamps, Udo: Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, 5. Auflage, Berlin, Springer Spektrum Verlag, 2020
- Cuhls (2019):** Cuhls, K.: Die Delphi-Methode – eine Einführung, in: Niederberger, M. u. a. (Hrsg.), Delphi-Verfahren in den Sozial- und Gesundheitswissenschaften, Wiesbaden, Springer VS Verlag, 2019
- Dai u. a. (2012):** Dai, Fei; Rashidi, Abbas; Brilakis, Ioannis, Vela, Patricio: Comparison of Image-Based and Time-of-Flight-Based Technologies for 3D Reconstruction of Infrastructure, in: Cai, H. u. a. (Hrsg.), Construction Research Congress 2012, Reston, VA, American Society of Civil Engineers Verlag, 2012
- Deutsches Institut für Normung (2018),** Deutsches Institut für Normung: DIN 276: 2018-12 - Kosten im Bauwesen
- Diederichs (2006):** Diederichs, Claus J.: Immobilienmanagement im Lebenszyklus, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 2006
- DIN-Normenausschuss Bauwesen (2019),** DIN-Normenausschuss Bauwesen (NA Bau): DIN EN 17412 - Building Information Modeling - BIM Definitionsgrade - Konzepte und Definitionen (Entwurf)
- Döinghaus u. a. (2019):** Döinghaus, Peter; Maaß, Christina; Elixmann, Robert; Bergjan, Bernhard; Dengler, Jana; Eilert, Ron-Henrik; Friedrich, Fabian; Funke, Jens; Kappes, Alexander; Klusmann, Brian; Kölln, Lars; Machnik, Bernhard; Petry, Alexander; Rotermund, Uwe; Strotmann, Henriette; Temme, Leonie, Vogt, Andreas: Projektmanagement und Building Information Modeling, DVP, DVP e.V. (Hrsg.), 2019
- Donath (2008):** Donath, Dirk: Bauaufnahme und Planung im Bestand, 1. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2008
- Döring u. a. (2016):** Döring, Nicola, Bortz, Jürgen: Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften, 5. Auflage, Berlin/Heidelberg, Springer Verlag, 2016
- DU Diederichs Projektmanagement AG & Co. KG (2014):** DU Diederichs Projektmanagement AG & Co. KG: Leitfaden WU Hochbau - Leitfaden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (WU) bei der Vorbereitung von Hochbaumaßnahmen des Bundes, 2014

**Eadie u. a. (2013):** Eadie, Robert; Browne, Mike; Odeyinka, Henry; McKeown, Clare, McNiff, Sean: BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis, in: Automation in Construction, S. 145–151, 2013

**Eastman u. a. (2008),** Eastman, Chuck; Teicholz, Paul; Sacks, Rafael; Liston, Kathleen (Hrsg.): BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, Hoboken, NJ, USA, John Wiley & Sons, Inc Verlag, 2008

**Egger u. a. (2012):** Egger, Martin; Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas, Przybylo, Jakob: BIM-Leitfaden für Deutschland, 2012

**Ehm u. a. (2014):** Ehm, Markus, Hesse, Christian: 3D-Laserscanning zur Erfassung von Gebäuden - Building Information Modeling (BIM), in: Bautechnik 91, Nr. 4, S. 243–250, 2014

**Eilers (2020):** Eilers, Maik: Übersicht BIM-Anwendungen, Onlinefassung, Bergische Universität Wuppertal; Lehrstuhl und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft; BIM Institut (Hrsg.), 2020

**Eschenbruch u. a. (2014):** Eschenbruch, Klaus, Malkwitz, Alexander: Maßnahmenkatalog zur Nutzung von BIM in der öffentlichen Bauverwaltung unter Berücksichtigung der rechtlichen und ordnungspolitischen Rahmenbedingungen, Onlinefassung, ZukunftBau (Hrsg.), 2014

**EUBIM TaskGroup (2016):** EUBIM TaskGroup: Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector, Onlinefassung, Co-Founded by the European Union (Hrsg.), 2016

**Fischer (2003):** Fischer, Carsten: Projektentwicklung: Leistungsbild und Honorarstruktur, Dissertation, European Business School, Oestrich-Winkel, 2003

**Forgues u. a. (2013):** Forgues, Daniel, Sheryl Staub-French: Pilot Project III: BIM adoption and implementation within a specialty contracting firm Dividion 15 Mechanical LTD. - Improving efficiency and productivity in the construction sector through the use of information technologies, 2013

**Friedman (1953):** Friedman, Milton: Essays in positive economics, Chicago Ill. u.a., Univ. of Chicago Press Verlag, 1953

**Friedrich u. a. (2019):** Friedrich, Fabian, Maaß, Christina: Auftraggeber-Informationsanforderungen und BIM-Abwicklungsplan, in: DVP e.V. (Hrsg.), Projektmanagement und Building Information Modeling, DVP, Verlag, 2019

**General Services Administration (2007):** General Services Administration (GSA): BIM Guide Overview, 0.60. Auflage, General Services Administration (Hrsg.), 2007

**Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung (2016):** Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung: Redevelopment - Leitfaden für den Umgang mit vorgenutzten Grundstücken und Gebäuden, Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung (Hrsg.), 2016

**Giel u. a. (2013):** Giel, Brittany K., Issa, R. R. A.: Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction, in: Journal of Computing in Civil Engineering, September/October, S. 511–522, 2013

- Gilligan u. a. (2007):** Gilligan, Brian, Kunz, John: VDC Use in 2007: Significant Value, Dramatic Growth, and Apparent Business Opportunity - CIFE Technical Report, Technical Report, University, Stanford, 2007
- Girmscheid (2004):** Girmscheid, Gerhard: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft, Berlin/Heidelberg, Springer Verlag, 2004
- Gleißner (2017),** Gleißner, Werner (Hrsg.): Grundlagen des Risikomanagements - Mit fundierten Informationen zu besseren Entscheidungen, 3. Aufl., Franz Vahlen Verlag, 2017
- Gleißner u. a. (2020a):** Gleißner, Werner; Lausberg, Carsten, Schultheiß, Tobias: Die Krise aus Sicht des Risikomanagements, in: gif im Fokus, Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V. Verlag, Nr. 2, S. 11–14, 2020
- Gleißner u. a. (2020b):** Gleißner, Werner; Lausberg, Carsten; Schultheiß, Tobias, Stallbohm, Henrik: Kennzahlenkatalog Immobilien-Risikomanagement, Wiesbaden, Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V. Verlag, 2020
- Götze (2014):** Götze, Uwe: Investitionsrechnung, 7. Auflage, Berlin, Springer Gabler Verlag, 2014
- Grob (1984):** Grob, Heinz Lothar: Investitionsrechnung auf der Grundlage vollständiger Finanzpläne - Vorteilhaftigkeitsanalyse für ein einzelnes Investitionsobjekt, in: Das Wirtschaftsstudium : wisu : Zeitschrift für Ausbildung, Prüfung, Berufseinstieg und Fortbildung, Nr. 1, S. 16–23, 1984
- Grob (1989):** Grob, Heinz Lothar: Investitionsrechnung mit vollständigen Finanzplänen, 1. Auflage, München, Vahlen Verlag, 1989
- Grob (2015):** Grob, Heinz Lothar: Einführung in die Investitionsrechnung, 5. Auflage, München, Franz Vahlen Verlag, 2015
- Grupp (1993),** Grupp, Hariolf (Hrsg.): Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik, Bonn, Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) Verlag, 1993
- Grytting u. a. (2017):** Grytting, Iver; Svalestuen, Fredrik; Lohne, Jardar; Sommerseth, Håvard; Augdal, Siri, Lædre, Ola: Use of LoD Decision Plan in BIM-projects, in: Procedia Engineering, S. 407–414, 2017
- Günthner u. a. (2011):** Günthner, Willibald, Borrmann, André: Digitale Baustelle- innovativer Planen, effizienter Ausführen, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 2011
- Häder (2014):** Häder, Michael: Delphi-Befragungen, 3. Auflage, Wiesbaden, Springer VS Verlag, 2014
- Hajian u. a. (2010):** Hajian, Hamid, Becerik-Gerber, Burcin: Scan to BIM: Factors Affecting Operational and Computational Errors and Productivity Loss, in: 27th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2010), S. 265–272, 2010
- Ham u. a. (2018):** Ham, Namhyuk; Moon, Sungkon; Kim, Ju-Hyung, Kim, Jae-Jun: Economic Analysis of Design Errors in BIM-Based High-Rise Construction Projects: Case Study of Haeundae L Project, in: Journal of Construction Engineering and Management, American Society of Civil Engineers Verlag, 144 (6), S. 1–14, 2018

**Han u. a. (2016):** Han, Kevin K., Golparvar-Fard, Mani: Potential of big visual data and building information modeling for construction performance analytics: An exploratory study, in: Automation in Construction, Nr. 73, S. 184–198, 2016

**Heinendirk (2015):** Heinendirk, Eva: Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Investitionsentscheidung von Handelsimmobilien - Entwicklung eines Modells zur Entscheidungsunterstützung institutioneller Investoren, Dissertation, Technische Universität, Dortmund, 2015

**Heinhold (1999):** Heinhold, Michael: Investitionsrechnung, 8. Auflage, München, Oldenbourg Verlag, 1999

**Heinrich (2006):** Heinrich, Nils: Entwicklung von Parametern zur Risikobewertung für Projektentwicklungen auf brachgefallenen Flächen - am Beispiel freizeitlich orientierter Projekte, Dissertation, Universität, Kassel, 2006

**Heister (1962):** Heister, Matthias: Rentabilitätsanalyse von Investitionen, Wiesbaden, Springer Verlag, 1962

**Held (2010):** Held, Torsten: Immobilien-Projektentwicklung, Heidelberg, Springer Verlag, 2010

**Helmus u. a. (2017):** Helmus, Manfred; Meins-Becker, Anica, Kelm, Agnes: Teil 1: Grundlagenbericht Building Information Modeling und Prozesse, Onlinefassung, Bergische Universität Wuppertal (Hrsg.), 2017

**Helmus u. a. (2018):** Helmus, Manfred; Meins-Becker, Anica; Kelm, Agnes; Kaufhold, Matthias, Khorrami, Nahid: Entwicklung einer idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2018

**Hildenbrand (1988):** Hildenbrand, Karlheinz: Systemorientierte Risikoanalyse in der Investitionsplanung, 1. Auflage, Duncker & Humblot Verlag, 1988

**Hofstadler u. a. (2016):** Hofstadler, Christian, Kummer, Markus: Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft, Berlin, Springer Vieweg Verlag, 2016

**Holthaus (2007):** Holthaus, Ursula: Ökonomisches Modell mit Risikobetrachtung für die Projektentwicklung - Eine Problemanalyse mit Lösungsansätzen, Dissertation, Technische Universität, Dortmund, 2007

**Husmann u. a. (2012):** Husmann, Sven, Kruschwitz, Lutz: Finanzierung und Investition, 7., überarbeitete und erweiterte Auflage, München, De Gruyter Verlag, 2012

**Institute of Engineering and Technology (2016):** Institute of Engineering and Technology: Accelerating the adoption of Building Information Modelling (BIM) in the Built Environment, Institute of Engineering and Technology (Hrsg.), 2016

**Isenhöfer (1999):** Isenhöfer, Björn: Strategisches Management von Projektentwicklungsunternehmen, Dissertation, Universität, Regensburg, 1999

**Jakoby (2015):** Jakoby, Walter: Projektmanagement für Ingenieure, 3. Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2015

**Jernigan (2008):** Jernigan, Finith E.: BIG BIM, little bim, 2. Auflage, Salisbury, Md, 4Site Press Verlag, 2008



- Jung u. a. (2014):** Jung, Jaehoon; Hong, Sungchul; Jeong, Seongsu; Kim, Sangmin; Cho, Hyoungsig; Hong, Seunghwan, Heo, Joon: Productive modeling for development of as-built BIM of existing indoor structures, in: Automation in Construction, S. 68–77, 2014
- Kaden u. a. (2020):** Kaden, Robert; Donaubaue, Andreas; DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V., Runder Tisch GIS e.V.: Leitfaden Geodäsie und BIM, Onlinefassung, 2.1. Auflage, Kaden, Robert; Donaubaue, Andreas; DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V.; Runder Tisch GIS e.V. (Hrsg.), 2020
- Kalusche (2018):** Kalusche, Wolfdietrich: BKI Handbuch Kostenplanung im Hochbau, 3. Auflage, Stuttgart, BKI Verlag, 2018
- Kapellmann u. a. (2020),** Kapellmann, Klaus Dieter; Messerschmidt, Burkhard (Hrsg.): VOB - Teile A und B : Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen mit Vergabeverordnung (VgV), 7. Aufl., München, C.H. Beck Verlag, 2020
- Kassem u. a. (2014):** Kassem, Mohamad; Kelly, Graham; Dawood, Nashwan; Serginson, Michael, Lockley, Steve: BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex, in: Built Environment Project and Asset Management, Emerald Insight Verlag, Nr. 3, S. 261–277, 2014
- Keefer u. a. (1983):** Keefer, Donald L., Bodily, Samuel E.: Three-point approximations for continuous random variables, in: Management science : journal of the Institute for Operations Research and the Management Sciences, Nr. 5, S. 595–609, 1983
- Kelly u. a. (2019):** Kelly, David, Ilozor, Benedict: A Quantitative Study of the Relationship between Project Performance and BIM Use on Commercial Construction Projects in the USA, in: International Journal of Construction Education and Research, Routledge Verlag, Nr. 1, S. 3–18, 2019
- Kern (1974):** Kern, Werner: Investitionsrechnung, Stuttgart, Poeschel Verlag, 1974
- Kinateder (2017a):** Kinateder, Thomas: Bauprojektmanagement, in: Rottke, N. u. a. (Hrsg.), Immobilienwirtschaftslehre - Management, 1. Auflage, Wiesbaden, Springer Gabler Verlag, 2017
- Kinateder (2017b):** Kinateder, Thomas: Lebenszyklus, in: Rottke, N. u. a. (Hrsg.), Immobilienwirtschaftslehre - Management, 1. Auflage, Wiesbaden, Springer Gabler Verlag, 2017
- Klein (2011):** Klein, Martin: Monte-Carlo Simulation und Fuzzifizierung qualitativer Informationen bei der Unternehmensbewertung, Dissertation, Friedrich Alexander Universität, Nürnberg Erlangen, 2011
- Klein u. a. (2012):** Klein, Laura; Li, Nan, Becerik-Gerber, Burcin: Imaged-based verification of as-built documentation of operational buildings, in: Automation in Construction, S. 161–171, 2012
- Kochendörfer u. a. (2001):** Kochendörfer, Bernd, Liebchen, Jens: Kostenmanagement, in: Berner, F. u. a. (Hrsg.), Bau-Projekt-Management, Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2001
- Kofner (2016):** Kofner, Stefan: Investitionsrechnung für Immobilien, 4. Auflage, Freiburg im Breisgau, Haufe-Lexware Verlag, 2016

**Krüger (2020):** Krüger, Marius: BIM or No-BIM? Eine Einschätzung der Wirtschaftlichkeit am Beispiel einer städtebaulichen Projektentwicklung, Masterarbeit, Technische Universität, Dortmund, 2020

**Kruschwitz (1976):** Kruschwitz, Lutz: Finanzmathematische Endwert- und Zinsfußmodelle, in: Journal of business economics : JBE, Nr. 3, S. 245–262, 1976

**Kruschwitz (2020):** Kruschwitz, Lutz: Investitionsrechnung, 4., bearb. Auflage Reprint 2020, Berlin/Boston, De Gruyter Verlag, 2020

**Kummer (2015):** Kummer, Markus: Aggregierte Berücksichtigung von Produktivitätsverlusten bei der Ermittlung von Baukosten und Bauzeiten – Deterministische und probabilistische Betrachtungen, Dissertation, Technische Universität, Graz, 2015

**Kurzrock (2016):** Kurzrock, Björn-Martin: Einflussfaktoren auf die Performance von Immobilien-Direktanlagen, Springer Gabler Verlag, 2016

**Latiffi u. a. (2019):** Latiffi, Aryani Ahmad, Tai, Ng Hua: The Influence of Building Information Modelling (BIM) towards Return on Investment (ROI) from the Perspective of Malaysian Developers: A Qualitative Approach, in: MATEC Web of Conferences, Nr. 266, 2019

**Laux u. a. (2014):** Laux, Helmut; Gillenkirch, Robert M., Schenk-Mathes, Heike Yasmin: Entscheidungstheorie, 9. Auflage, Berlin, Springer Gabler Verlag, 2014

**Lederer (2016),** Lederer, Marijan-Maximilian (Hrsg.): Redevelopment von Bestandsimmobilien - Planung, Steuerung und Bauen im Bestand, 3. Aufl., München, C.H. Beck Verlag, 2016

**Li u. a. (2014):** Li, Jian; Hou, Lei; Wang, Xiangyu; Wang, Jun; Guo, Jun; Zhang, Shao-hua, Jiao, Yi: A Project-Based Quantification of BIM Benefits, in: International Journal of Advanced Robotic Systems, 11, 123, 2014

**Liebich u. a. (2011):** Liebich, Thomas; Schweer, Carl-Stephan, Wernik, Siegfried: Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung, Schlussbericht, Onlinefassung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung Verlag, 2011

**Love u. a. (2013):** Love, Peter; Matthews, Jane; Simpson, Ian; Hill, Andrew, Olatunji, Oluwole A.: A benefits realization management building information modeling framework for asset owners, in: Automation in Construction, Nr. 37, S. 1–10, 2013

**Lu u. a. (2014):** Lu, Weisheng; Fung, Ada; Peng, Yi; Liang, Cong, Rowlinson, Steve: Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves, in: Building and Environment, Nr. 82, S. 317–327, 2014

**Malesa u. a. (2013):** Malesa, Marcin; Malowany, Krzysztof; Tomczak, Urszula; Siwek, Bartłomiej; Kujawińska, Małgorzata, Siemińska-Lewandowska, Anna: Application of 3D digital image correlation in maintenance and process control in industry, in: Computers in Industry, Nr. 64, S. 1301–1315, 2013

**Männel (2000):** Männel, Wolfgang: Rentabilitätsorientiertes Investitionscontrolling nach der Methode des internen Zinssatzes, in: Controlling und Management, Nr. 6, S. 325–341, 2000

- May u. a. (1998):** May, Alexander; Eschenbaum, Friedrich, Breitenstein, Oliver: Projektentwicklung, in: May, A. u. a. (Hrsg.), Projektentwicklung im CRE-Management, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg Verlag, 1998
- Meinen (2004):** Meinen, Heiko: Quantitatives Risikomanagement in der Bauwirtschaft, Dissertation, TU Dortmund, Dortmund, 2004
- Meissl (2010):** Meissl, Alexander: Strategische Projektentwicklung bei Immobilien: die VSC-Methode, 1. Auflage, Hamburg, Diplomica Verlag GmbH Verlag, 2010
- Nadler u. a. (2006):** Nadler, Michael, Malotki, Christian von: Wertschöpfungspotentiale geographischer Informationssysteme in der Immobilienentwicklung, in: Schrenk, M. (Hrsg.), Sustainable solutions for the information society,, Wien, Kompetenzzentrum für Stadtplanung und Regionalentwicklung Verlag, 2006
- Neelamkavil u. a. (2012):** Neelamkavil, J., Ahamed, S. S.: The Return on Investment from BIM-driven Projects in Construction, National Research Council Canada (NRC) (Hrsg.), 2012
- Nemuth (2005):** Nemuth, Tilo: Risikomanagement bei internationalen Bauprojekten, Dissertation, Technische Universität, Dresden, 2005
- Niederberger u. a. (2019),** Niederberger, Marlen; Renn, Ortwin (Hrsg.): Delphi-Verfahren in den Sozial- und Gesundheitswissenschaften - Konzept, Varianten und Anwendungsbeispiele, Wiesbaden, Springer VS Verlag, 2019
- Palisade (2020):** Palisade: @Risk Software, Studentenlizenz. Version 8 - Software-Handbuch, 2020
- Pătrăucean u. a. (2015):** Pătrăucean, Viorica; Armeni, Iro; Nahangi, Mohammad; Yeung, Jamie; Brilakis, Ioannis, Haas, Carl: State of research in automatic as-built modelling, in: Advanced Engineering Informatics, S. 162–171, 2015
- Pfnür (2011):** Pfnür, Andreas: Modernes Immobilienmanagement, 3. Auflage, Heidelberg/Dordrecht/London/New York, Springer Verlag Verlag, 2011
- Pitschke (2004):** Pitschke, Christoph: Die Finanzierung gewerblicher ImmobilienProjektentwicklungen unter Basel II, Dissertation, European Business School, Oestrich-Winkel, 2004
- planen-bauen 4.0 (2020):** planen-bauen 4.0: BIM-basierter Bauantrag – Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt ZukunftBAU, Onlinefassung, 2020, URL: <https://planen-bauen40.de/bim-basierter-bauantrag-ergebnisse-aus-dem-forschungsprojekt-zukunftbau/>, abgerufen am: 18. Mai 2020
- Poss (2017):** Poss, Ralf: Erlass zum Einsatz von BIM bei öffentlichen Bauvorhaben, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.), 2017
- Preuß u. a. (2016):** Preuß, Norbert, Schöne, Lars Bernhard: Real Estate und Facility Management, 4. Auflage, Berlin/Heidelberg, Springer Vieweg Verlag, 2016
- Püstow u. a. (2015):** Püstow, Moritz; May, Ilka, Peitsch, Daniel: Reformkommission Bau von Großprojekten, Berlin, Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur Verlag, 2015

- Quintana u. a. (2017):** Quintana, B.; Prieto, S. A.; Adán, A., Bosché, F.: Door detection in 3D coloured point clouds of indoor environments, in: Automation in Construction, Nr. 85, S. 146–166, 2017
- Rebolj u. a. (2017):** Rebolj, Danijel; Pučko, Zoran; Babič, Nenad Čuš; Bizjak, Marko, Mongus, Domen: Point cloud quality requirements for Scan-vs-BIM based automated construction progress monitoring, in: Automation in Construction, Nr. 84, S. 323–334, 2017
- Reddy (2012):** Reddy, K. Pramod: BIM for building owners and developers, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons Verlag, 2012
- Reich (2018):** Reich, Sebastian: Technical Due Diligence, in: Just, T. u. a. (Hrsg.), Real Estate Due Diligence, Cham (SUI), Springer International Publishing Verlag, 2018
- Rock u. a. (2016):** Rock, Verena, Hennig, Kerstin: Immobilienmarketing, in: Schulte, K.-W. u. a. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 5. Auflage, Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016
- Rodeck u. a. (2020):** Rodeck, Martin; Schulz-Wulkow, Christian; Fischer, Maurice; Hellmuth, Alexander; Kohl, Niklas, Seyler, Nicolas: Fünf Jahre Digitalisierung in der Immobilienwirtschaft, Ernst & Young Real Estate; ZIA Zentraler Immobilien Ausschuss e.V. (Hrsg.), 2020
- Romeike (2018):** Romeike, Frank: Risikomanagement, Wiesbaden, Springer Gabler Verlag, 2018
- Romeike u. a. (2020):** Romeike, Frank, Hager, Peter: Erfolgsfaktor Risiko-Management 4.0, 4., vollst. überarb. Auflage 2020, Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden Verlag, 2020
- Ropeter-Ahlers (1998):** Ropeter-Ahlers, Sven-Eric: Investitionsanalyse für Gewerbeimmobilien, Dissertation, European Business School, Oestrich-Winkel, 1998
- Rottke (2004):** Rottke, Nico: Investitionen mit Real Estate Private Equity - Herleitung eines anreizkompatiblen Beteiligungsmodells unter Berücksichtigung der Transaktionskosten- und Agency-Theorie, Dissertation, European Business School, Oestrich-Winkel, 2004
- Rottke u. a. (2017),** Rottke, Nico; Thomas, Matthias (Hrsg.): Immobilienwirtschaftslehre - Management, Wiesbaden, Springer Gabler Verlag, 2017
- Rudloff (2009):** Rudloff, Raoul: Modul- und Prozessmodell zur Lebenszyklusrenditeberechnung eines Bauwerks, Dissertation, Universität der Bundeswehr München, München, 2009
- Schäfer u. a. (2002),** Schäfer, Jürgen; Conzen, Georg (Hrsg.): Praxishandbuch der Immobilien-Projektentwicklung, München, Beck Verlag, 2002
- Schäfers u. a. (2016):** Schäfers, Wolfgang; Holzmann, Christoph; Schulte, Kai-Magnus, Lang, Stephan: Immobilienfinanzierung, in: Schulte, K.-W. u. a. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 5. Auflage, Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016

- Schmidt u. a. (1997):** Schmidt, Reinhard H., Terberger, Eva: Grundzüge der Investitions- und Finanzierungstheorie, 4., aktualisierte Auflage, Wiesbaden, Gabler Verlag Verlag, 1997
- Schneeweiß (1966):** Schneeweiß, Hans: Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg Verlag, 1966
- Schneider (1992):** Schneider, Dieter: Investition, Finanzierung und Besteuerung, 7. Auflage, 1992
- Schrammel u. a. (2016):** Schrammel, Florian, Wilhelm, Ernst: Rechtliche Aspekte im Building Information Modeling (BIM), Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2016
- Schulte u. a. (2002),** Schulte, Karl-Werner; Bone-Winkel, Stephan (Hrsg.): Handbuch Immobilien-Projektentwicklung, 2. Aufl., Köln, Immobilien Informationsverlag Rudolf Müller Verlag, 2002
- Schulte u. a. (2016a):** Schulte, Karl-Werner; Sotelo, Ramon; Allendorf, Georg J.; Ropeter-Ahlers, Sven-Eric, Lang, Stephan: Immobilieninvestition, in: Schulte, K.-W. u. a. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 5. Auflage, Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016
- Schulte u. a. (2016b),** Schulte, Karl-Werner; Bone-Winkel, Stephan; Schäfers, Wolfgang (Hrsg.): Immobilienökonomie - I: Betriebswirtschaftliche Grundlagen, 5. Aufl., Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016
- Schulte u. a. (2016c):** Schulte, Karl-Werner; Holzmann, Christoph, Wurstbauer, Daniel: Institutionelle Aspekte der Immobilienökonomie, in: Schulte, K.-W. u. a. (Hrsg.), Immobilienökonomie, 5. Auflage, Berlin, De Gruyter Oldenbourg Verlag, 2016
- Schweitzer (2011):** Schweitzer, Marcell: (Planung) und Steuerung, in: Bea, F. X. u. a. (Hrsg.), Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 10. Auflage, Stuttgart, Fischer; Lucius et Lucius Verlag, 2011
- Sheryl Staub-French u. a. (2007):** Sheryl Staub-French, Atul Khazode: 3D and 4D modeling for design and construction coordination: issues and lessons learned, in: Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Nr. 12, S. 381–407, 2007
- Siemon (2006):** Siemon, Klaus D.: Baukosten bei Neu- und Umbauten, 3. Auflage, Wiesbaden, Vieweg Verlag, 2006
- Siemon (2016):** Siemon, Klaus D.: Baukostenplanung und -steuerung, 6. Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2016
- Siniak u. a. (2019):** Siniak, Nikolai; Żróbek, Sabina; Nikolaiev, Vsevolod, Shavrov, Sergey: Building Information Modeling for Housing Renovation - Example for Ukraine, in: Real Estate Management and Valuation, DeGruyter Verlag, Nr. 27, S. 97–107, 2019
- Smits u. a. (2017):** Smits, Wim; van Buiten, Marc, Hartmann, Timo: Yield-to-BIM: impacts of BIM maturity on project performance, in: Building Research & Information, Nr. 45, S. 336–346, 2017
- Sommer (2016):** Sommer, Hans: Projektmanagement im Hochbau, 4. Auflage, Berlin/Heidelberg, Springer Vieweg Verlag, 2016

**Spitra (2020):** Spitra, Florian: Controlling in der Immobilienprojektentwicklung, in: Burger, A. u. a. (Hrsg.), Branchenspezifisches Controlling, Wiesbaden, Springer Fachmedien Verlag, 2020

**Stange (2019):** Stange, Matthias: Building Information Modelling im Planungs- und Bauprozess - Eine quantitative Analyse aus planungsökonomischer Perspektive unter besonderer Berücksichtigung der projektbezogenen BIM-Reife, Dissertation, Hafen-City Universität, Hamburg, 2019

**Statistisches Bundesamt (2020a):** Statistisches Bundesamt (Destatis): Anzahl der Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Deutschland in den Jahren 2002 bis 2019 (in 1.000), Onlinefassung, 2020

**Statistisches Bundesamt (2020b):** Statistisches Bundesamt (Destatis): Daten zu Baugenehmigungen im Hochbau:, Onlinefassung, 2020

**Statistisches Bundesamt (2021a):** Statistisches Bundesamt (Destatis): Daten zu Anzahl der Betriebe und tätige Personen im Bauhauptgewerbe (Betriebe mit 20 u. m. tätigen Personen), Onlinefassung, 2021

**Statistisches Bundesamt (2021b):** Statistisches Bundesamt (Destatis): Daten zu Anzahl der Betriebe und tätigen Personen im Wirtschaftszweig Bauhauptgewerbe (WZ08-412 Bau von Gebäuden), Onlinefassung, 2021

**Steinmüller (2019):** Steinmüller, Karlheinz: Das „klassische“ Delphi. Praktische Herausforderungen aus Sicht der Zukunftsforschung, in: Niederberger, M. u. a. (Hrsg.), Delphi-Verfahren in den Sozial- und Gesundheitswissenschaften, Wiesbaden, Springer VS Verlag, 2019

**Stock (2009):** Stock, Alexandra: Risikomanagement im Rahmen des Immobilien-Portfoliomanagements institutioneller Investoren, Dissertation, Universität, Regensburg, 2009

**Stowe u. a. (2015):** Stowe, Ken; Zhang, Sijie; Teizer, Jochen, Jaselskis, Edward J.: Capturing the Return on Investment of All-In Building Information Modeling: Structured Approach, in: Practice Periodical on Structural Design and Construction, Nr. 20, 2015

**Succar u. a. (2012):** Succar, Bilal; Sher, Willy, Williams, Anthony: Measuring BIM performance: Five metrics, in: Architectural Engineering and Design Management, Nr. 8, S. 120–142, 2012

**Sun u. a. (2020):** Sun, Chengshuang; Xu, Hanting, Jiang, Shaohua: Understanding the risk factors of BIM technology implementation in the construction industry: an interpretive structural modeling (ISM) approach, in: Engineering Construction & Architectural Management, Emerald Publishing Limited Verlag, Nr. 27, 2020

**Tang u. a. (2010):** Tang, Pingbo; Huber, Daniel; Akinci, Burcu; Lipman, Robert, Lytle, Alan: Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques, in: Automation in Construction, Nr. 19, S. 829–843, 2010

**Teizer u. a. (2020):** Teizer, Klaus; Korn, Michael; Blaurock, Reinhard; Schmidt, Valentin; Wohlfarth, Joachim; Höffle, Ingo; Obhof, Laura; Baur, Bernd; Schmidt, Benjamin; Ziegler, Christian, Koska, Patrick: BIM und Lean Management in der Praxis, 1. Auflage, Berlin, bSD Verlag Verlag, 2020

- TerHorst (1980):** TerHorst, Klaus W.: Investitionsplanung, Stuttgart u.a., Kohlhammer Verlag, 1980
- Tilke (2014):** Tilke, Carsten: Standardisierung der Anforderungen an die Immobilienprojektentwicklung unter besonderer Berücksichtigung des Finanzierungsprozesses, Dissertation, Technische Universität, München, 2014
- Tulke u. a. (2015):** Tulke, Jan, Schaper, Dirk: BIM-Manager, in: Borrmann, A. u. a. (Hrsg.), Building Information Modeling, Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2015
- U.S. Institute of Building Documentation (2016):** U.S. Institute of Building Documentation: Document C120 (Guide), 2.0. Auflage, U.S. Institute of Building Documentation (Hrsg.), 2016
- Urschel (2009):** Urschel, Oliver: Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft : - Ein Beitrag zur Verbesserung der Risikoanalyse und -bewertung, Dissertation, Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe, 2009
- Verein Deutscher Ingenieure (2018):** Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2552 - Blatt 2, 2018
- Volk u. a. (2013):** Volk, Rebekka; Stengel, Julian, Schultmann, Frank: Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs, in: Automation in Construction, Nr. 38, S. 109–127, 2013
- Werner-Ehrenfeucht u. a. (1994):** Werner-Ehrenfeucht, G., Evans, A. H.: Das» Monte-Carlo-Verfahren «bei der Bewertung von Entwicklungsprojekten, in: Zeitschrift für Immobilienwirtschaft, Bodenpolitik, Zentralbibliothek der Wirtschaftswissenschaften in der Bundesrepublik Deutschland Verlag, 1994
- Wiedenmann (2004):** Wiedenmann, Markus: Risikomanagement bei der Immobilienprojektentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Risikoanalyse und Risikoquantifizierung, Dissertation, Universität, Leipzig, 2004
- Wilkinson u. a. (2016):** Wilkinson, Sara J., Jupp, Julie R.: Exploring the value of BIM for corporate real estate, in: Journal of Corporate Real Estate, Nr. 4, S. 254–269, 2016
- Zeitner (2005):** Zeitner, Regina: Bewertung von Handlungsalternativen bei Investitionen in den Gebäudebestand - Eine Aufgabe für Architekten, Dissertation, Technische Universität, Berlin, 2005

## 7.2 Internetdokumente

**Anderson (2014):** Anderson, Russel: "Even the gardener asked how to use BIM...", URL: <https://www.solibri.com/news/even-gardner-asked-use-bim>, abgerufen am: 13. Januar 2020

**Autodesk ([Jahr ermittelt fehlt!]):** Autodesk: Van Wijnen Gains Competitive Edge With BIM, URL: <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/van-wijnen-gains-competitive-edge-with-bim>, abgerufen am: 13. Januar 2020

**Baldwin (2016):** Baldwin, Mark: Warum wir BIM in der Technischen Gebäudeausrüstung brauchen - BIM Praxis - Fachbeitrag exklusiv aus GI 2/16, URL: <https://www.bim-events.de/fachbeitrag-bim-in-der-tga/>

**Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (2019):** Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW: BIM-Richtlinie des BLB NRW - Auftraggeber-Informationen-Anforderungen, URL: [https://www.blb.nrw.de/fileadmin/Home/Service/Service\\_fuer\\_Auftragnehmer/Standards\\_Erlasse\\_Regelungen/BIM/bim-richtlinie-blb-nrw.pdf](https://www.blb.nrw.de/fileadmin/Home/Service/Service_fuer_Auftragnehmer/Standards_Erlasse_Regelungen/BIM/bim-richtlinie-blb-nrw.pdf), abgerufen am: 7. März 2021

**BaulInfoConsult (2019):** BaulInfoConsult: BIM-Monitor-2019 - Bauen mit BIM - 28 Prozent machen es und hoffen auf weitreichende Prozessoptimierung, URL: <https://wohnungswirtschaft-heute.de/wp-content/uploads/2019/07/BIM-Monitor-2019-Building-Information-Management-Prozessoptimierung.pdf>, abgerufen am: 22. Dezember 2020

**Becker (2017):** Becker, Eike: Building Information Modeling, URL: <https://www.haufe.de/download/immobilienwirtschaft-42017-immobilienwirtschaft-fachmagazin-fuer-management-recht-praxis-407884.pdf>, abgerufen am: 1. Februar 2021

**BNP Paribas Real Estate GmbH (2021):** BNP Paribas Real Estate GmbH: Büromarkt Düsseldorf Q1 2021, URL: <https://www.realestate.bnpparibas.de/marktberichte/buero-markt/duesseldorf-at-a-glance>, abgerufen am: 7. März 2021

**Bredhorn u. a. (2016):** Bredhorn, Jens; Dohmen, Philipp; Heinz, Marc; Liebsch, Peter, Sautter, Hanspeter: LOD / LOI – Informationen zur Detaillierungs- und Informationstiefe BIM V1.01. - Ein Dokument des BIM Praxisleitfadens 1.0, URL: <http://www.bim-blog.de/bim-praxisleitfaden-1-0/>, abgerufen am: 1. Mai 2018

**Bulwiengesa AG u. a. (2020):** Bulwiengesa AG, BF direkt Real Estate Finance: BF Quartalsbarometer - Quartalsbericht Q4/2020, URL: [https://www.bulwiengesa.de/sites/default/files/bf.qb\\_q4\\_2020\\_extern.pdf](https://www.bulwiengesa.de/sites/default/files/bf.qb_q4_2020_extern.pdf), abgerufen am: 22. Dezember 2020

**Bulwiengesa AG (2020a):** Bulwiengesa AG: Projektentwicklerstudie (A-Städte) 2020 - "Signale für einbrechendes Neubauvolumen", URL: [https://www.bulwiengesa.de/sites/default/files/pe-studie\\_2020\\_kl.pdf](https://www.bulwiengesa.de/sites/default/files/pe-studie_2020_kl.pdf), abgerufen am: 14. März 2021

**Bulwiengesa AG (2020b):** Bulwiengesa AG: Projektentwicklerstudie 2020 - Methodik, URL: [https://www.bulwiengesa.de/sites/default/files/flyer\\_methodik\\_2020.pdf](https://www.bulwiengesa.de/sites/default/files/flyer_methodik_2020.pdf), abgerufen am: 14. März 2021

**CG Gruppe (2019):** CG Gruppe: Think B-IQ - Building Intelligence by CG, URL: [www.cg-gruppe.de/innovation](http://www.cg-gruppe.de/innovation), abgerufen am: 7. Januar 2020



- CONJECT (2015):** CONJECT: Conject BIM Umfrage 2015 - Auswertung, URL: <https://docplayer.org/41788793-Conject-bim-umfrage-2015.html>, abgerufen am: 20. September 2019
- Construction Excellence (2001):** Construction Excellence: Avanti DTI Project Documentation, URL: <https://constructingexcellence.org.uk/avanti/>, abgerufen am: 10. März 2021
- Consus Real Estate (2020):** Consus Real Estate: Digitalisierung » Building Intelligence - Webseite, URL: <https://www.consus.ag/digitalisierung>, abgerufen am: 24. Dezember 2020
- DEUBIM GmbH (2018):** DEUBIM GmbH: Pre-BIM-Abwicklungsplan für RMA - BIM-Mittelstandsleitfaden, URL: [http://www.biminstitut.de/files/bim\\_institut/media/01\\_Forschung/BIM%20-%20Mittelstandsleitfaden/BAP%20FMZ%20Leinefelde.pdf](http://www.biminstitut.de/files/bim_institut/media/01_Forschung/BIM%20-%20Mittelstandsleitfaden/BAP%20FMZ%20Leinefelde.pdf), abgerufen am: 7. März 2021
- Deutsche Bahn (2021):** Deutsche Bahn: BIM-Projektentwicklungsplan Muster - BIM-Methodik Digitales Planen und Bauen, URL: <https://www1.deutschebahn.com/resource/blob/1787096/95d8385e838e231c1574799553271fe5/BIM-Projektentwicklungsplan-data.pdf>, abgerufen am: 7. März 2021
- Empirica Institut (2021):** Empirica Institut: Verwendete Daten aus empirica Preisdatenbank - bis 2012 Q2: IDN Immodaten GmbH / ab 2012 Q1: empirica-systeme Marktdatenbank, URL: [https://www.empirica-institut.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen\\_Referenzen/PDFs/empirica-Preisdatenbank.pdf](https://www.empirica-institut.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen_Referenzen/PDFs/empirica-Preisdatenbank.pdf), abgerufen am: 1. Mai 2021
- Golinski (2018):** Golinski, Ralf-Stefan: Ergebnisse der BIM Umfrage bei Teilnehmern der BIM World Munich 2018, URL: <https://www.cafmring.de/die-3-bim-umfrage-anlaesslich-der-bim-world-munich-liegt-vor/>, abgerufen am: 1. Februar 2021
- Golinski (2019):** Golinski, Ralf-Stefan: Ergebnisse der 4. BIM Umfrage der BIM World Munich 2019 - Eine Kooperation von BIM World Munich und CAFM Ring e.V., URL: <https://www.cafm-news.de/umfrage-bim-world-munich-2019/>, abgerufen am: 2. Februar 2021
- Golinski (2020):** Golinski, Ralf-Stefan: 5. BIM Umfrage anlässlich des BIM-Tag Deutschland mit Verbandsgipfel 2020 - Digital und Nachhaltig - Die deutsche Bau- und Immobilienwirtschaft in der Transformation, URL: <https://bimtagdeutschland.de/5-bim-umfrage/>, abgerufen am: 2. Februar 2021
- Graphisoft (2020):** Graphisoft: BIMx Model Transfer, URL: <https://bimx.graphisoft.com/>, abgerufen am: 24. Dezember 2020
- Management Circle AG (2018):** Management Circle AG: Die Digitalisierung der Immobilienbranche durch Building Information Modeling - Definition sowie Vor- und Nachteile der Technik, URL: [www.mcag.de/immoblog](http://www.mcag.de/immoblog), abgerufen am: 4. März 2020
- McGraw Hill Construction (2009):** McGraw Hill Construction: Smart Market Report - The Business Value of BIM - Getting Building Information Modeling to the Bottom Line, URL: [http://images.autodesk.com/adsk/files/final\\_2009\\_bim\\_smartmarket\\_report.pdf](http://images.autodesk.com/adsk/files/final_2009_bim_smartmarket_report.pdf), abgerufen am: 1. Februar 2021
- McGraw Hill Construction (2010):** McGraw Hill Construction: Smart Market Report - The Business Value of BIM in Europe - Getting Building Information Modeling to the

Bottom Line in the United Kingdom, France and Germany, URL: [https://images.autodesk.com/adsk/files/business\\_value\\_of\\_bim\\_in\\_europe\\_smr\\_final.pdf](https://images.autodesk.com/adsk/files/business_value_of_bim_in_europe_smr_final.pdf), abgerufen am: 3. März 2021

**McGraw Hill Construction (2012):** McGraw Hill Construction: Smart Market Report - The Business Value of BIM in North America - Multi Year Trend Analysis and User Ratings (2007 - 2012), URL: <https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/bim-value/mhc-business-value-of-bim-in-north-america.pdf>, abgerufen am: 3. März 2021

**McGraw Hill Construction (2014a):** McGraw Hill Construction: Smart Market Report - The business value of BIM for Construction in Major Global Markets - How Contractors around the World are driving Innovation with BIM, URL: [https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim\\_construction.pdf](https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf), abgerufen am: 2. März 2021

**McGraw Hill Construction (2014b):** McGraw Hill Construction: Smart Market Report - The business value of BIM for Owners, URL: [https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Business%20Value%20of%20BIM%20for%20Owners%20SMR%20\(2014\).pdf](https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/pdf/Business%20Value%20of%20BIM%20for%20Owners%20SMR%20(2014).pdf), abgerufen am: 23. Dezember 2020

**ORCA Software GmbH (2020):** ORCA Software GmbH: ORCA BIM Studie 2020 - Erfahrungen und Einschätzungen - Wir haben nachgefragt: Ihre Erfahrungen und Einschätzungen zu BIM, URL: <https://www.orca-software.com/service/whitepaper/orca-bim-studie-2020/>, abgerufen am: 10. März 2021

**PricewaterhouseCoopers (2018):** PricewaterhouseCoopers: Baubranche aktuell - Wachstum 2020 - Digitalisierung und BIM, URL: <https://www.pwc.de/de/industrielle-produktion/baubranche-aktuell-wachstum-2020-maerz-2018.pdf>, abgerufen am: 12. Dezember 2019

**PricewaterhouseCoopers (2019):** PricewaterhouseCoopers: Digitalisierung der deutschen Bauindustrie, URL: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/digitalisierung-der-deutschen-bauindustrie-2019.pdf>, abgerufen am: 23. Dezember 2020

**RIB Softwarehersteller (2016):** RIB Softwarehersteller: iTWO-5D-Unternehmenslösung für integrales Planen und Bauen (Werbebroschüre) - Referenzen, URL: <https://docplayer.org/18868279-5d-unternehmensloesung-fuer-integrales-planen-und-bauen-referenzen.html>, abgerufen am: 1. Februar 2021

**RMA Real Estate (2020):** RMA Real Estate: Projektentwicklung Plus+ / RMA Real Estate, URL: <http://www.rma-management.de/projektentwicklung/projektentwicklung-plus/>, abgerufen am: 24. Dezember 2020

**Schulten u. a. (2019):** Schulten, Andreas, Quint, Andreas: Projektentwicklung in deutschen Metropolen - Warum Investoren jetzt für eigene Bestände bauen, URL: [https://www.caimmo.com/fileadmin/documents/Analysen/2019\\_09\\_16\\_PG\\_Sonderanalyse\\_CA\\_Immo\\_final.pdf](https://www.caimmo.com/fileadmin/documents/Analysen/2019_09_16_PG_Sonderanalyse_CA_Immo_final.pdf), abgerufen am: 23. Dezember 2020

**Staatsbetrieb Immobilien- und Baumanagement Sachsen (2020):** Staatsbetrieb Immobilien- und Baumanagement Sachsen: Muster-BAP für Pilotprojekte des SIB, URL: [https://www.sib.sachsen.de/download/BIM/20200827\\_Muster\\_BAP.pdf](https://www.sib.sachsen.de/download/BIM/20200827_Muster_BAP.pdf), abgerufen am: 7. März 2021

**usic (2018):** usic: BIM-Umfrage 2018, URL: [https://www.usic.ch/documents/782716/858147/180509\\_usic\\_BIM\\_2018\\_Publication\\_A4\\_DE\\_Web.pdf/622b9e1f-f122-2dcc-802c-04690bdfd3a2?t=1603717573297](https://www.usic.ch/documents/782716/858147/180509_usic_BIM_2018_Publication_A4_DE_Web.pdf/622b9e1f-f122-2dcc-802c-04690bdfd3a2?t=1603717573297), abgerufen am: 1. März 2021

**usic (2019):** usic: BIM-Umfrage 2019, URL: [https://www.usic.ch/documents/782716/858147/190911\\_BIM\\_Umfrage\\_2019\\_d.pdf/45c0e875-30d7-59b4-43fa-d68f6f820635?t=1603717573573](https://www.usic.ch/documents/782716/858147/190911_BIM_Umfrage_2019_d.pdf/45c0e875-30d7-59b4-43fa-d68f6f820635?t=1603717573573), abgerufen am: 9. März 2021

**Zentralverband Sanitär Heizung Klima u. a. (2018):** Zentralverband Sanitär Heizung Klima, Munich Strategy: Building Information Modeling: Neue Studie zeigt Chancen und Herausforderungen für die SHK-Branche, URL: [https://www.zvshk.de/index.php?elD=tx\\_securedownloads&p=472&u=0&g=0&t=1626076136&hash=8e54bffda24a29f02e2c32c9bfe85b9f9eed2250&file=uploads/media/06\\_PM\\_BIM.pdf](https://www.zvshk.de/index.php?elD=tx_securedownloads&p=472&u=0&g=0&t=1626076136&hash=8e54bffda24a29f02e2c32c9bfe85b9f9eed2250&file=uploads/media/06_PM_BIM.pdf), abgerufen am: 13. Januar 2020

## 8 Anlagen

### Anlagenverzeichnis

Nr.	Titel
1	BIM-Referenzen verschiedener Marktteilnehmer
2	BIM-Befragung unter Projektentwicklern
3	BIM-Wertangaben (Sekundärdaten)
4	Delphi-Verfahren Vorauswahl (Gesprächsleitfaden)
5	Delphi-Verfahren Prozessmodell (Identifizierung der BIM-Veränderungen)
6	Delphi-Verfahren Interviews (BIM Relevanzermittlung)
7	Delphi-Verfahren Ergebnisse (Technische BIM-Veränderungen)
8	Delphi-Verfahren Feedbacks (Wirtschaftliche Auswirkungen)
9	Delphi-Verfahren Zusammenfassung (Wirtschaftliche Auswirkungen)
10	Delphi-Verfahren Umrechnungstabelle (Baunebenkosten)
11	Anwendungsbeispiel: (Tabellenkalkulation)

## Anlage 1 BIM-Referenzen verschiedener Marktteilnehmer

Die nachfolgend verwendeten Typen sind eigene Annahmen, die nicht näher verifiziert worden sind. Alle Angaben basieren auf einer Internetrecherche bei den einzelnen BIM-Dienstleistern (Stand: 2020).

BIM-Dienstleister	Bauherr	Typ
AEC3	Gebäudewirtschaft der Stadt Köln	PREM
AEC3	Siemens AG	CREM
AEC3	Gasteig	CREM
AEC3	Krankenhaus Böblingen und Sindelfingen	PREM
b.i.m.m GmbH	Strabag SE	GU/GÜ
b.i.m.m GmbH	Deutsche Bahn	CREM
b.i.m.m GmbH	ED. ZÜBLIN AG	GU
Julius Berger International	HeidelbergCement	CREM
Julius Berger International	Landeshauptstadt Wiesbaden	PREM
BIM Facility AG	SBB Immobilien AG;	IREM
BIM Facility AG	STFW (Fachhochschule)	PREM
BIM2B Ingenieurgesellschaft	Stadt Hildesheim	PREM
Boll und Partner GmbH	Großklinikums „St. Marien“ in Stuttgart	PREM
Build Informed GmbH	BKW Group,	CREM
Build Informed GmbH	Deutsche Bahn	PREM
Build Informed GmbH	Roche	CREM
BIMExperts	Siemens (AT)	CREM
BIMExperts	Von der Heyden Group	IREM/Trader
BIMExperts	BMW	CREM
BIMExperts	Stadt Wien (Parlament)	PREM
BIMExperts	Stadt Hamburg (CCH)	PREM
BIMExperts	Universität Lübeck	PREM
COMPENDIUM	MAX BAUM IMMOBILIEN,	Trader-Developer
COMPENDIUM	Interboden innovative Lebenswelten	Trader-Developer
CORE architecture	Privatbauherr (Forsthaus)	Privat
CORE architecture	Privatbauherr (Büro)	CREM
CORE architecture	Studierendenwerk DUI/E	PREM
CORE architecture	Privatbauherr (Geschäftshaus)	IREM/Trader
CORE architecture	BSB Behörde für Schule und Berufsbildung	PREM
Deubim	RMA Assistance GmbH	Trader-Developer
Deubim	Deutsche Bahn	PREM
Deubim	HahnGruppe	CREM
Deubim	Volkswagen AG	CREM

<b>BIM-Dienstleister</b>	<b>Bauherr</b>	<b>Typ</b>
Deubim	Henkel AG	CREM
Deubim	GVE Gruppe	PREM
Drees & Sommer	Felix-Platter	PREM
Drees & Sommer	PREM Universitätsspital Zürich	PREM
Drees & Sommer	Mobimo AG	IREM
Drees & Sommer	CHEM (Hospital)	PREM
Drees & Sommer	CHL (Hospital)	PREM
Drees & Sommer	Stadt Heilbronn	PREM
Drees & Sommer	Haspa	CREM
Drees & Sommer	Roche	CREM
Drees & Sommer	BMW	CREM
Drees & Sommer	Sberbank	CREM
formitas AG	Köln Messe	CREM
formitas AG	Aurelis	IREM
formitas AG	CG Gruppe	Trader-Developer
formitas AG	BOB efficiency design AG	PREM
Hochtief ViCon GmbH	Elbphilharmonie Hamburg	PREM
Küpper+Partner	Universitätsspital Zürich	PREM
Küpper+Partner	Klinikum Wuppertal GmbH	PREM
Küpper+Partner	Automotive (anonym)	CREM
Küpper+Partner	Klinik Hallerwiese	PREM
Küpper+Partner	Gemeinde Unterföhring	PREM
Küpper+Partner	Stadt Ingolstadt	PREM
Küpper+Partner	Waldkrankenhaus Erlangen	PREM
Küpper+Partner	Universitätsklinikum Gießen	PREM
Küpper+Partner	Dritter Orden München	PREM
Tulitec	Bonava	Trader-Developer
Vrame	EDGE	Trader-Developer
Vrame	Revitalis	IREM/Trader
Vrame	BMW Group	CREM
Vrame	SIGNA	IREM

## Anlage 2 BIM Umfrage unter Projektentwicklern

### Sechs kontroverse Thesen zum Thema BIM

**\*Wie bewerten Sie die nachfolgenden sechs Aussagen?**

Für jede Aussage benötigen wir Ihre Einschätzung indem Sie den Daumen heben oder senken (siehe Legende). Zur Konkretisierung ihrer Annahmen führen Sie dies bitte in Bezug auf ein begrenzt komplexes (z.B. Neubau Wohn-/Büroimmobilien) und für ein sehr komplexes Entwicklungsvorhaben (z.B. innerstädtisches Shopping Center) durch.



Stimme gar nicht zu



Neutral



Stimme voll zu

	begrenzt komplexe Projekte				sehr komplexe Projekte			
Der BIM-Einsatz verursacht höhere Baunebenkosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der BIM-Einsatz verursacht geringere Baukosten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der BIM-Einsatz senkt die Projektlaufzeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durch den BIM-Einsatz stimmen "Soll" und "Ist" besser überein	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durch den BIM-Einsatz steigt meine Rendite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Kapitalgeber (Financiers) fordern den BIM-Einsatz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Zurück

Weiter

Fast geschafft. Teilen Sie uns noch kurz mit, welche Art von Projektentwickler Sie sind...

Welchem Projektentwicklertyp entsprechen Sie?

**👉 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:**

- Investor-Developer (Ankauf - Entwicklung - Vermietung/Eigennutzung)
- Trader-Developer (Ankauf - Entwicklung - Verkauf)
- Service-Developer (Entwicklungs-Dienstleister)
- Sonstige (mit Angabe)

Wie groß ist ihr durchschnittliches Projektvolumen?

**👉 Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:**

- < 1 Mio. Euro
- 1-5 Mio. Euro
- 5-20 Mio. Euro
- 20-100 Mio. Euro
- >100 Mio. Euro



Welche Leistungen werden in Ihrem Unternehmen intern (eigene Mitarbeiter) im Rahmen der Projektentwicklungen erbracht?

Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

- Kapitalbeschaffung (Finanzierung)
- Konzeption
- Objektplanung
- Bauausführung
- Projektmanagement
- Vermarktung

Mehrfachauswahl möglich.

Zurück

Absenden

LimeSurvey | Über ITMC | Kontakt

**... und schon geschafft!**

Mit Ihren Antworten helfen Sie uns die Berechnungsergebnisse abzugleichen. Die Befragung ist Teil einer Doktorarbeit und wird im Laufe des kommenden Jahres veröffentlicht.

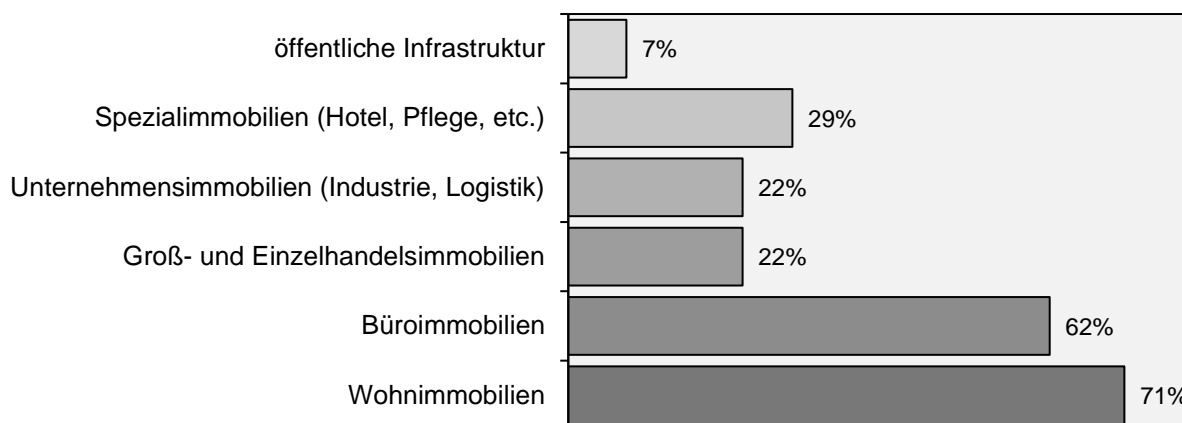
Bei Fragen und Anregungen können Sie uns gerne kontaktieren.



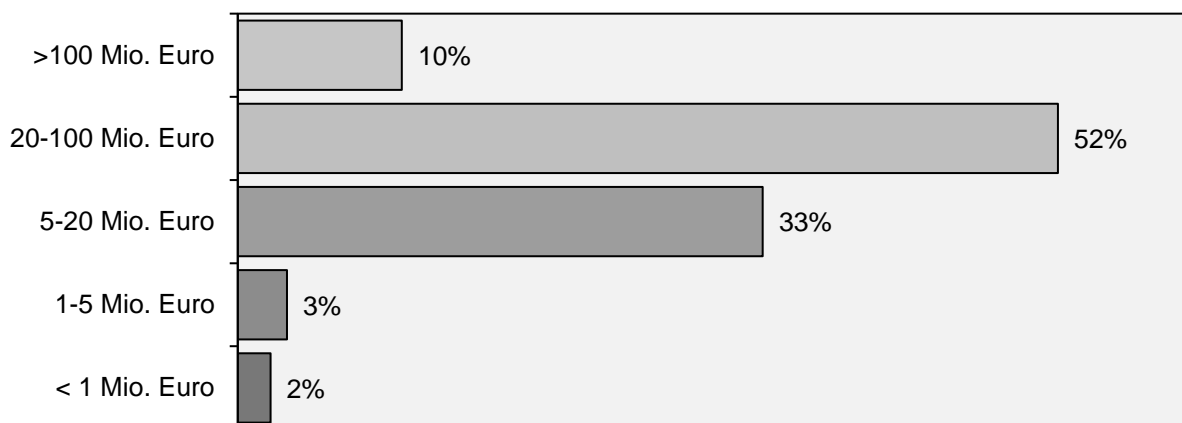
Christoph Ebbing M.Sc.  
Lehrstuhl für Immobilienentwicklung  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter/Doktorand  
Mail: christoph.ebbing@tu-dortmund.de  
Fon: 0231 755 2513

Prof. Dr. Michael Nadler  
Lehrstuhl für Immobilienentwicklung  
Mail: immo.rp@tu-dortmund.de  
Fon: 0231 755 7906 (Sekretariat Fr. Guba)  
Webseite: immo.tu-dortmund.de

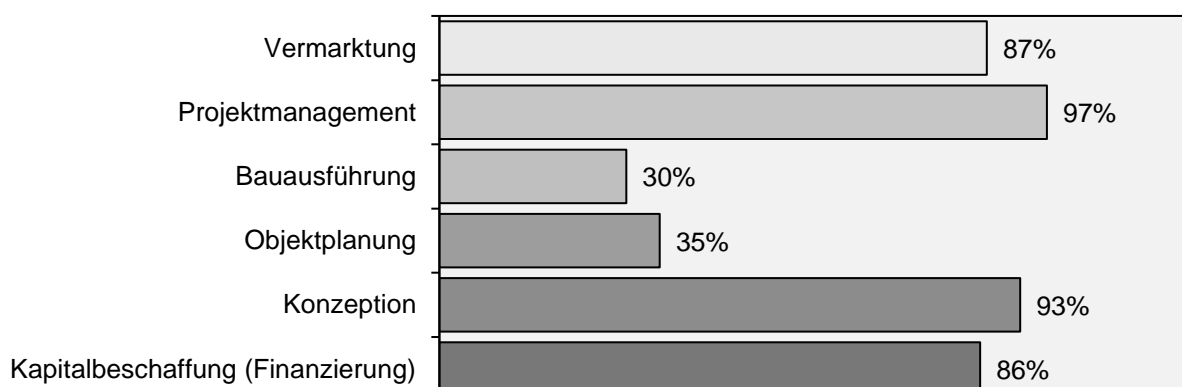
### "Welche Projekte entwickeln Sie?"



### "Wie hoch ist Ihr durchschnittliches Projektvolumen?"



### "Welche Leistungen werden in Ihrem Unternehmen intern (eigene Mitarbeiter) im Rahmen der Projektentwicklung erbracht?"



## Anlage 3 BIM-Wertangaben (Sekundärdaten)

Ausprägung	Quelle
<b>Zusammenfassung aus 32 Projekten</b> Max. -40% weniger unbezahlte Änderungen Max. 3% (abs.) geringere Kostenabweichung (Soll/Ist) Max. -80% weniger Zeit für Kostenschätzung erstellen Max. -10 % Angebotspreise Bau Max. - 7 % geringere Projektlaufzeit	(Azhar (2011), S. 243) Gilligan u. a. ((2007))
<b>Savannah State</b> 14 Mio. \$ Gesamtkosten 2 Mio. \$ gespart -14 % Baukosten	(Azhar (2011), S. 246) Gilligan u. a. ((2007))
<b>Holder's Hilton Aquarium</b> \$46 Mio. Gesamtkosten \$600 0 gespart -1,3 % Baukosten	(Azhar (2011), S. 244) Gilligan u. a. ((2007))
<b>St Helens and Knowsley</b> -60–70% Zeit (Dokumente suchen) -75–80% Zeit (Planungskoordination)	(Construction Excellence (2001))
<b>Endeavour House, Stansted</b> - 9.8% Projektkosten	
<b>Palace Exchange, Enfield</b> Max. -50% Zeit (Planungskoordination)	
<b>Festival Place, Basingstoke</b> - 9% Baukosten	
<b>Institutional Healthcare Building</b> +0.93% Projektkosten  <b>Large Institutional District Energy Project</b> + 4.1% Projektkosten -2.2% Kosten (Objektüberwachung) -1,0% Projektmanagementkosten -23% (abs.) geringere Kostenabweichung (Soll/Ist) -50% Planungsfehler (bei vor Ort Kontrolle) Kosten für Nacharbeiten: BIM=0.01% / No-BIM = 0 %	(Forgues u. a. (2013))
<b>Ashley Overlook :</b> Gesamtkosten 30 Mio \$ BIM Kosten 5000 \$ (-) Einsparungen 135.000 \$ (-0,5% Gesamtkosten)  <b>Progressive Data Center</b> Gesamtkosten 54 Mio \$ BIM Kosten 120.000 \$ (+0,2% Gesamtkosten) Einsparungen 395.000 \$ (-0,7% Gesamtkosten)  <b>Raleigh Marriot</b> Gesamtkosten 47 Mio \$ BIM Kosten 4.288 \$ (-) Einsparungen 500.000 \$ (-1,1% Gesamtkosten)  <b>GSU Library</b> Gesamtkosten 16 Mio \$ BIM Kosten 10.000 \$ (-) Einsparungen 7.412.000 \$ (-31,7% Gesamtkosten)	(Azhar (2011)) Gilligan u. a. ((2007))

Ausprägung	Quelle
<p><b>Mansion on Peachtree</b> Gesamtkosten 88 Mio \$ BIM Kosten 1.440 \$ (-) Einsparungen 15.000 \$ (-0,0% Gesamtkosten)</p> <p><b>Aquarium Hilton</b> Gesamtkosten 47 Mio \$ BIM Kosten 90000 \$ (+0,2 % Gesamtkosten) Einsparungen 800000 \$ (-1,7% Gesamtkosten)</p> <p><b>1515 Wynkoop</b> Gesamtkosten 58 Mio \$ BIM Kosten 3.800 \$ (-) Einsparungen 200.000 \$ (-0,3% Gesamtkosten)</p> <p><b>HP DATA CENTER</b> Gesamtkosten 82 Mio \$ BIM Kosten 20.000 \$ (-) Einsparungen 67.500 \$ (-)</p> <p><b>NAU SCIENCE LAB</b> Gesamtkosten 32 Mio \$ BIM Kosten 1.000 \$ (-) Einsparungen 330.000 \$ (-1,0% Gesamtkosten)</p> <p>Einsparungen wurden wie folgt berechnet: <math>Einsparungen / (Gesamtkosten + Einsparungen) * 100</math></p>	
<p><b>Projekt A:</b> Gesamtkosten 7 8 Mio \$ BIM Kosten 35640 \$ (-) Einsparungen 48.723\$ (-0,7% Gesamtkosten)</p> <p><b>Projekt B:</b> Gesamtkosten 8 4 Mio \$ BIM Kosten 44.220 \$ (-) Einsparungen 51.365 \$ (-0,6 % Gesamtkosten)</p> <p><b>Projekt C:</b> Gesamtkosten 10,7 Mio \$ BIM Kosten 53.510 \$ (-) Einsparungen 254.635 \$ (-2,3 % Gesamtkosten)</p> <p><b>Projekt D:</b> Gesamtkosten 11,8 Mio \$ BIM Kosten 58.995 \$ (-) Einsparungen 123.330 \$ (-1,0% Gesamtkosten)</p> <p><b>Projekt E:</b> Gesamtkosten 41 Mio \$ BIM Kosten 208.788 \$ (-) Einsparungen 3.662.009 \$ (-8,0 % Gesamtkosten)</p> <p><b>Projekt E:</b> Gesamtkosten 44,4 Mio \$ BIM Kosten 222.000 \$ (-) Einsparungen 887.000 \$ (-2,0% Gesamtkosten)</p> <p>Einsparungen wurden wie folgt berechnet: <math>Einsparungen / (Gesamtkosten + Einsparungen) * 100</math></p>	(Giel u. a. (2013))
<p><b>McGraw Hill Report</b> -15% (abs.) Nachtragskosten (Bau)</p>	(McGraw Hill Construction (2012))

Ausprägung	Quelle
<p><b>Research project for the University of Colorado</b> -50% Arbeitskosten Bauzeit</p> <p><b>Sutter Health Medical Center Castro Valley.</b> Gesamtkosten: \$320 Mio. Einsparungen: \$1,2 Mio (-0,4 % Gesamtkosten)</p> <p><b>Department of Energy</b> Gesamtkosten: \$100 Mio. Einsparungen: \$10 Mio (-9 % Gesamtkosten)</p> <p><b>The Camino Medical Group project in Mountain View</b> Gesamtkosten \$96.9 Mio. Einsparungen \$9 Mio.(-8,4% Gesamtkosten)</p>	(McGraw Hill Construction (2010); Neelamkavil u. a. (2012))
<p><b>Case 1</b> -67 % (rel.) Schätzung (Zeit) Soll/Ist</p> <p><b>Case 2</b> -67 % (rel.) Schätzung (Zeit) Soll/Ist +31 % Planungskosten (Architekten&amp;Ingenieure) +34 % (Besondere Leistungen) -5 % Baukosten -2 % Gesamtkosten</p> <p><b>Case 3</b> +29 % Planungskosten (Architekten&amp;Ingenieure) +47 % (Besondere Leistungen) -6 % Baukosten -1 % Gesamtkosten</p>	(Barlish u. a. (2012))
<p><b>U.S. General Services Administration office building</b> Gesamtkosten \$142 Mio. Einsparungen \$6.0 Mio. (-4,1% Gesamtkosten)</p> <p><b>New York State Office of General Service</b> Gesamtkosten \$57 Einsparungen \$2.3 Mio. (-3,9% Gesamtkosten)</p> <p><b>University classroom</b> Gesamtkosten \$79 Mio. Einsparungen \$2.1 Mio. (-2,6% Gesamtkosten)</p> <p><b>Large supermarket chain</b> Gesamtkosten \$17 Mio. Einsparungen \$0.31 Mio. (-1,8% Gesamtkosten)</p> <p><b>New hospital</b> Gesamtkosten \$70 Mio. Einsparungen \$6.77 Mio. (-8,8 % Gesamtkosten)</p> <p><b>Medical facility</b> Gesamtkosten \$200 Mio. Einsparungen \$21.0 Mio. (-9,5% Gesamtkosten)</p> <p><b>Insgesamt:</b> - 10.8% Gesamtkosten</p> <p>Einsparungen wurden wie folgt berechnet: <math>Einsparungen / (Gesamtkosten + Einsparungen) * 100</math></p>	(Stowe u. a. (2015), S. 5)

Ausprägung	Quelle
<b>Housing Project 1-2 / CIFE Studien</b> - 6.92% Gesamtkosten +25–30 % Produktivität	(Han u. a. (2016), S. 184) Lu u. a. (2014) (Sheryl Staub-French u. a. (2007))
<b>First Direct Arena Leeds (BAM UK)</b> - 5,8 % Baukosten	(Baldwin (2016))
<b>Aussage Jernigan</b> - 8 - 15% Baukosten -35 % Beratungskosten	(Jernigan (2008), 218, 244)
<b>Aussage Christoph Gröner</b> -33 % Bauzeit (12 anstatt 18 Monaten) - 25 % Baukosten	(Management Circle AG (2018))
<b>Aussage Helmut Bramann</b> -30 % Lebenszykluskosten	(Zentralverband Sanitär Heizung Klima u. a. (2018))
<b>Aussage Johann Bögl, Max Bögl Unternehmensgruppe</b> Max. -20 - 30 % Auftragssumme (GU-Baukosten)	(Günthner u. a. (2011), S. 7) (Günthner/Borrmann, 2011, S. 18)
<b>Aussage Institute of Engineering and Technology</b> -15 - 20% Lebenszykluskosten	(Institute of Engineering and Technology (2016))
<b>Aussage Martin Fischer CIFE</b> -80 % Nachtragskosten -20% Projektdauer	(RIB Softwarehersteller (2016))
<b>Aussagen Siniak</b> - 20% Projektkosten (EU) - 15-20 % Baukosten (EU) - 50 % Betriebskosten (EU)  -20-50 % Planungskosten (Ukraine) -40 % Baukosten (Ukraine)	(Siniak u. a. (2019), S. 98 f.) (Siniak u. a. (2019), S. 101)
<b>Aussage Sommer</b> +10-15% Planungskosten (Ausgleich Baukosten)  +2% Planungskosten (besondere Leistungen) -8% Baukosten -6% Gesamtkosten	(Sommer (2016), S. 76)
<b>Aussagen im Singapur BIM Guide</b> +5% Planungskosten -5% Baukosten	(Building and Construction Authority (2013))
<b>Aussage Van Wijnen</b> -50 % Bauzeit - 15% Baukosten	(Autodesk (o.J.))
<b>Aussage Liebich (AEC3)</b> Max. -15 % Projektkosten	(BuildingSmart (2012))
<b>Aussage CG Gruppe</b> -30% kürzere Projektlaufzeit -40 % Herstellkosten	(CG Gruppe (2019))
<b>Aussage Obermeyer Planen+Beraten:</b> Min -10% Fehler	(Egger u. a. (2012))
<b>Webseite CG Gruppe</b> -25 % Lebenszykluskosten	(CG Gruppe (2019))
<b>Webseite Consus Real Estate AG</b> -30% Herstellkosten	(Consus Real Estate (2020))
<b>Webseite RMA Real Estate Management</b> -15 % Arbeitszeit -15% Kosten -15% Ressourcen	(RMA Real Estate (2020))

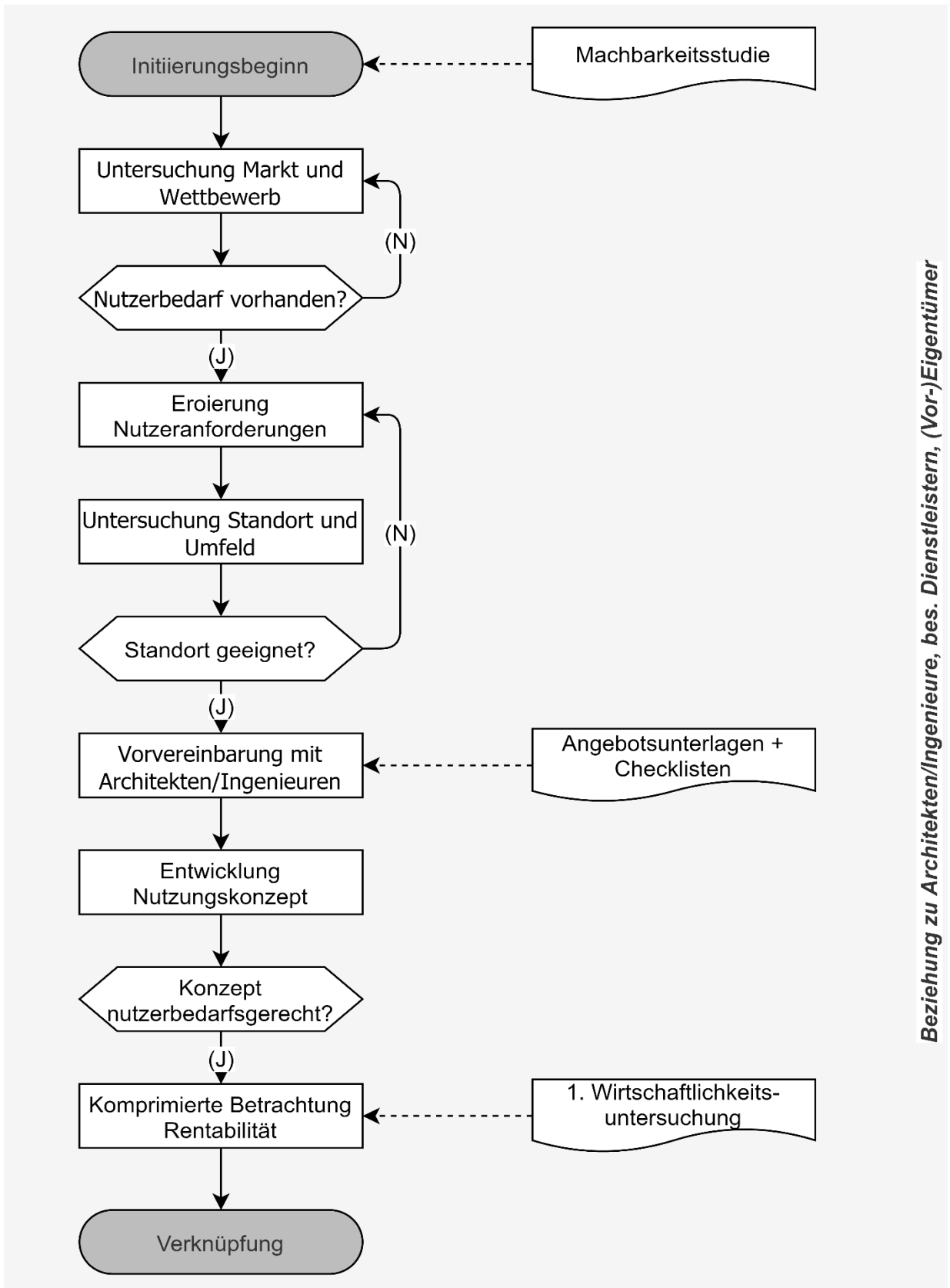
## Anlage 4 Delphi-Verfahren Vorauswahl (Gesprächsleitfaden)

Interventionen	Erwartete Vorstellungen	Bemerkungen
<b>1. Einstiegsimpuls</b>		
Wie verlief ihr Einstieg in die unternehmensinterne Entscheidung hinsichtlich der BIM-Prozessabwicklung?	Messebesuche, Fachvorträge	Begriffe erläutern lassen, Nachfrage nach Projektweit oder Einzelanwendung (BIG BIM, little BIM)
Wie würden Sie den Einsatz von BIM aus Entwicklersicht prüfen?	Technische Prüfung der Umsetzbarkeit	
<b>2. BIM Anwendungen in vergangenen Projekten</b>		
Wer beauftragt Sie für die BIM-Leistungen?	CREM, IREM, PE, GP, GU, GÜ, BU	
Welche BIM-Leistungen werden in ihren Projekten abgerufen??	Modellierungen, Prüfungen	Bei welchen Projekten? Neubau, Bestandsumbau Nach welchen Kriterien?
Welche Erfahrungen haben Sie bei eigenen Projekten bis jetzt gemacht?	Positiv/Negativbeispiele	Erfahrungen erzählen lassen, Einfluss auf Prozesse und Berechnungsparameter anfragen
<b>3. Einschätzung zu BIM Sekundärdaten</b>		
Wie beurteilen Sie die öffentlichen Aussagen zu den Auswirkungen durch den technischen Einsatz von BIM?	Unrealistische Einsparungen	Material: aufbereitete Sekundärdatenanalyse
<b>4. Vergleich Einsparungen vs. Kosten</b>		
Wie beurteilen Sie die Kosten von BIM?	Sehr unterschiedlich	Material: AHO BIM Heft Nr.11
Wie beurteilen Sie die Nutzeneffekte?	Schwierig. Qualitative Argumentation	Einsparungen? Wo?
Arbeiten Sie mit Benchmarks und historischen Projektdaten?	Nein	Falls ja, welche Zahlen?
Könnten Sie die Höhe der Kosten / Einsparungen schätzen?	Ja/Nein	Warum nicht? Auch nicht, wenn Sie eine Spanne angeben könnten? (Best, Worst, Use Case)
Unterschiede zur konventionellen Prozessabwicklung?	Fehlerreduzierung (Risiken)	Welche Auswirkungen?
Vergleich BIM vs. No-BIM sinnvoll?	Nein, zu viele Faktoren	
<b>5. Ökonomische Bewertung von BIM</b>		
Beauftragung von BIM-Leistungen eine Fragestellung aus Bauherrensicht?	Ja/Nein	Ökonomische Bewertung notwendig?
Kosten-/Nutzenschätzung möglich?	Ja/Nein (wissen aber nicht wie)	
<b>6. Ausblick - Workshop</b>		
Könnten Sie sich vorstellen an einem Forschungsprojekt teilzunehmen?	Ja/Nein	Vorstellung des Forschungsvorhaben



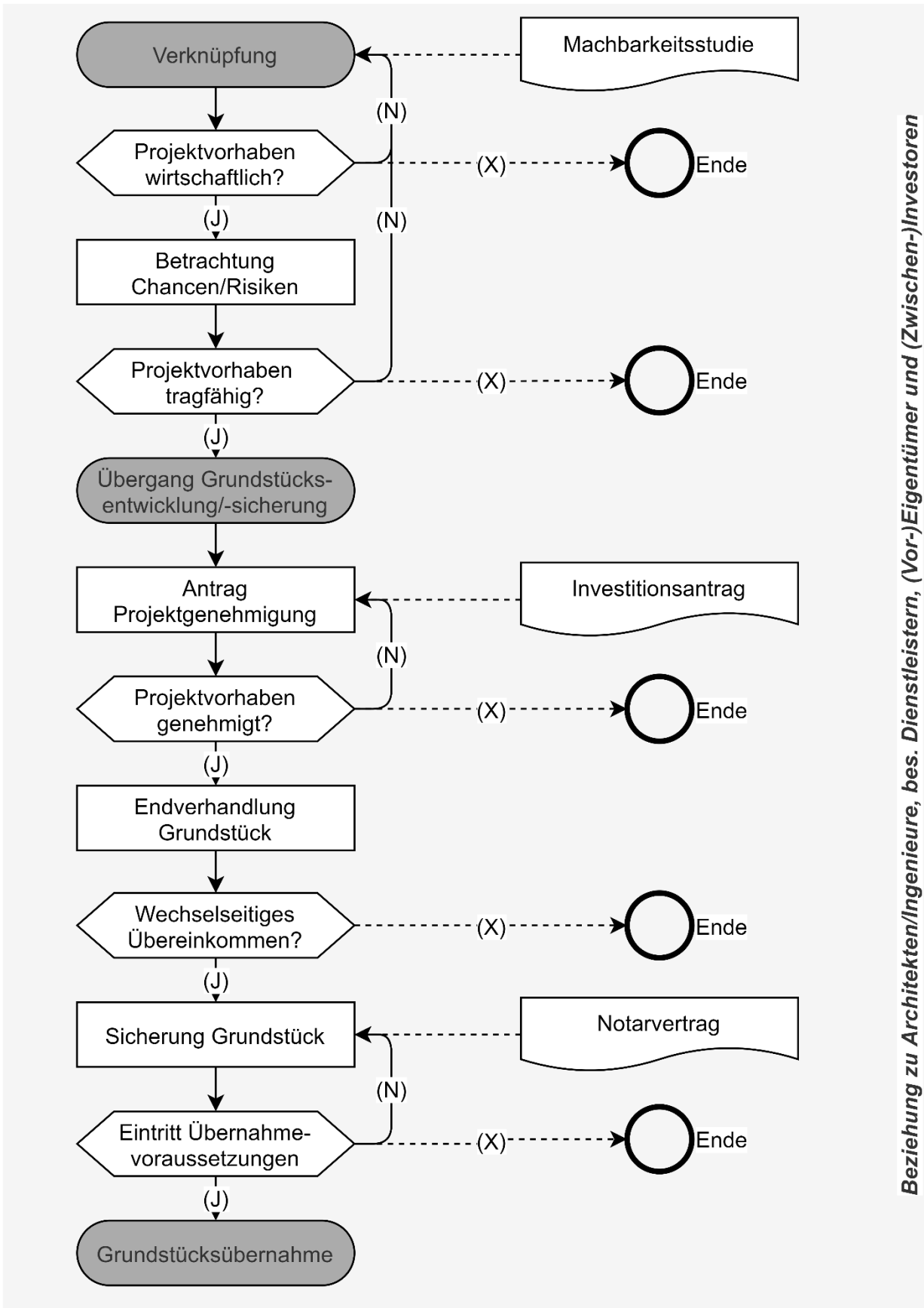
## Anlage 5 Delphi-Verfahren Prozessmodell

## Projektinitiierung Teil I



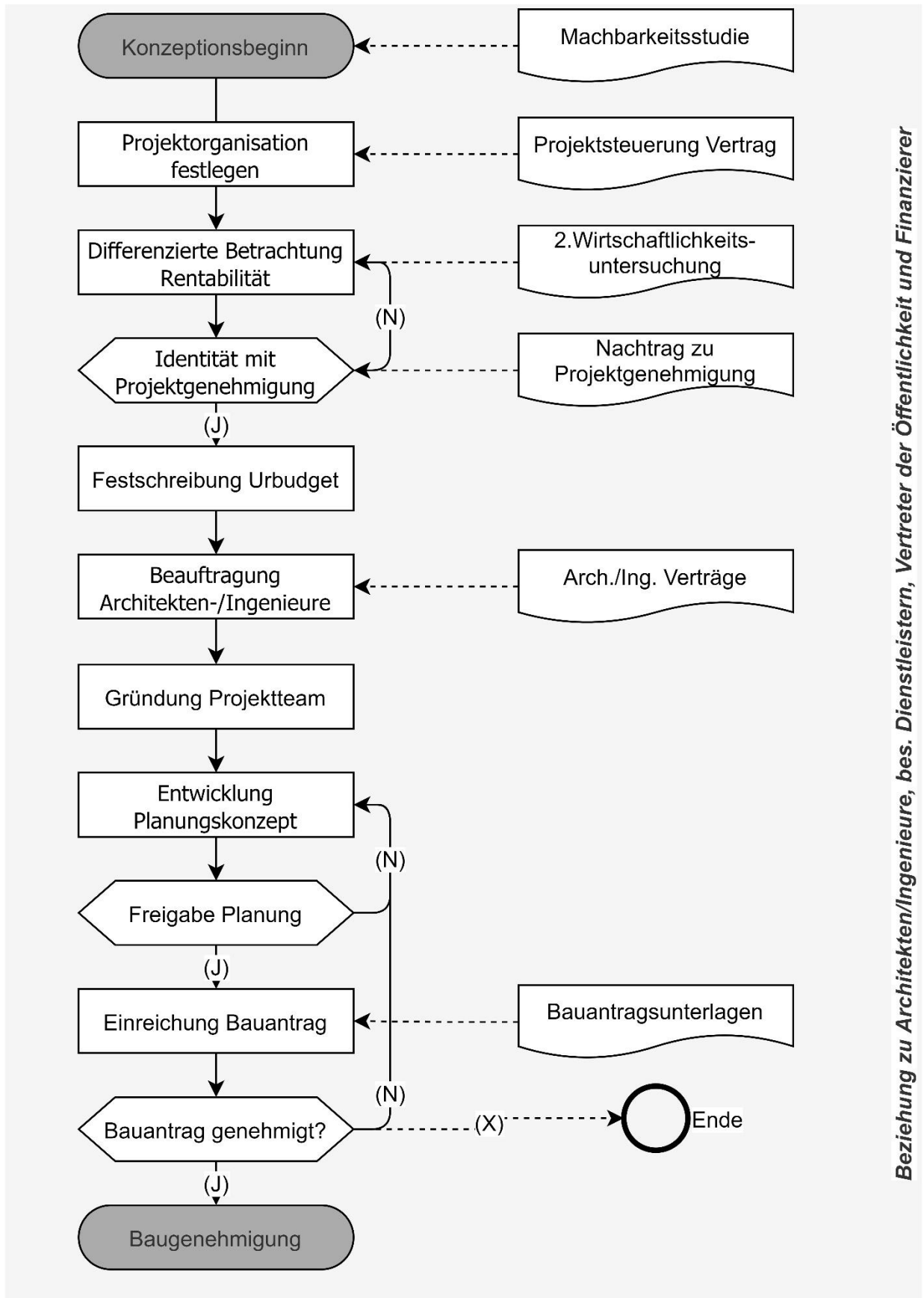
Beziehung zu Architekten/Ingenieure, bes. Dienstleistern, (Vor-)Eigentümer

### Projektinitiierung Teil II



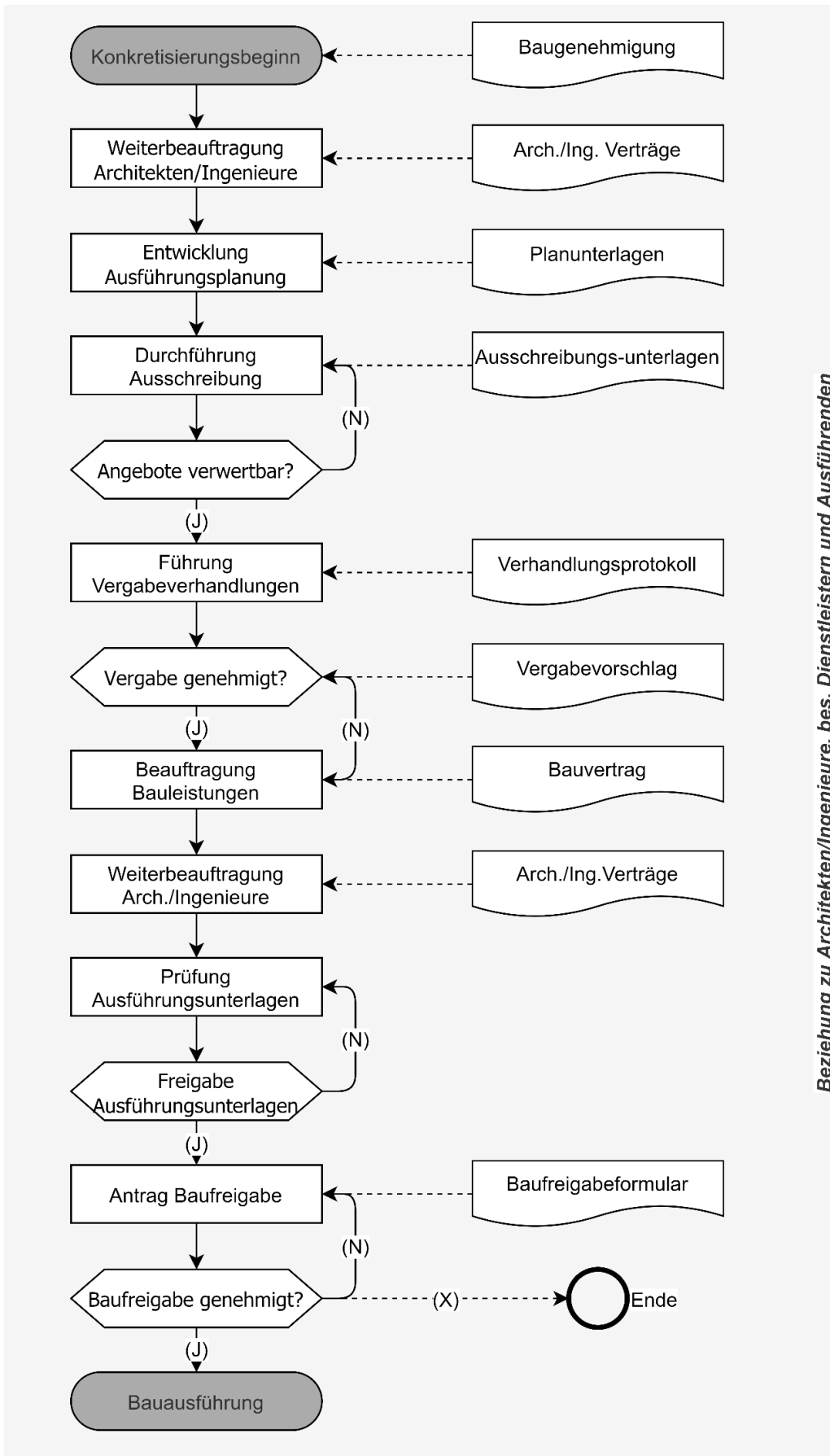
Beziehung zu Architekten/Ingenieure, bes. Dienstleistern, (Vor-)Eigentümern und (Zwischen-)Investoren

Projektkonzeption



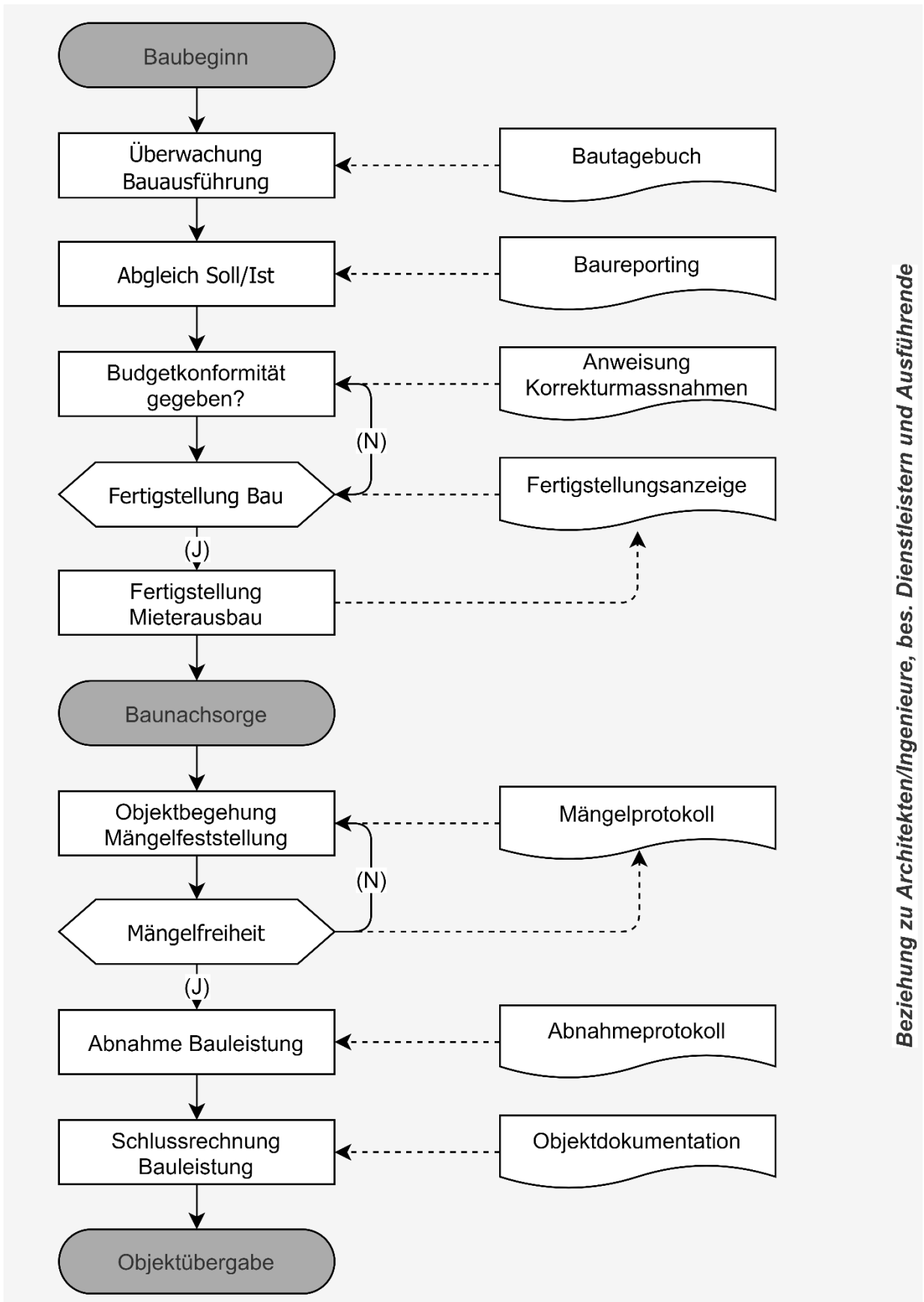
Beziehung zu Architekten/Ingenieure, bes. Dienstleistern, Vertreter der Öffentlichkeit und Finanzierer

**Projektkonkretisierung**

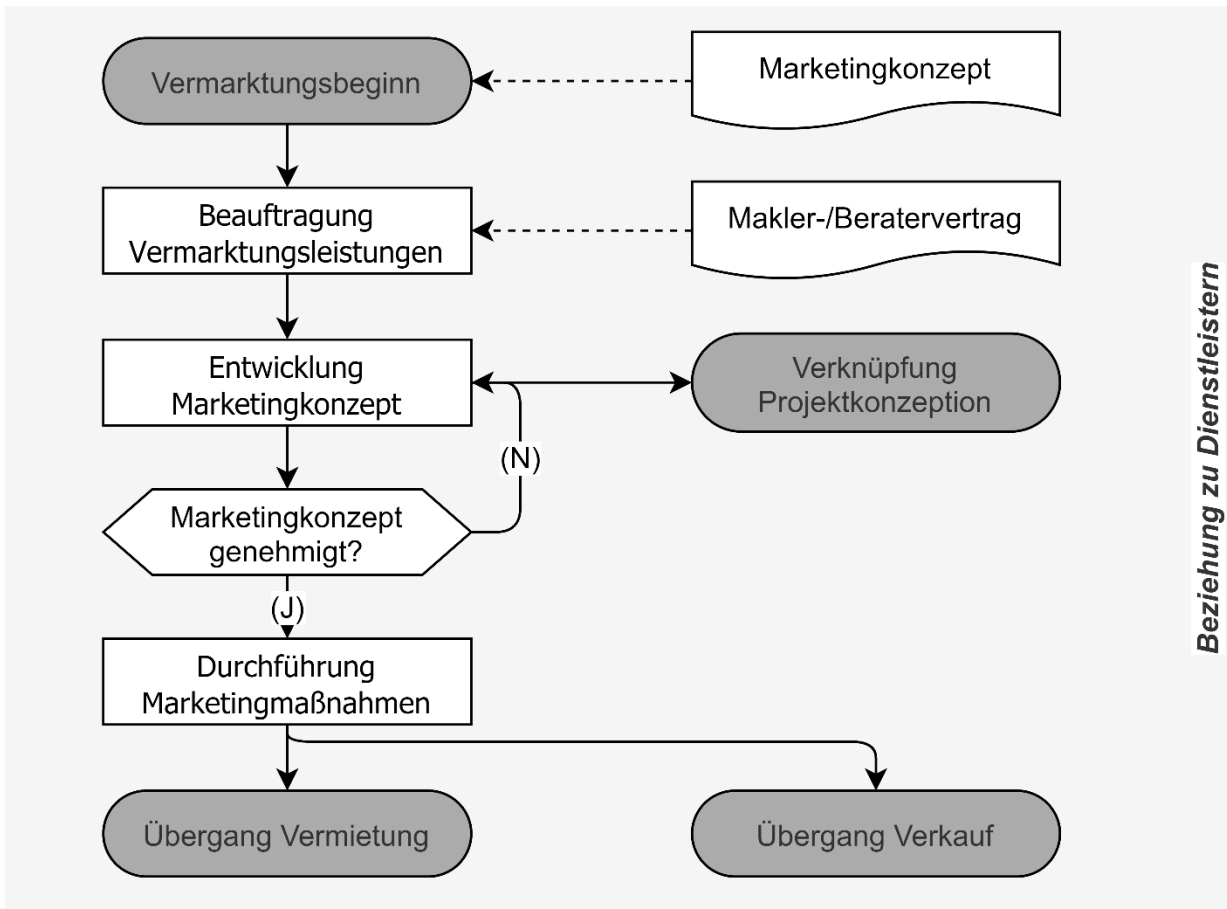


Beziehung zu Architekten/Ingenieure, bes. Dienstleistern und Ausführenden

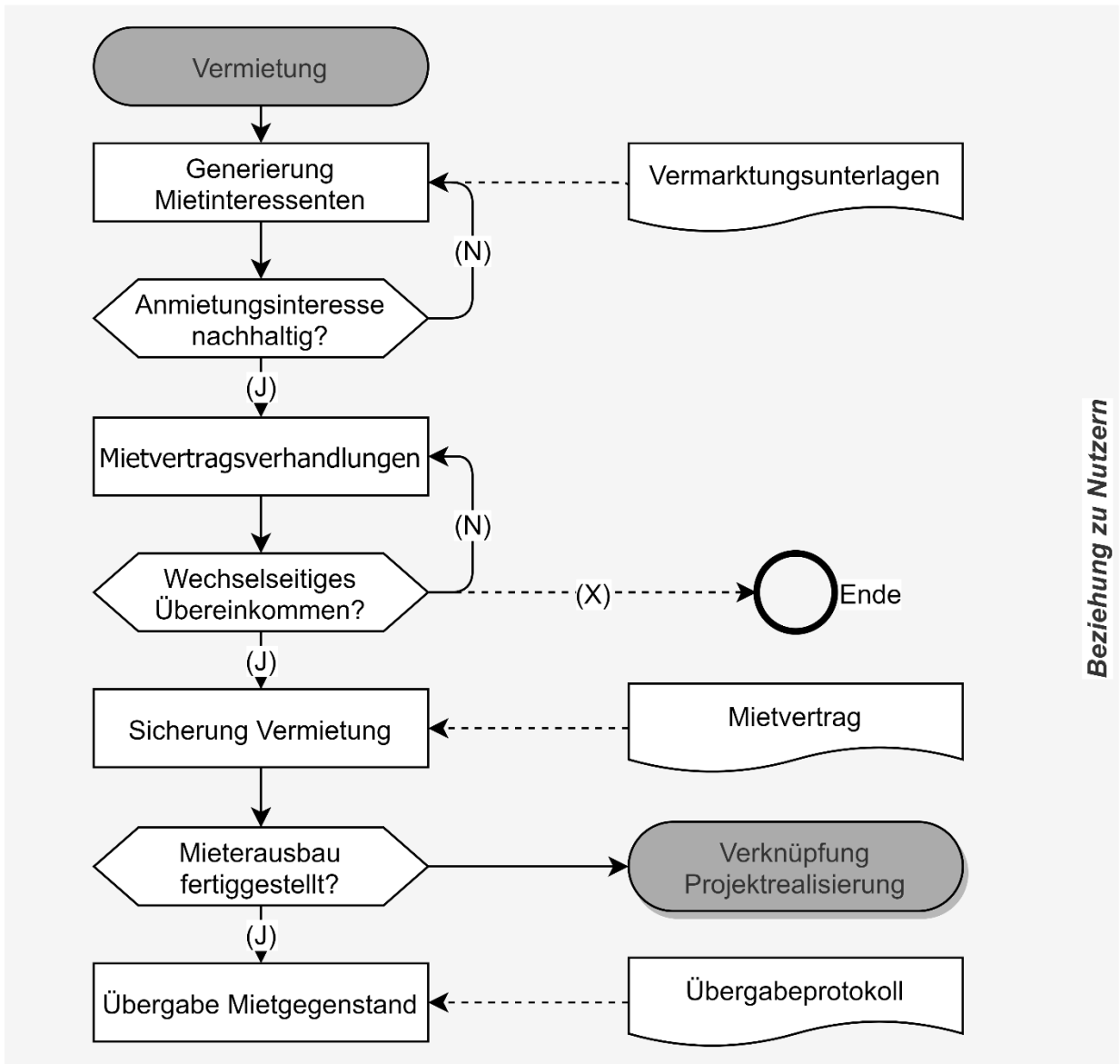
## Projektrealisierung



### Projektvermarktung (Allgemein)

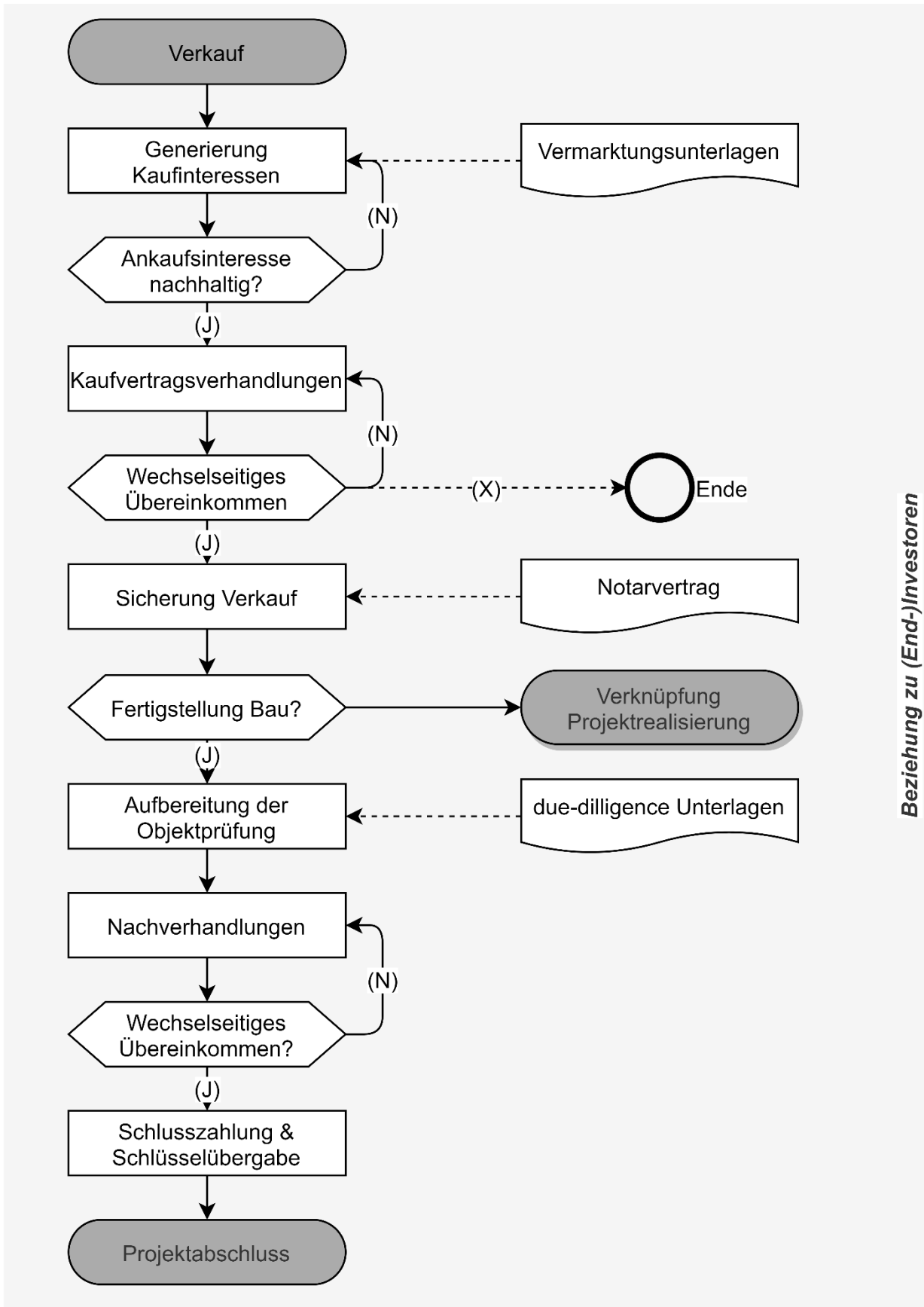


## Projektvermarktung (Vermietung)



Beziehung zu Nutzern

### Projektvermarktung (Verkauf)



Beziehung zu (End-)Investoren



## Anlage 6 Delphi-Verfahren Interviews (BIM Relevanzermittlung)

Nr.	Phase	Fachprozess (siehe Prozessmodell)	Veränderung durch BIM
(-)	Initiierung	(-)	(-)
(-)		(-)	(-)
1	Konzeption	Projektorganisation festlegen	BIM-Managementleistungen vereinbaren
2		Differenzierte Betrachtung Rentabilität	BIM-Relevanz bei der Finanzierung prüfen
3		Beauftragung Architekt/Ingenieure	BIM-Planungsleistungen vereinbaren
4		Entwicklung Planungskonzept	Digitale Bestandsaufnahme
5		Entwicklung Planungskonzept	Modellbasierte Kollisionsprüfungen
6		Entwicklung Planungskonzept	Besondere Visualisierungen (Planung)
7		Entwicklung Planungskonzept	Modellbasierte Bauablaufsimulation
8		Entwicklung Planungskonzept	Modellbasierte Baukostenverlaufssimulation
9		Entwicklung Planungskonzept	Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)
10		Entwicklung Planungskonzept	BIM-Vertragsanforderungen kontrollieren
11		Freigabe Planung	Modellbasierte Planungsfreigaben
12	Konkretisierung	Weiterbeauftragung Architekt/Ingenieure	BIM-Planungsleistungen vereinbaren
13		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Kollisionsprüfungen
14		Entwicklung Ausführungsplanung	Besondere Visualisierungen (Planung)
15		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Bauablaufsimulation
16		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Baukostenverlaufssimulation
17		Entwicklung Ausführungsplanung	Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)
18		Entwicklung Ausführungsplanung	BIM-Vertragsanforderungen kontrollieren
19		Entwicklung Ausführungsplanung	Konsistenzprüfung (2D+3D)
20		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Planungsfreigaben
21		Durchführung Ausschreibung	Modellbasierte Ausschreibungen
22		Prüfung Ausführungsunterlagen	Modellbasierte Prüfung der Montageplanung
23	Realisierung	Überwachung Bauausführung	Modellbasierte Koordination
24		Abgleich Soll/Ist	Modellbasierte Geometrieprüfung
25		Abgleich Soll/Ist	Modellbasiertes Mängelmanagement
26		Abgleich Soll/Ist	Modellbasierte Rechnungsprüfung
27		Fertigstellung Bau	As-Built Übergabemodellierung
28		Fertigstellung Bau	Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)
29	Vermarktung	Generierung Mietinteressenten	Besondere Visualisierungen (Miete)
30		Generierung Kaufinteressenten	Besondere Visualisierungen (Kauf)
31		Aufbereitung der Objektprüfung	Modellbasierte Dokumentationsübergabe

### **Nr. 1**

#### **Projektorganisation festlegen / BIM-Managementleistungen vereinbaren**

---

*Ausgangssituation:*

Die Projektsteuerung soll beauftragt werden, die Projektorganisation zu übernehmen.

*BIM-Veränderung:*

Eine modellbasierte Zusammenarbeit kann zentral vom Auftraggeber organisiert werden. Für die Ausarbeitung der BIM-Organisation können Berater beauftragt werden.

- Halten Sie es für sinnvoll, die BIM-Organisation übergeordnet an einen externen Dienstleister zu vergeben?
- Falls ja, bei welchen Parametern rechnen Sie mit entsprechenden Auswirkungen?

### **Nr. 2**

#### **Differenzierte Betrachtung Rentabilität / BIM-Relevanz bei Finanzierung prüfen**

---

*Ausgangssituation:*

Sie gehen zur Beschaffung von Fremdkapital zur Bank oder anderen Drittmittelgebern.

*BIM-Veränderung:*

Es heißt ja, die modellbasierte Zusammenarbeit reduziert Risiken und erhöht die Transparenz. Die höhere Sicherheit könnte auch für den Austausch mit Banken eine Chance darstellen.

- Halten Sie es für sinnvoll, den BIM-Einsatz als Verhandlungsbasis mit Kapitalgebern zu nutzen?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

### **Nr. 3**

#### **Beauftragung Architekt/Ingenieure / BIM-Planungsleistungen vereinbaren**

---

*Ausgangssituation:*

Sie beauftragen die Architekten und Ingenieure damit, Ihre grobe Konzeptidee aus der Initiierungsphase bis zur Baugenehmigung auszuarbeiten.

*BIM-Veränderung:*

Für eine modellbasierte Zusammenarbeit sind Vorgaben notwendig. Es besteht die Gefahr, dass nur wenige Akteure die Anforderungen erfüllen können.

- Halten Sie entsprechende Veränderungen für relevant?
- Falls ja, bei welchen Parametern rechnen Sie mit entsprechenden Auswirkungen?

**Nr. 4****Entwicklung Planungskonzept / Digitale Bestandsaufnahme**

---

*Ausgangssituation:*

Wir gehen davon aus, dass sich die Projektbeteiligten zu unterschiedlichen Zeitpunkten das Grundstück anschauen, um eine Vorstellung von den realen Gegebenheiten zu bekommen.

*BIM-Veränderung:*

Geometrie und visuelle Eindrücke lassen sich digital erfassen. Die geometrischen Daten können später in eine Planungssoftware importiert werden. 3D-Laserscanner erfassen die Geometrie. 360° Panoramafotos helfen dabei, auch später die Umgebung ortsunabhängig einsehen zu können. Die Daten können über eine gemeinsame Datenumgebung bereitgestellt werden.

- Halten Sie eine digitale Bestandsaufnahme für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 5****Entwicklung Planungskonzept / Modellbasierte Kollisionsprüfungen**

---

*Ausgangssituation:*

Die Planunterlagen der einzelnen Projektbeteiligten stimmen nicht überein, obwohl einzeln eine ordnungsgemäße Fachplanung durchgeführt wurde. Eine Überprüfung aller Planunterlagen auf Basis von 2D-Plänen bedingt ein hohes Vorstellungsvermögen und viel Aufwand.

*BIM-Veränderung:*

3D-Modelle lassen sich überlagern und rechnergestützt prüfen. Die vorhandenen Kollisionen lassen sich visuell mit unterschiedlichen Tools (Begehungen, Schnitte etc.) betrachten und Änderungen untereinander kommentieren.

- Halten Sie die modellbasierten Kollisionsprüfungen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 6****Entwicklung Planungskonzept / Besondere Visualisierungen (Planung)**

---

*Ausgangssituation:*

Bei der Planung kommt es immer wieder zu Sonderwünschen, die abweichend von der rein technisch erforderlichen Planung eine besondere Aufbereitung erfordern. Die besondere Aufbereitung umfasst beispielsweise das Hinzufügen von Elementen aus der Umgebung, Inneneinrichtungen, Kameraeinstellungen, Licht und Wetterverhältnisse. Um eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen, oder einzelnen Projektbeteiligte die Planung verständlicher darzustellen, werden besondere Visualisierungen erstellt.

*BIM-Veränderung:*

BIM-Modelle werden dreidimensional geplant. Das 3D Bauwerksmodell ist die Grundlage der BIM-Methode. Für besondere Visualisierungen wie Renderings, VR-Begehungen usw. werden weiterführende Softwarelösungen verwendet. Durch geeignete Datenaustauschstandards lassen sich die Modelle dort als Datengrundlage nutzen. Möglicherweise können Dienstleister effizienter arbeiten und günstiger anbieten.

- Halten Sie den BIM-Datenaustausch bei der Beauftragung weiterführender Visualisierungsdienstleistungen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 7**

**Entwicklung Planungskonzept / Modellbasierte Bauablaufsimulation**

---

*Ausgangssituation:*

Die fortschreitende Planung führt dazu, dass auch Terminpläne konkretisiert werden. Ohne eine Verknüpfung von Objekt- und Terminplanung besteht ein Unvollständigkeits- bzw. Überschneidungsrisiko.

*BIM-Veränderung:*

BIM-Modelle können mit der parallel erstellten Terminplanung verknüpft werden („4D-BIM“). Die dadurch erzeugten Simulationen konkretisieren den Bauablauf; Ablaufschwierigkeiten können visuell erkannt und berücksichtigt werden.

- Halten Sie die Ablaufsimulationen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 8**

**Entwicklung Planungskonzept / Modellbasierte Baukostenverlaufssimulation**

---

*Ausgangssituation:*

Die fortschreitende Planung führt dazu, dass auch die Kostenermittlung detaillierter ausgearbeitet werden kann. Aufbauend auf einer Verknüpfung von Objektinformationen, der Terminplanung und der Kostenkennwerte kann ein Kostenverlaufsplan erstellt werden. Die Annahmen aus der vorherigen Wirtschaftlichkeitsuntersuchung werden konkretisiert.

*BIM-Veränderung:*

BIM-Modelle lassen sich neben der Terminplanung auch mit der Kostenplanung verknüpfen. Die dadurch erzeugte Simulation visualisiert den Kostenverlauf in Abhängigkeit des Baufortschritts.

- Halten Sie die Kostensimulation für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 9****Entwicklung Planungskonzept / Besondere Bauteilattribution (Nutzungsphase)**

---

*Ausgangssituation:*

Betreiber bewerten Planungsunterlagen im Hinblick auf den späteren Betrieb teilweise anders als Architekten und Ingenieure, die sich stärker auf die Nutzerbedürfnisse bzw. die technische Umsetzbarkeit konzentrieren.

*BIM-Veränderung:*

Bei den modellierten Bauteilelementen können Attribute hinzugefügt werden, die für das spätere Betriebskonzept, aber nicht die Entwicklungsphase relevant sind. Die Attribute können frühzeitig integriert werden, sodass Dienstleister des späteren Endinvestors möglichst frühzeitig planen können.

- Halten Sie eine besondere Bauteil Attribution für den späteren Betrieb für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 10****Entwicklung Planungskonzept / BIM-Vertragsanforderungen kontrollieren**

---

*Ausgangssituation:*

Die Planung bis zur Genehmigung wird von Architekten und Ingenieuren erstellt. Die Planung wird vom Projektsteuerer kontrolliert. Mit Blick auf die Projektentwicklerziele werden darauf aufbauend Anpassungsvorschläge erarbeitet.

*BIM-Veränderung:*

Die BIM-relevanten Vertragsinhalte können während der Konzeptionsphase ebenfalls kontrolliert und gesteuert werden.

- Halten Sie eine Kontrolle für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

## **Nr. 11**

### **Freigabe Planung / Modellbasierte Planungsfreigaben**

---

#### *Ausgangssituation:*

Im Zuge der Entwurfsplanung werden laufend Planungsfreigaben oder Änderungswünsche vom Projektentwickler mitgeteilt. Durch die frühzeitige Vermarktung können auch Investoren- und Nutzerwünsche auftreten.

#### *BIM-Veränderung:*

BIM-Modelle können visuell mit unterschiedlichen Tools (Begehungen, Schnitte etc.) betrachtet und von den Projektbeteiligten kommentiert werden. Eine gemeinsame Datenumgebung erlaubt den schnellen Zugriff und reduziert den Mail-Verkehr. Weiterhin lassen sich Modelle rechnergestützt auswerten und prüfen.

- Halten Sie die Visualisierbarkeit und Bereitstellung der Planung für Planungsfreigaben für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

## **Nr. 12 Beauftragung Architekt/Ingenieure / BIM-Planungsleistungen vereinbaren**

---

Siehe Nr. 3, hier nur zu einem anderen Zeitpunkt (Konkretisierungsphase).

## **Nr. 13-18 ...**

---

Siehe Nr. 5-10, hier nur zu einem anderen Zeitpunkt (Konkretisierungsphase).

## **Nr. 19**

### **Entwicklung Ausführungsplanung / Konsistenzprüfung (2D+3D)**

---

#### *Ausgangssituation:*

Planunterlagen werden in unterschiedlichen Maßstäben erstellt. Änderungen werden nicht immer konsistent in allen Planungsunterlagen übertragen. Entsprechend können vor Fertigstellung Konsistenzprüfungen durchgeführt werden.

#### *BIM-Veränderung:*

Auch bei der Verwendung von BIM-Modellen werden weiterhin 2D-Zeichnungen erstellt. Konstruktionsdetails zu in 3D zu modellieren ist meist unwirtschaftlich. Die erstellten 2D-Detailplanungen lassen sich im 3D-Planungsmodell als Schnitte verorten, als Paket abspeichern und den Projektbeteiligten zur Verfügung stellen. Die Daten lassen sich mit Freeware Produkten mobil on- und offline einsehen.

- Halten Sie die neuen, technischen Möglichkeiten zur Konsistenzprüfung und Verteilung der Informationen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

---

**Nr. 20 bezieht sich auf die Beschreibung aus Nr. 11**

---

Siehe Nr. 11, hier nur zu einem anderen Zeitpunkt (Konkretisierungsphase).

**Nr. 21****Durchführung Ausschreibung / Modellbasierte Ausschreibungen**

---

*Ausgangssituation:*

Die technische Planung ist die Informationsgrundlage für die anschließende Ausschreibung der Bauleistungen. Die Herausforderung besteht darin, Grenzen einzelner Gewerke zu definieren, Mengen und Massen möglichst genau zu ermitteln und alle notwendigen Bauleistungen zu erkennen.

*BIM-Veränderung:*

BIM Modelle können als Datengrundlage für die Mengenermittlung verwendet werden. Den LV-Positionen können Attribute zugewiesen werden. Sofern eine Verknüpfung besteht, kann die Mengenermittlung auch nachvollziehbar geprüft werden. Alternativ helfen Modell-Viewer und Checker mit Filterfunktionen auch ohne Verknüpfung, um die Soll-Situation übersichtlich einsehen und (manuell) auswerten zu können.

- Halten Sie die Nutzung der BIM-Modelle bei Ausschreibungen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 22****Prüfung Ausführungsunterlagen / Modellbasierte Prüfung der Montageplanung**

---

*Ausgangssituation:*

Nach Beauftragung der ausführenden Unternehmen können sich im Zuge der Montageplanung der Bauunternehmen noch Änderungen ergeben. Außerdem ist noch eine Baufreigabe (Baubeginnsanzeige) notwendig, da Nachträge zur Baugenehmigung noch freigegeben werden.

*BIM-Veränderung:*

Vor Beginn der Ausführung kann eine modellbasierte Kollisionsprüfung unter Berücksichtigung der Planung der Bauunternehmen durchgeführt werden. So können spätere Rückfragen vermieden werden.

- Halten Sie eine solche Prüfung kurz vor Baubeginn für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

### **Nr. 23**

#### **Überwachung Bauausführung / Modellbasierte Koordination**

---

*Ausgangssituation:*

Während der Baumaßnahme sind laufend Bauleiter (auftraggeber- und auftragnehmerseitig) vor Ort. Individuell werden Fotodokumentationen erstellt. Die verschiedenen Gewerke sind auf der Baustelle parallel tätig und müssen vorausschauend koordiniert werden.

*BIM-Veränderung:*

Durch intervallmäßig erstellte Panoramafotos können virtuelle Rundgänge mit den BIM-Modellen verknüpft werden. Der Baufortschritt kann von allen Beteiligten plattformbasiert eingesehen und Bautenstandsberichte teilautomatisiert erstellt werden. Standpunkt der Aufnahmen sind im Planungsmodell/Grundriss verortet. Markierungen können verknüpft werden.

- Halten Sie die intervallmäßige Erstellung von Panoramafotos und die Verknüpfung auf entsprechenden Plattformen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

### **Nr. 24**

#### **Abgleich Soll/Ist / Modellbasierte Geometrieprüfung**

---

*Ausgangssituation:*

Die Bauausführung muss nicht zwingend dem geplanten Zustand entsprechen. Die Maßstreue ist vor Ort zu kontrollieren. Für Auftraggeber stellt dies eine Art Qualitätskontrolle dar. Für Auftragnehmer ist die bauseitige Maßkontrolle die Grundlage für die eigene Leistungserbringung.

*BIM-Veränderung:*

3D-Laserscan Vermessungen können während der Baumaßnahme zur Erfassung des realen Ist-Zustandes erstellt werden. Abweichungen zwischen Ausführung und Planung lassen sich durch eine Überlagerung der BIM-Modelle und Scan Aufnahmen kontrollieren, um zeitnah steuernd eingreifen zu können (Scan vs. BIM).

- Halten Sie die Geometrieprüfungen während der Bauphase für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?



**Nr. 25****Abgleich Soll/Ist / Modellbasiertes Mängelmanagement**

---

*Ausgangssituation:*

Während der Baumaßnahme treten Mängel auf, die dokumentiert, kommuniziert und nachverfolgt werden müssen. Fotos, Textstücke, E-Mail-Verkehr und Verortung der Mängel werden in unterschiedlichen Medien erstellt, verteilt und archiviert.

*BIM-Veränderung:*

Die Fotos und Kommentare sind in einem BIM-Modell zu verorten und in einer gemeinsamen Datenumgebung abzulegen. Die Mängel sind mit Informationen zu Verantwortlichkeiten, Fristen o.Ä. zu versehen.

- Halten Sie das modellbasierte Mängelmanagement während der Bauphase für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 26****Abgleich Soll/Ist / Modellbasierte Rechnungsprüfung**

---

*Ausgangssituation:*

Im Verlauf einer Baumaßnahme werden von den einzelnen Gewerken Rechnungen gestellt, die von Auftraggebern geprüft und zur Zahlung freigegeben werden. Bei Einheitspreisverträgen wird nach tatsächlichen Mengen und Massen abgerechnet.

*BIM-Veränderung:*

Die BIM-Modelle können als Basis für die Mengenermittlung verwendet werden. Um die Mengen nachvollziehen zu können benötigen die Modellelemente eine Verknüpfung zu den einzelnen Rechnungen und Leistungspositionen. Dies könnte man von den Bauunternehmen vertraglich einfordern.

- Halten Sie eine solche Vereinbarung und Durchführung für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

## **Nr. 27**

### **Fertigstellung Bau / As-Built Übergabemodellierung**

---

#### *Ausgangssituation:*

Sowohl für die Schlussrechnung als auch für die spätere Übergabe an den Endinvestor können die Planunterlagen nach Baufertigstellung aktualisiert werden.

#### *BIM-Veränderung:*

Alternativ zum klassischen Aufmaß vor Ort kann auch eine gesondert beauftragte 3D-Vermessung verwendet werden. Daraus können dann die tatsächlich vorhandenen Mengen und Massen ausgelesen und als Rechnungsgrundlage verwendet werden. Die abschließende Erfassung des as-built Zustand kann weiterhin genutzt werden, um ein Übergabemodell (Scan to BIM – BIM as built) an den Investor und Betreiber zu übergeben.

- Halten Sie die Beauftragung und Umsetzung für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

## **Nr. 28**

### **Fertigstellung Bau / BIM Bauteil Attribution (Nutzungsphase)**

---

Siehe Nr. 9 + 17, jeweils die gleiche Frage zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

## **Nr. 29+30**

### **Generierung Mietinteresse, Generierung Kaufinteresse**

#### **Modellbasierte Visualisierungen (Vermarktung)**

---

#### *Ausgangssituation:*

Parallel zur technischen Planung erfolgt die Vermarktung der Immobilie. Zur Vermietung und zum Verkauf der Immobilie werden im Rahmen des direkten Marketings Visualisierungen erstellt, um potenzielle Mieter und Investoren zu überzeugen. Die Visualisierungen werden im Gegensatz zur Planungsfreigabe für unterschiedliche Zielgruppen erstellt.

#### *BIM-Veränderung:*

Ähnlich wie bei den Sonderwünschen während der Planung können Dienstleister auch vermarktungsrelevante Visualisierungen auf Basis von BIM-Modellen erstellen. Möglicherweise können bei Darstellungen im Außenbereich auch Daten aus der digitalen Bestandsaufnahme verwertet werden.

- Halten Sie den BIM-Datenaustausches bei der Beauftragung von weiterführenden Visualisierungsdienstleistungen für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie?

**Nr. 31****Aufbereitung der Objektprüfung / Modellbasierte Dokumentationsübergabe**

---

*Ausgangssituation:*

Nach Fertigstellung soll die Immobilie an den Endinvestor übergeben werden. Die Endinvestoren führen eine käuferseitige (Technical) Due Diligence im Rahmen der Übergabe durch. Dem Endinvestoren werden auf Nachfrage entsprechende Informationen zur Verfügung gestellt.

*BIM-Veränderung:*

Die erstellten BIM-Modelle und vorhandenen Verknüpfungen sorgen für eine hohe Transparenz und können möglicherweise in den folgenden Lebenszyklusphasen verwertet werden.

- Halten Sie eine Bereitstellung der BIM-Daten (und Verknüpfungen) im Unterschied zu konventionellen Dokumenten für relevant?
- Falls ja, mit welchen Veränderungen rechnen Sie

Anlage 7 Delphi Verfahren Ergebnisse (Technische Veränderungen)

Nr.	Phase	Fachprozess	Veränderung durch BIM	ID 1	ID 2	ID 3	ID 4	ID 5	ID 6	ID 7	ID 8	ID 9	ID 10	ID 11	ID 12	ID 13	ID 14	Gesamt abs.	Gesamt rel.	
(-)	Initiierung	(-)	(-)																	
(-)																				
1	Konzeption	Projektorganisation festlegen	BIM-Managementleistungen vereinbaren	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	13	93 %	
2		Diff. Betrachtung Rentabilität	BIM Anforderungen vereinbaren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21 %
3		Bearbeitung Architektur/Ingenieure	BIM-Planungsleistungen vereinbaren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	100 %
4		Entwicklung Planungskonzept	Digitale Bestandsaufnahme	0	0	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	11	79 %
5		Entwicklung Planungskonzept	Entwicklung Planungskonzept	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	100 %
6		Entwicklung Planungskonzept	Entwicklung Planungskonzept	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	86 %
7		Entwicklung Planungskonzept	Entwicklung Planungskonzept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14 %
8		Entwicklung Planungskonzept	Entwicklung Planungskonzept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	36 %
9		Entwicklung Planungskonzept	Entwicklung Planungskonzept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21 %
10		Entwicklung Planungskonzept	Entwicklung Planungskonzept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	93 %
11	Konkretisierung	Freigabe Planung	Modellbasierte Planungsleistungen vereinbaren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	100 %	
12		Weiterbeauftr. Architektur/Ingenieure	BIM-Planungsleistungen vereinbaren	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	100 %
13		Entwicklung Ausführungsplanung	Modellbasierte Kollisionsprüfungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	100 %
14		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	x	x	x	x	0	x	0	0	0	0	0	0	0	8	57 %
15		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14 %
16		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14 %
17		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	43 %
18		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	93 %
19		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	64 %
20		Entwicklung Ausführungsplanung	Entwicklung Ausführungsplanung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	86 %
21	Realisierung	Durchführung Ausschreibung	Modellbasierte Ausschreibungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	12	86 %	
22		Prüfung Ausführungsunterlagen	Modellbasierte Prüfung der Montageplanung	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21 %
23		Überwachung Bauausführung	Modellbasierte Koordination	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	36 %
24		Abgleich Soll/Ist	Modellbasierte Geometrieprüfung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	29 %
25		Abgleich Soll/Ist	Modellbasiertes Mängelmanagement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	93 %
26		Abgleich Soll/Ist	Modellbasierte Rechnungsprüfung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	57 %
27		Fertigstellung Bau	As-Built Übergabemodellierung	x	0	0	x	x	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	7	50 %
28		Fertigstellung Bau	Besondere Bauteiltributition (Nutzungsphase)	x	0	x	x	x	0	0	x	x	x	0	0	0	0	0	10	71 %
29		Generierung Mietinteressenten	Besondere Visualisierungen (Miete)	0	0	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x	0	0	0	10	71 %
30		Generierung Kaufinteressenten	Besondere Visualisierungen (Kauf)	0	0	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x	0	0	0	10	71 %
31	Vermarktung	Aufbereitung der Objektprüfung	Modellbasierte Dokumentationsübergabe	x	0	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	12	86 %	

## Anlage 8 Delphi-Verfahren Feedbacks (Wirtschaftliche Auswirkungen)

### Feedback nach 1. Runde, in Runde 2 keine Änderungen mehr

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID01

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	0,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-0,5	0,0	1,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,0	0,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-1,0	0,0	1,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	0,0	0,5
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-0,5	0,0	0,5
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,0	-1,0	2,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-2,0	-1,0	2,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,5	-0,5	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,5	-0,5	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	-5%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-10%	-5%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	50.000 €	100.000 €	150.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	50.000 €	100.000 €	150.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	200.000 €	300.000 €	500.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	200.000 €	300.000 €	500.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	30.000 €	50.000 €	70.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	30.000 €	50.000 €	70.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	80.000 €	150.000 €	250.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	80.000 €	150.000 €	250.000 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID01

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	7.500 €	8.000 €	8.500 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	7.500 €	8.000 €	8.500 €
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	85.000 €	100.000 €	115.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	85.000 €	100.000 €	115.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-83%	-42%	-17%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-83%	-42%	-17%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	3%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	3%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	10%	20%	30%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	10%	20%	30%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID02

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,0	0,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-2,0	0,0	1,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,2	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,2	0,0	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,2	0,0	0,2
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-0,2	0,0	0,2
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,2	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,2	0,0	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	-2%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-10%	-2%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	49.036 €	73.554 €	98.073 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	49.036 €	73.554 €	98.073 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	35.058 €	87.646 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- €	35.058 €	87.646 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	29.159 €	72.899 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	29.159 €	72.899 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	12.546 €	31.365 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	12.546 €	31.365 €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	31.173 €	77.934 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	31.173 €	77.934 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID02

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%



# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID03

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,0	0,0	2,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-1,0	0,0	2,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,0	-1,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-2,0	-1,0	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,0	-1,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-2,0	-1,0	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,9	-1,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,9	-1,0	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,0	-1,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-2,0	-1,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	-5%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-10%	-5%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	-5%	5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-10%	-5%	5%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 9.807 €	- €	9.807 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- 9.807 €	- €	9.807 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	15.000 €	20.000 €	25.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	15.000 €	20.000 €	25.000 €
<b>Planerhonoreare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 10.000 €	- €	20.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- 10.000 €	- €	20.000 €
<b>Planerhonoreare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonoreare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 31.365 €	- 12.546 €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- 31.365 €	- 12.546 €	- €
<b>Planerhonoreare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	31.173 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	31.173 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	1.247 €	2.494 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	1.247 €	2.494 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID03

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-15%	-5%	5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-15%	-5%	5%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID04

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	1,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	0,0	1,0	1,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,5	0,0	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,0	-1,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,0	-1,0	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-5%	-3%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-5%	-3%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	-5%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-10%	-5%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	95.440 €	159.067 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	95.440 €	75.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	20.000 €	20.000 €	50.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	20.000 €	20.000 €	50.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	30.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	30.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	15.586 €	46.760 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	15.586 €	46.760 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	-3%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	-3%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 12.474 €	- 7.484 €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- 12.474 €	- 7.484 €	- €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID04

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	20.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-10%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	1%	3%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	1%	3%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-10%	5%	15%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	5%	15%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	10%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	5%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-10%	0%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	-10%	0%	25%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-10%	0%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	25%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	15%	35%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	15%	35%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID05

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	-0,3	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-0,5	-0,3	0,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	-0,3	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-0,5	-0,3	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,5	-0,5	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,5	-0,5	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,5	-1,0	-0,5
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,5	-1,0	-0,5
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-13%	-3%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-13%	-3%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	-41%	-10%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-41%	-10%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 40.000 €	- 20.000 €	30.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- 40.000 €	- 20.000 €	30.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 50.000 €	- €	50.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	- 50.000 €	- €	50.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 50.000 €	- €	50.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- 50.000 €	- €	50.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 20.000 €	- 10.000 €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- 20.000 €	- 10.000 €	- €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 20.000 €	- 10.000 €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- 20.000 €	- 10.000 €	- €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 50.000 €	- €	50.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- 50.000 €	- €	50.000 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	20.000 €	50.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	20.000 €	50.000 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID05

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-25%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-25%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	1%	3%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	1%	3%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	100%	66%	33%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	100%	66%	33%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	33%	33%	33%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	33%	33%	33%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	33%	33%	33%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	33%	33%	33%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	33%	66%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	33%	66%	100%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	33%	33%	33%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	33%	33%	33%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	33%	66%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	33%	66%	100%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID06

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	0,0	0,5
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-0,5	0,0	0,5
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	0%	10%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-10%	0%	10%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	-51%	-20%	-5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-51%	-20%	-5%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	10.000 €	40.000 €	100.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	10.000 €	40.000 €	100.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonoreare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	7.011 €	17.529 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- €	7.011 €	17.529 €
<b>Planerhonoreare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonoreare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonoreare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	6.234 €	15.586 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	6.234 €	15.586 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID06

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	14.000 €	32.000 €	160.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	14.000 €	32.000 €	160.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	1%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	1%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-25%	25%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	-25%	25%	25%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-25%	25%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	-25%	25%	25%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-25%	0%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	-25%	0%	25%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-25%	25%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	-25%	25%	25%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	25%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-25%	25%	25%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	-25%	25%	25%



# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID07

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,7	0,0	4,5
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-2,7	0,0	4,5
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,2	0,0	2,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-1,2	0,0	2,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,9	0,0	1,5
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-0,9	0,0	1,5
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-4,8	-2,4	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-4,8	-2,4	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-20%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-20%	0%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	-50%	-10%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-50%	-10%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	19.614 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	19.614 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	31.894 €	79.735 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	- €	31.894 €	79.735 €
<b>Planerhonore (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 17.529 €	- €	52.587 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- 17.529 €	- €	52.587 €
<b>Planerhonore (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 14.579 €	- €	43.739 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- 14.579 €	- €	43.739 €
<b>Planerhonore (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 6.273 €	- €	18.819 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- 6.273 €	- €	18.819 €
<b>Planerhonore (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 15.586 €	- €	46.760 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- 15.586 €	- €	46.760 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	-20%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	-20%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	15.947 €	15.947 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	15.947 €	15.947 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID07

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	-20%	5%	5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	-20%	5%	5%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-30%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-30%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	5%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	0%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	-100%	0%	100%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	0%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	-100%	0%	100%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	0%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	-100%	0%	100%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	0%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	-100%	0%	100%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	0%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	-100%	0%	100%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	0%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	-100%	0%	100%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID08

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,9	-0,5	-0,2
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-0,9	-0,5	-0,2
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,2	0,0	0,2
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,2	0,0	0,2
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,4	-1,2	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-2,4	-1,2	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,3	-0,1	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,3	-0,1	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-4%	-2%	-1%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-4%	-2%	-1%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	4.903 €	9.807 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	4.903 €	9.807 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	13.076 €	26.152 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	- €	13.076 €	26.152 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	17.529 €	30.111 €	45.167 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	17.529 €	30.111 €	45.167 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	14.579 €	25.532 €	38.298 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	14.579 €	25.532 €	38.298 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	6.273 €	10.567 €	15.851 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	6.273 €	10.567 €	15.851 €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	15.586 €	25.237 €	37.856 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	15.586 €	25.237 €	37.856 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	249 €	436 €	623 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	249 €	436 €	623 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID08

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	8.333 €	23.333 €	33.333 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	8.333 €	23.333 €	33.333 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-8%	-5%	-2%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-8%	-5%	-2%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	1%	1%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	1%	1%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	60%	40%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	40%	60%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	20%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	20%	20%	40%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	20%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	0%	20%	40%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	20%	10%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	20%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	60%	40%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	40%	60%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID09

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,4	-0,9	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-1,4	-0,9	0,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,4	-0,2	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,4	-0,2	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,9	-1,9	-1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-2,9	-1,9	-1,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,3	-0,8	-0,3
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,3	-0,8	-0,3
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-6%	-4%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-6%	-4%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	30.000 €	50.000 €	80.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	30.000 €	50.000 €	80.000 €
<b>Planerhonoreare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	10.793 €	16.190 €	37.778 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	10.793 €	16.190 €	37.778 €
<b>Planerhonoreare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	10.793 €	21.587 €	32.381 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	10.793 €	21.587 €	32.381 €
<b>Planerhonoreare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	16.190 €	26.984 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	16.190 €	26.984 €
<b>Planerhonoreare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	10.793 €	21.587 €	53.969 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	10.793 €	21.587 €	53.969 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	10.000 €	15.000 €	40.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	10.000 €	15.000 €	40.000 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID09

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	10.000 €	- €	30.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	5%	10%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	5%	10%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	20%	40%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	20%	40%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	60%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	15%	30%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-40%	40%	60%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	-20%	20%	30%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	20%	60%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	20%	60%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID10

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,0	0,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-1,5	0,0	1,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,0	0,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,8	0,0	0,5
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,0	0,0	1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-1,0	0,0	1,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-3,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-3,0	0,0	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,3	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-4%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-4%	0%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-4%	0%	1%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	10.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	20.000 €
<b>Planerhonoreare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 52.587 €	- €	70.117 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- 25.000 €	- €	60.000 €
<b>Planerhonoreare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 43.739 €	- €	58.319 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- 25.000 €	- €	30.000 €
<b>Planerhonoreare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Planerhonoreare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	10.000 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID10

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	5.000 €	10.000 €	20.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	0%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	40%	0%	20%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	60%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	60%	0%	0%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	60%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	60%	0%	0%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	0%	-80%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	40%	0%	-80%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	40%	0%	0%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	40%	0%	0%



# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID11

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	1,8	3,6
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	0,0	1,0	2,0
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,8	1,6
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	0,0	0,8	1,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,2	-0,9	-0,6
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-1,2	-0,9	-0,6
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-2,9	-1,9	-1,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-2,0	-1,9	-0,5
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,5	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-10%	-3%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-10%	-3%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	-30%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-20%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 65.382 €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	-25.000 €	- 22.500 €	-20.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	32.691 €	52.305 €	78.458 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	0 %	0 %	0 %
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	35.058 €	70.117 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung		5%	10%
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	29.159 €	58.319 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	7 %	15%
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 12.546 €	- €	12.546 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- 12.546 €	- 8.155 €	- 3.763 €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- 12.474 €	- 7.484 €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	-10%	-4%	2%

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID11

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-50%	-20%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-50%	-20%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	20%	60%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	10%	30%	50%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	20%	40%	60%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	20%	40%	60%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	60%	80%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	60%	80%	100%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	40%	60%	80%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	40%	60%	80%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	20%	40%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	20%	40%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID12

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	0,9	1,4
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	-0,5	0,9	1,4
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,4	0,4	0,8
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,4	0,4	0,8
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,2	0,0	0,2
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-0,3	-0,1	0,2
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,5	-0,2	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,2	0,1	0,1
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,2	0,1	0,1
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-3%	-1%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-3%	-1%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	-5%	-2%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	4.903 €	9.807 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	4.903 €	9.807 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	32.691 €	49.036 €	98.073 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	25.000 €	45.000 €	85.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	17.529 €	35.058 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- €	17.529 €	35.058 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	14.579 €	29.159 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	14.579 €	29.159 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	6.273 €	12.546 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	6.273 €	12.546 €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	15.586 €	31.173 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	- €	15.586 €	45.000 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	-1%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	1.247 €	3.118 €	4.989 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	1.247 €	3.118 €	4.989 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID12

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	28.500 €	36.750 €	45.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	20.000 €	36.750 €	45.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-60%	-40%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-35%	-30%	-5%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	20%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	20%	50%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	5%	10%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	20%	20%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	20%	20%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-60%	-40%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	-20%	5%	10%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	5%	0%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	40%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	5%	10%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID13

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	1,4	2,7
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	0,0	1,4	2,7
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,8	-0,4	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,8	-0,4	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,9	-0,5	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	-0,9	-0,5	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	30.000 €	- €	50.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	50.000 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	20.000 €	30.000 €	40.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	17.529 €	35.058 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	- €	17.529 €	35.058 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	14.579 €	29.159 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	- €	14.579 €	29.159 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	6.273 €	12.546 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	- €	6.273 €	12.546 €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	15.586 €	23.380 €	31.173 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	15.586 €	23.380 €	31.173 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	5.000 €	7.500 €	10.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	5.000 €	7.500 €	10.000 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID13

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	- €	- €	- €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	- €	- €	- €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	-40%	-20%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	-40%	-20%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	5%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	5%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	50%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	0%	25%	50%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	50%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	0%	10%	25%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-60%	0%	60%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	-30%	0%	30%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	30%	60%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	0%	15%	30%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	50%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	0%	25%	50%

# Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID14

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Entwicklungs-, Entwurfs- bis Genehmigungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,9	1,5
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,9	0,3	1,4
Angepasste Einschätzung	0,0	0,9	1,5
<b>Ausführungsplanungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,3	-0,2	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	0,0	0,5
Angepasste Einschätzung	-0,3	-0,2	0,0
<b>Vergabe- und Bauvorbereitungszeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	0,0	0,0	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,5	-0,2	0,2
Angepasste Einschätzung	0,0	0,0	0,0
<b>Bauzeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-1,0	-0,4	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1,7	-0,8	0,0
Angepasste Einschätzung	-1,0	-0,4	0,0
<b>Übergabezeit</b> <i>abs. Veränderung t (in Monate)</i>			
Eigene Einschätzung	-0,5	-0,3	0,0
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-0,6	-0,3	0,0
Angepasste Einschätzung	-0,5	-0,3	0,0
<b>Baukosten - KG 300+400</b> <i>rel. Veränderung in % (KG300+400)</i>			
Eigene Einschätzung	-3%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-8%	-2%	1%
Angepasste Einschätzung	-3%	0%	0%
<b>PM (Projektleitung) - KG 710</b> <i>rel. Veränderung in % (PL-Kosten)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-14%	-4%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>PM (Projektsteuerung) - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	9.807 €	19.614 €	27.460 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	2.403 €	22.744 €	47.402 €
Angepasste Einschätzung	9.807 €	19.614 €	27.460 €
<b>Beratungskosten - KG 710</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	16.000 €	45.000 €	70.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	21.170 €	41.522 €	75.529 €
Angepasste Einschätzung	16.000 €	45.000 €	70.000 €
<b>Planerhonorare (Lph.1-4) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	17.529 €	35.058 €	49.082 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 6.018 €	13.824 €	40.724 €
Angepasste Einschätzung	17.529 €	35.058 €	49.082 €
<b>Planerhonorare (Lph.5) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	14.579 €	29.159 €	40.823 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 597 €	14.554 €	33.793 €
Angepasste Einschätzung	14.579 €	29.159 €	40.823 €
<b>Planerhonorare (Lph.6-7) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	6.273 €	12.546 €	17.564 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 4.117 €	2.989 €	10.587 €
Angepasste Einschätzung	6.273 €	12.546 €	17.564 €
<b>Planerhonorare (Lph.8-9) - KG 730+740</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	15.586 €	31.173 €	43.643 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	5.140 €	22.854 €	51.145 €
Angepasste Einschätzung	15.586 €	31.173 €	43.643 €
<b>Versicherungskosten - KG 760</b> <i>rel. Veränderung in % (KG 760)</i>			
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Sonstige Dienstleisterkosten - KG 790</b> <i>abs. Veränderung in €</i>			
Eigene Einschätzung	- €	0 €	1 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	- 67 €	4.020 €	9.468 €
Angepasste Einschätzung	- €	0 €	1 €

## Einschätzungen der BIM-Auswirkungen

Moderiert durch: Christoph Ebbing

Teilnehmer: ID14

	Min.	Höchstw.	Max.
<b>Sonstige Kosten (IT)</b>	<i>abs. Veränderung in €</i>		
Eigene Einschätzung	50.000 €	70.000 €	100.000 €
Durchschnittliche Einschätzung Ø	13.273 €	18.720 €	32.380 €
Angepasste Einschätzung	50.000 €	70.000 €	100.000 €
<b>Finanzierungskosten (Fremdkapital) - KG 810</b>	<i>rel. Veränderung in % (Kreditzins)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-1%	0%	0%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Unvorhersehbares (Risikokosten)</b>	<i>rel. Veränderung in % (Risikokosten)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	0%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-22%	-9%	-1%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	0%
<b>Einnahmen aus Verkauf</b>	<i>rel. Veränderung in % (Marktwert)</i>		
Eigene Einschätzung	0%	0%	2%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	0%	1%	2%
Angepasste Einschätzung	0%	0%	2%
<b>Investorenzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-40%	80%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	3%	28%	48%
Angepasste Einschätzung	-20%	30%	60%
<b>Nutzerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-40%	0%	40%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-2%	11%	24%
Angepasste Einschätzung	-20%	0%	30%
<b>Drittmittelgeberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-80%	80%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-7%	16%	32%
Angepasste Einschätzung	-20%	20%	30%
<b>Dienstleisterzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-40%	0%	40%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-9%	12%	29%
Angepasste Einschätzung	-20%	0%	30%
<b>Handwerkerzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-40%	0%	40%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-4%	14%	33%
Angepasste Einschätzung	-20%	0%	30%
<b>Betreiberzufriedenheit</b>	<i>rel. Veränderung (- x%= unzufriedener; + x%=zufriedener)</i>		
Eigene Einschätzung	-100%	60%	100%
Durchschnittliche Einschätzung Ø	-6%	23%	46%
Angepasste Einschätzung	-40%	40%	60%



## Anlage 9 Delphi-Verfahren Zusammenfassung

Bereich	Größe	Einheit	BEST	SD [BEST]	USE	SD [USE]	WORST	SD [WORST]
Zeit	Entwurf bis Genehm.	rel. (%)	-9 %	9 %	+3 %	7 %	+14 %	13 %
	Ausführungsplanung		-14 %	14 %	-1 %	9 %	+11 %	15 %
	Ausschreibungsdauer		-18 %	19 %	-6 %	11 %	+6 %	16 %
	Bauzeit		-9 %	8 %	-5 %	5 %	+/- 0 %	4 %
	Übergabezeit		-12 %	13 %	-5 %	8 %	-1 %	3 %
Kosten	BIM-Beratungskosten	abs. (€)	+20.000 €	53.000 €	+42.000 €	74.000 €	+77.000 €	120.000 €
	Projektmanagement		+3.000 €	23.000 €	+19.000 €	33.000 €	+40.000 €	46.000 €
	Arch. + Ing. (Lph.1-4)		-4.000 €	17.000 €	+13.000 €	13.000 €	+40.000 €	20.000 €
	Arch. + Ing. (Lph.5)		+1.000 €	14.000 €	+14.000 €	16.000 €	+33.000 €	22.000 €
	Arch. + Ing. (Lph.6-7)		-4.000 €	10.000 €	+4.000 €	9.000 €	+9.000 €	11.000 €
	Arch. + Ing. (Lph.8-9)		+5.000 €	26.000 €	+23.000 €	37.000 €	+53.000 €	58.000 €
	Sonstige Dienstleister		+1.000 €	5.000 €	+5.000 €	7.000 €	+9.000 €	15.000 €
	IT-Infrastruktur		+14.000 €	24.000 €	+21.000 €	30.000 €	+37.000 €	50.000 €
	Baukosten	rel. (%)	-7,7 %	5,0 %	-2,0 %	1,8 %	+0,7 %	2,6 %
	Projektleitung (PE)		-14 %	19 %	-4 %	6 %	0 %	2 %
Vorsicherungen		-2 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Finanzierung		-1 %	5 %	0,4 %	1,3 %	0,4 %	1,3 %
	Unvorhersehbares		-21 %	24 %	-9 %	13 %	-1 %	5 %
Erträge	Verkauf	rel. (%)	+2,3 %	2,7 %	+0,5 %	1,3 %	+/- 0,0 %	0,0 %
	Immobilieninvestoren	rel. (%)	+39 %	24 %	+20 %	18 %	+/- 0 %	40 %
Zufriedenheit	Nutzer		+22 %	26 %	+8 %	11 %	-2 %	34 %
	Drittmittelgeber		+24 %	28 %	+9 %	13 %	-2 %	34 %
	Dienstleister		+30 %	46 %	+15 %	25 %	-5 %	36 %
	Handwerker		+30 %	27 %	+12 %	16 %	-2 %	33 %
	Betreiber		+42 %	31 %	+20 %	18 %	-6 %	32 %

Anlage 10 Delphi-Verfahren Umrechnungstabelle (Baunebenkosten)

Δ <sub>BIM</sub> Lp1-4	Δ <sub>BIM</sub> Lp5	Δ <sub>BIM</sub> Lp6-7	Δ <sub>BIM</sub> Lp8-9	Δ <sub>BIM</sub> Lp1-9	Anteil an Lph-9	Anteil an Lph-9	Δ <sub>BIM</sub> Bewertung	Δ <sub>BIM</sub> Management	Δ <sub>BIM</sub> Sonst. DL	Δ <sub>BIM</sub> PL	Δ <sub>BIM</sub> Vers.	Δ <sub>BIM</sub> IT	Δ <sub>BIM</sub> SAMT	Anteil an BNK
-50.000 €	-20.000 €	-20.000 €	-50.000 €	-140.000 €	-11%	-50.000 €	-40.000 €	-€	-€	-57.345 €	-€	-€	-287.345 €	-15%
-17.529 €	-14.579 €	-6.273 €	-15.586 €	-53.969 €	-4%	-€	-€	-€	-€	-70.300 €	-14.060 €	-€	-138.330 €	-7%
-€	-€	-12.546 €	-€	-12.546 €	-1%	9.807 €	-25.000 €	-2.494 €	-€	-28.120 €	-€	-€	-58.354 €	-3%
-25.000 €	-25.000 €	-€	-€	-50.000 €	-4%	-€	-€	-€	-€	-5.624 €	-€	5.000 €	-50.624 €	-3%
-10.000 €	-€	-31.365 €	-€	-41.365 €	-3%	15.000 €	-9.807 €	-€	-€	-14.060 €	-€	-€	-50.233 €	-3%
-€	-€	-€	-€	-€	0%	-€	10.000 €	20.000 €	-€	-71.681 €	-€	14.000 €	-47.681 €	-3%
-€	-10.000 €	-10.000 €	-€	-20.000 €	-2%	-€	-20.000 €	20.000 €	20.000 €	-14.336 €	-€	-€	-34.336 €	-2%
-€	-€	-€	-€	-€	0%	20.000 €	-€	-12.474 €	-€	-14.060 €	-2.109 €	-€	-8.643 €	0%
-€	-€	-12.546 €	-€	-12.546 €	-1%	20.000 €	-€	1.247 €	-€	-7.030 €	-€	-€	1.671 €	0%
-€	-€	-€	-€	-€	0%	-€	-€	-€	-€	-€	-€	10.000 €	10.000 €	1%
-€	-€	-€	-€	-€	0%	31.894 €	-€	15.947 €	-€	-14.060 €	-€	-€	33.780 €	2%
-€	-€	-€	-€	-€	0%	25.000 €	-€	1.247 €	-€	-7.030 €	-703 €	20.000 €	38.514 €	2%
-€	-€	-€	15.586 €	15.586 €	1%	20.000 €	-€	5.000 €	-€	-€	-€	-€	40.586 €	2%
-€	-€	-€	-€	-€	0%	-€	49.036 €	-€	-€	-€	-€	-€	49.036 €	3%
7.011 €	-€	-€	6.234 €	13.246 €	1%	-€	-€	-€	-€	-28.672 €	-€	32.000 €	56.573 €	3%
-€	-€	-€	15.586 €	15.586 €	1%	20.000 €	37.500 €	-7.484 €	-€	-7.030 €	-€	-€	58.572 €	3%
17.529 €	14.579 €	6.273 €	15.586 €	53.969 €	4%	-€	-€	249 €	-€	-€	-€	8.333 €	62.552 €	3%
24.541 €	20.411 €	17.564 €	-€	62.517 €	5%	35.000 €	-22.500 €	-€	-€	-€	-€	-€	75.017 €	4%
10.793 €	10.793 €	-€	10.793 €	32.381 €	3%	30.000 €	-€	10.000 €	-€	-€	-€	10.000 €	82.381 €	4%
20.000 €	-€	-€	31.173 €	51.173 €	4%	25.000 €	9.807 €	2.494 €	-€	7.030 €	-€	-€	95.506 €	5%
35.058 €	43.739 €	-3.763 €	-€	75.034 €	6%	52.305 €	-20.000 €	-€	-€	-€	-€	-€	107.340 €	6%
17.529 €	14.579 €	6.273 €	23.380 €	61.762 €	5%	30.000 €	30.000 €	7.500 €	-€	-€	-€	-€	129.262 €	7%
17.529 €	14.579 €	6.273 €	15.586 €	53.969 €	4%	16.000 €	9.807 €	-€	-€	-€	-€	50.000 €	129.776 €	7%
30.111 €	25.532 €	10.567 €	25.237 €	91.449 €	7%	13.076 €	4.903 €	436 €	-€	-€	-€	23.333 €	133.199 €	7%
17.529 €	14.579 €	6.273 €	15.586 €	53.969 €	4%	45.000 €	4.903 €	3.118 €	-€	-2.812 €	-€	36.750 €	140.929 €	7%
60.000 €	30.000 €	-€	10.000 €	100.000 €	8%	20.000 €	10.000 €	-€	-€	1.406 €	-€	20.000 €	151.406 €	8%
16.190 €	21.587 €	16.190 €	21.587 €	75.557 €	6%	50.000 €	-€	15.000 €	-€	-€	-€	20.000 €	160.557 €	9%
35.058 €	29.159 €	12.546 €	31.173 €	107.938 €	9%	-€	73.554 €	-€	-€	-€	-€	-€	181.493 €	10%
45.167 €	38.298 €	15.851 €	37.856 €	137.174 €	11%	26.152 €	9.807 €	623 €	-€	-€	-€	33.333 €	207.092 €	11%
35.058 €	29.159 €	12.546 €	31.173 €	107.938 €	9%	40.000 €	50.000 €	10.000 €	-€	-€	-€	-€	207.938 €	11%
50.000 €	-€	-€	50.000 €	100.000 €	8%	50.000 €	30.000 €	50.000 €	-€	-€	-€	-€	230.000 €	12%
35.058 €	29.159 €	12.546 €	31.173 €	107.938 €	9%	45.000 €	19.614 €	0 €	-€	-€	-€	70.000 €	242.553 €	13%
30.000 €	30.000 €	-€	46.760 €	106.760 €	9%	50.000 €	75.000 €	-€	-€	-€	-€	20.000 €	251.760 €	13%
35.058 €	29.159 €	12.546 €	45.000 €	121.764 €	10%	85.000 €	9.807 €	4.989 €	-€	-€	-€	45.000 €	266.561 €	14%
52.587 €	43.739 €	18.819 €	46.760 €	161.907 €	13%	79.735 €	19.614 €	15.947 €	-€	-€	-€	-€	277.204 €	15%
17.529 €	-€	-€	15.586 €	33.116 €	3%	-€	100.000 €	-€	-€	-7.168 €	-€	160.000 €	285.947 €	15%
37.778 €	32.381 €	26.984 €	53.969 €	151.114 €	12%	80.000 €	-€	40.000 €	-€	-€	-€	30.000 €	301.114 €	16%
49.082 €	40.823 €	17.564 €	43.643 €	151.114 €	12%	70.000 €	27.460 €	1 €	-€	-€	-€	100.000 €	348.575 €	19%
87.646 €	72.899 €	31.365 €	77.934 €	269.846 €	22%	-€	98.073 €	-€	-€	-€	-€	-€	367.919 €	20%
-€	30.000 €	-€	80.000 €	110.000 €	9%	200.000 €	50.000 €	7.500 €	-€	-€	-€	85.000 €	452.500 €	24%
-€	50.000 €	-€	150.000 €	200.000 €	16%	300.000 €	100.000 €	8.000 €	-€	-€	-€	100.000 €	708.000 €	38%
-€	70.000 €	-€	250.000 €	320.000 €	26%	500.000 €	150.000 €	8.500 €	-€	-€	-€	115.000 €	1.093.500 €	58%

# Anlage 11 Anwendungsbeispiel (Tabellenkalkulation)

## Variante No-BIM (Eingabedatenblatt inklusive Zahlungsfluss; siehe ff.)

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung: BIM oder kein BIM?									
Erseller: Christoph Ebbing Variante: NoBIM (Achtung: Die angegebenen Zahlen sind Erwartungswerte. Die Simulation basiert auf Zufallszahlen. Die Verteilungen sind hier nicht dargestellt)									
Prozesszeiten (Entwicklungszeiten)	Einheit	Erwartungswert	z-No-BIM	z-BIM	Min	Mod	Max	Mfn	Max
Projektstart	Konzeptionsbeginn	01 Jan 2022	9,0	9,0					
Planungszeit	Grundlagenermittlung bis Entwurf		Monate	4,0					
	Genehmigungs- und Ausführungsplanung		Monate	3,0					
	Vergabe- und Bauvorbereitungszeit		Monate	16,0	-15%	0%	15%		
Bauzeit	Planungszeit (Gesamt)	01 May 2023	Datum	17,00					
	Baubeginn		Monate	17,00	-15%	0%	15%		
	Bauzeit		Datum	01 Oct 2024					
Vermarktungszeit	Baufertigstellung		Monate	5,00	-15%	0%	15%		
	Übergebearbeit		Monate	38					
	Finale Schlüsselübergabe		Monate	38					
<b>Gebäudeeigenschaften</b>									
Gebäudeflächen	Nutzungsfläche		m <sup>2</sup> NUF	2325,00					
	Brutto Geschossfläche		m <sup>2</sup> BGF	3233,00					
Grundstücksfläche	Grundfläche (BaunVO)		m <sup>2</sup> GF	647,00					
	Grundstücksgröße		m <sup>2</sup> GF	3000,00					
Sonstige	Ausbauverhältnis		NRF/BGF	0,80					
	Geschosszahl		(-)	5					
<b>Kosten (KG 100-800 + WuG)</b>									
Grundstückskauf	Kaufpreis Grundstück		€	495.000,00 €					
	Grundwerbsteuer		% (Kaufpreis)	6,50%					
Maklergebühren	Notarkosten		€	7.425,00 €	1,50%				
	Maklergebühren		% (Kaufpreis)	3,50%					
Realisierungskosten (KG 300-600)	Herrichten und Erschließen (KG 200)		pro m <sup>2</sup> GF	30	30,00				
	Baukosten (KG 300+400)		pro m <sup>2</sup> BGF (gesamt)	2,000	2,000	-15%	0%	15%	
Baunebenkosten (KG 700)	Außenanlagenkosten (KG 500)		pro m <sup>2</sup> AF	130	130				
	Ausstattung und Kunstwerke (KG 600)		pro m <sup>2</sup> BGF (gesamt)	87	87				
Finanzierung (KG 800)	Baunebenkosten (KG 700)		€	1.131.550,00 €	17,5%				
	Finanzierungsnebenkosten (KG 810)		€	5.000,00 €	5,000,00 €				
Risikokosten	Fremdkapitalzinsen (KG 820)		% p.a.	3,0%	3,0%				
	Eigenkapitalzinsen (KG 830)		% p.a.	0,0%	0,0%				
Erträge	Wagnis		% (Entwicklungskosten)	0,0%	0,0%				
	Verkaufspreis Kennzahl		€/m <sup>2</sup> NUF	4.250	4.250	-10%	0%	10%	
Verkauf	Vermietbare Fläche (s.o.)		m <sup>2</sup> NUF	2.325	2.325				
	Verkaufserlöse		€	9.881.250,00 €					
<b>Ar der Kostenverteilung (siehe "Kostenverteilungen")</b>									
Mittelgeber	Entwicklungs- und Planungskosten		(-)	2					
	Ausführungskosten		(-)	2					
Eigenkapital	Eigenkapital			8.947.188,00 €					
	Eigenkapital Anteil			1.800.000,00 €					
Fremdkapital	Investor 01			20,12%					
	Bank 01			79,88%					
Kostenvorteil	Finanzierung (KG 800)			7.147.188,00 €					
	Risikokosten			7.147.188,00 €					
Uberschuss/Defizit	Grundsstückskauf (KG 100+200)			8.947.188,00 €					
	Realisierungskosten (KG 300-600)			551.925					
Anforderungen	Baunebenkosten (KG 700)			7.122.911					
	Risikokosten			1.131.550					
Projektkennzahlen	Finanzierung (KG 800)			1.40.812					
	Erforderliche Eigenkapitalrendite (RoE)			15%					
Dynamische Kennzahlen	Dynamische Netto-Eigenkapitalrendite pro Jahr			14,95%					
	Dynamische Gesamtkapitalrendite pro Jahr			3%					
Vermögensendwert (Vn)				934.062,00 €					

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung: BIM oder kein BIM?									
Methode: Vollständiger Finanzplan									
				Periode				1	2
				Monat				Jan 2022	Feb 2022
Erträge				Calculated Amount			Control		
Verkaufserlös				9.881.250			9.881.250		
Kosten (KG100-800 + WuG)	Auftretenszeitpunkt	Ausprägung	Kalkulation	Maximum	Kontrolle				
<b>Grundstücksakquise</b>	Einzelkosten	495.000	551.925,00 €	495.000	551.925				
Kaufpreis Grundstück	Einzelkosten	6,50%	495.000,00 €	495.000	495.000				
Grundwerbsteuer	Einzelkosten	7,425	32.175,00 €	32.175	32.175				
Notarkosten	Einzelkosten	3,50%	7.425,00 €	7.425	7.425				
Maklergebühren	Einzelkosten		17.325,00 €	17.325	17.325				
<b>Baunebenkosten</b>	phasenübergreifend	1.131.550,00 €	1.131.550,00 €	1.131.550,00 €	1.131.550,00 €			34.289	34.289
Baunebenkosten								34.289	34.289
<b>Realisierungskosten</b>	Bauphase		7.122.911,00 €		7.122.911,00 €				
Herrichten und Erschließen (KG 200)	Bauphase	30	69.750,00 €						
Baukosten (KG 300+400)	Bauphase	2.000	6.466.000,00 €						
Außenanlagekosten (KG 500)	Bauphase	130	305.890,00 €						
Ausstattung und Kunstwerke (KG 600)	Bauphase	87	281.271,00 €						
Wagnis	Bauphase	0,00%	- €		- €				
<b>Finanzierungskosten</b>									
Eigenkapitalzinsen (KG 830)		0,00%	0,00%		5.000				
Fremdkapitalzinsen (KG820)	Jahres-/konf. Monatszins	3,00%	0,25%						
Finanzierungsnebenkosten (KG 810)		5,000	5.000,00 €					5.000	
<b>Projektentwicklungskosten (ohne Zinsen)</b>			8.811.386		8.811.386			591.214	34.289
Development Cash Flow									
<b>Net Cash Flow (Sales - Costs) without interest</b>									
Cash-Flow (ohne Zinsen)								591.214,39 €	34.289,39 €
Zinszahlung FK					135.812,00 €			- €	- €
Zinszahlung EK (ZA)					- €			- €	- €
<b>Vermögensendwert</b>								591.214,39 €	625.503,79 €
Wiederanlagebetrag					934.052,00 €			- €	- €
Kapitalaufnahme EK								591.214,39 €	34.289,39 €
Schuldenstand EK								591.214,39 €	625.503,79 €
Tilgung EK (T)								- €	- €
Kapitaldienst EK (T+ZA)								- €	- €
Kapitalaufnahme FK								7.105.574,29 €	- €
Schuldenstand FK								- €	- €
Tilgung FK								- €	- €
Kapitaldienst FK								- €	- €
<b>Berechnung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität</b>									
Vn+EK								591.214,39 €	34.289,39 €
Vn+EK/EK								0%	0%
n								100%	100%
n-te Wurzel								Jan 2022	Feb 2022
-1								Date	







	30 Jun 2024	31 Jul 2024	32 Aug 2024	33 Sep 2024	34 Okt 2024	35 Nov 2024	36 Dez 2024	37 Jan 2025	38 Feb 2025
	-	-	-	-	1.976.250	1.976.250	1.976.250	1.976.250	1.976.250
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	34.289	34.289	34.289	34.289	-	-	-	-	-
	34.289	34.289	34.289	34.289	-	-	-	-	-
	629.532	422.572	250.749	230.564	-	-	-	-	-
	6.165	4.138	2.455	2.258	-	-	-	-	-
	571.473	383.601	227.623	209.300	-	-	-	-	-
	27.035	18.147	10.768	9.901	-	-	-	-	-
	24.859	16.687	9.902	9.105	-	-	-	-	-
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	663.822	456.862	285.038	264.853	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	663.821,51 €	456.861,86 €	285.038,14 €	264.853,09 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €
	13.430,87 €	15.123,76 €	16.303,57 €	17.056,82 €	17.761,49 €	12.866,95 €	7.988,16 €	3.038,11 €	- €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	7.850.337,05 €	8.322.322,68 €	8.623.664,39 €	8.905.574,29 €	6.947.085,79 €	4.983.701,73 €	3.015.409,89 €	1.042.198,00 €	934.052,00 €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	934.052,00 €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.042.198,00 €	- €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	757.802,00 €	1.042.198,00 €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	757.802,00 €	1.042.198,00 €
	677.252,37 €	471.985,63 €	301.341,71 €	281.909,91 €	- €	- €	- €	- €	- €
	6.050.337,048 €	6.522.322,675 €	6.823.664,385 €	7.105.574,293 €	5.147.085,787 €	3.183.701,732 €	1.215.409,892 €	- €	- €
	- €	- €	- €	- €	1.958.488,51 €	1.963.384,05 €	1.968.291,84 €	1.215.409,89 €	- €
	13.430,87 €	15.123,76 €	16.303,57 €	17.056,82 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.218.448,00 €	- €
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	677.252,37 €	471.985,63 €	301.341,71 €	281.909,91 €	1.958.488,51 €	1.963.384,05 €	1.968.291,84 €	1.973.211,89 €	1.976.250,00 €
	77%	76%	79%	80%	74%	64%	40%	0%	#DIV/0!
	23%	22%	21%	20%	26%	36%	60%	100%	#DIV/0!
	Jun 2024	Jul 2024	Aug 2024	Sep 2024	Okt 2024	Nov 2024	Dez 2024	Jan 2025	Feb 2025



### Wirtschaftlichkeitsuntersuchung: BIM oder kein BIM?

Ersteller: Christoph Ebbing  
 Variante: BIM

(Achtung: Die angegebenen Zahlen sind Erwartungswerte auf Basis von Zufallszahlen. Die Verteilungen sind hier nicht dargestellt!)

Prozesszeiten (Entwicklungszeiten)		Einheit	Erwartungswert	zNo-BIM		zBIM	
Projektstart	Konzeptionsbeginn	Monate	01. Jan 2022	Min	Max	Mod	Max
Planungszeit	Grundlagenermittlung bis Entwurf	Monate	9,0				
	Genehmigungs- und Ausführungsplanung	Monate	4,0				
	Vergabe- und Bauvorbereitungszeit	Monate	3,0				
	Planungszeit (Gesamt)	Monate	16,27	-10%	10%	0,02	-10,0%
Bauzeit	Baubeginn	Datum	01. May 2023				20,0%
	Bauzeit	Monate	17,00	-10%	10%	-0,03	0,0%
	Baufertigstellung	Datum	01. Oct 2024				0,0%
Vermarktungszeit	Übergabezeit	Monate	5,00	-10%	10%	-0,05	0,0%
	Finale Schlüsselübergabe	Datum					
	Projektlaufrzeit (Gesamt)		38				
<b>Gebäudeeigenschaften</b>							
Gebäudeflächen	Nutzungsfläche	m² NUF	2325,00				
	Brutto Geschossfläche	m² BGF	3233,00				
	Grundfläche (BauNVO)	m² GrF	647,00				
Grundstücksfläche	Grundstücksgröße	m² GF	3000,00				
Sonstige	Ausbauverhältnis	NRF/BGF	0,80				
	Geschosszahl	(-)	5				
<b>Kosten (KG 100-800 + WuG)</b>							
Grundstücksakquise (KG 100+200)	Kaufpreis Grundstück	€	495.000,00 €				
	Grundversteuer	% (Kaufpreis)	6,50%				
	Notarkosten	€	7.425,00 €				
	Maklergebühren	% (Kaufpreis)	3,50%				
Realisierungskosten (KG 300-600)	Herrichten und Erschließen (KG 200)	pro €/m² GF	30,00				
	Baukosten (KG 300+400)	pro m² BGF (gesamt)	1.967	-10%	10%	-0,02	0,0%
	Außenanlagenkosten (KG 500)	pro m² AF	130				
	Ausstattung und Kunstwerke (KG 600)	pro m² BGF (gesamt)	87				
Baunebenkosten (KG 700)	Baunebenkosten (KG 700)	€	1.186.870,22 €				
	Finanzierungsnebenkosten (KG 810)	€	5.000,00 €				
	Fremdkapitalzinsen (KG 820)	% p.a.	3,0%				
	Eigenkapitalzinsen (KG 830)	% p.a.	0,0%				
Risikokosten	Wagnis	% (Entwicklungskosten)	0,0%				
<b>Erträge</b>							
Verkauf	Verkaufspreis Kennzahl	€/m² NUF	4.250	-5%	0%	5%	0,0
	Vermietbare Fläche (s.o.)	m² NUF	2.325				0,0
<b>Art der Kostenverteilung (siehe "Kostenverteilungen")</b>							
Mittelgeber	Verkaufserlöse	€	9.881.250,00 €				
	Entwicklungs- und Planungskosten	(-)	2				
Kostenvorteil	Ausführungskosten	(-)	2				
	Eigenkapital		8.893.845,86 €				
	Eigenkapital Anteil		1.800.000,00 €				
	Fremdkapital	Investor 01	20,24%				
			79,76%				
Überschuss/Defizit Anforderungen	Bank 01		7.093.845,86 €				
	Grundstücksakquise (KG 100+200)		8.893.845,86 €				
	Realisierungskosten (KG 300-600)		551.925				
	Baunebenkosten (KG 700)		7.015.144				
Projektkennzahlen	Finanzierung (KG 800)		1.186.870				
	Risikokosten		139.906				
<b>Dynamische Eigenkapitalrendite (RoE)</b>							
	Erforderliche Eigenkapitalrendite (RoE)		15%				
<b>Dynamische Gesamtkapitalrendite pro Jahr</b>							
	Dynamische Gesamtkapitalrendite pro Jahr		15,69%				
	Vermögensendwert V(n)		987.404,14 €				

Variante BIM (Eingabedatenblatt inklusive Zahlungsfluss; siehe ff.)

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung: BIM oder kein BIM?		Periode		1		2	
		Monat	Jan 2022	Feb 2022	Jan 2022	Feb 2022	
Methode: Vollständiger Finanzplan							
<b>Erträge</b>	Verkaufserlös		9.881.250		Control	9.881.250	
<b>Kosten (KG 100-800 + WuG)</b>					<b>Kontrolle</b>		
<b>Grundstückskakquise</b>		<b>Auftretszeitpunkt</b>	<b>Ausprägung</b>	<b>Kalkulation</b>	<b>Maximum</b>		
	Einzelkosten			557.925,00 €		557.925	
	Kaufpreis Grundstück		495.000	495.000,00 €	495.000	495.000	
	Einzelkosten		6,50%	32.175,00 €	32.175	32.175	
	Grundsteuer		7,425	7.425,00 €	7.425	7.425	
	Notarkosten		3,50%	17.325,00 €	17.325	17.325	
	Maklergebühren						
<b>Baunebenkosten</b>				1.186.870,22 €		35.966	
	Baunebenkosten	phasenübergreifend	1.186.870,22 €	1.186.870,22 €		35.966	35.966
<b>Realisierungskosten</b>				7.015.144,33 €			
	Herrichten und Erschließen (KG 200)	Bauphase	30	69.750,00 €			
	Baukosten (KG 300+400)	Bauphase	1.967	6.358.233,33 €			
	Außenanlagenkosten (KG 500)	Bauphase	130	305.890,00 €			
	Ausstattung und Kunstwerke (KG 600)	Bauphase	87	281.271,00 €			
	Wagnis	Bauphase	0,00%	- €		- €	
<b>Finanzierungskosten</b>						5.000	
	Eigenkapitalzinsen (KG 830)		0,00%	0,00%			
	Fremdkapitalzinsen (KG 820)	Jahres-/konf. Monatszi	3,00%	0,25%			
	Finanzierungsnebenkosten (KG 810)		5,00%	5.000,00 €		5.000	
<b>Projektentwicklungskosten (ohne Zinsen)</b>				8.758.940		8.758.940	35.966
Development Cash Flow							
<b>Net Cash Flow (Sales - Costs) without interest</b>						592.890,76 €	35.965,76 €
	Zinszahlung FK			134.906,31 €		- €	- €
	Zinszahlung EK (ZA)			- €		- €	- €
<b>Vermögensendwert</b>				987.404,14 €		592.890,76 €	628.856,53 €
<b>Annahmen</b>							
	Kontostand bei t=0	0					
	Maximaler Schuldenstand EK	1.800.000,00 €				592.890,76 €	35.965,76 €
<b>Kennzahlen</b>							
	Dynamische Netto-Eigenkapitalrendite pro Jahr	15,69%					
	Dynamische Gesamtkapitalrendite pro Jahr	3,59%					
	Vermögensendwert V(n)	987.404,14 €					
	Maximaler Schuldenstand	7.052.752,285 €					
	Summe FK-Zinskosten	134.906,305 €					
<b>Berechnung der dynamischen Eigenkapitalrentabilität</b>							
	Vn+EK	2.787.404,14 €				592.890,76 €	35.965,76 €
	Vn+EK/EK	155%				0%	0%
	n	3				100%	100%
	n-te Wurzel	116%					
	-1	16%					







	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	Jun 2024	Jul 2024	Aug 2024	Sep 2024	Oktober 2024	Nov 2024	Dez 2024	Jan 2025	Feb 2025
	-	-	-	-	1.976.250	1.976.250	1.976.250	1.976.250	1.976.250
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35.966	35.966	35.966	35.966	-	-	-	-	-
	35.966	35.966	35.966	35.966	-	-	-	-	-
	620.008	416.179	246.955	227.075	-	-	-	-	-
	6.165	4.138	2.455	2.258	-	-	-	-	-
	561.949	377.207	223.830	205.812	-	-	-	-	-
	27.035	18.147	10.768	9.901	-	-	-	-	-
	24.859	16.687	9.902	9.105	-	-	-	-	-
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	655.973	452.145	282.921	263.041	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	655.973,32 €	452.144,89 €	282.920,79 €	263.041,13 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €
	13.341,18 €	15.014,23 €	16.181,97 €	16.929,63 €	17.629,46 €	12.733,58 €	7.825,46 €	2.905,08 €	- €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	7.806.519,64 €	8.273.678,77 €	8.572.781,53 €	8.852.752,29 €	6.894.131,74 €	4.330.615,32 €	2.962.190,78 €	988.845,86 €	987.404,14 €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	987.404,14 €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	1.800.000,00 €	988.845,86 €	- €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	811.154,14 €	988.845,86 €
	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	811.154,14 €	988.845,86 €
	669.314,50 €	467.159,12 €	299.102,76 €	279.970,76 €	- €	- €	- €	- €	- €
	6.006.519,642 €	6.473.678,766 €	6.772.781,530 €	7.062.752,285 €	5.094.131,742 €	3.130.615,321 €	1.162.190,783 €	- €	- €
	- €	- €	- €	- €	1.958.620,54 €	1.963.516,42 €	1.968.424,54 €	1.162.190,78 €	- €
	13.341,18 €	15.014,23 €	16.181,97 €	16.929,63 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.976.250,00 €	1.165.095,86 €	- €
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	669.314,50 €	467.159,12 €	299.102,76 €	279.970,76 €	1.958.620,54 €	1.963.516,42 €	1.968.424,54 €	1.973.344,92 €	1.976.250,00 €
	77%	78%	79%	80%	74%	63%	39%	0%	#DIV/0!
	23%	22%	21%	20%	26%	37%	61%	100%	#DIV/0!
	Jun 2024	Jul 2024	Aug 2024	Sep 2024	Oktober 2024	Nov 2024	Dez 2024	Jan 2025	Feb 2025