



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

## DIPLOMARBEIT

Prozessdokumentation in der Gebäudeplanung

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Mag.rer.soc.oec. Dr.rer.soc.oec Marijana Sreckovic

E234

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement  
Forschungsbereich Integrale Bauplanung und Industriebau

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Dipl.-Ing. Georg Koch BSc Bakk.techn.

00325989

Wien, am 22.09.2022

## Executive Summary

The application of Building Information Modeling leads to extensive changes in the realization process of construction projects. In addition to other aspects, this paradigm shift compared to traditional planning also has a significant influence on the work processes of the actors involved directly and indirectly in the planning. The aim of the work is to gain knowledge from the investigation of interdisciplinary planning processes with BIM using a case study and to derive potential for optimization from this. The process flows of the individual service phases and the interactions between the actors in the planning and execution process are analyzed. The following research questions are answered on the basis of the investigations.

1) What do interdisciplinary communication processes and workflows look like in an integral planning process and what potential for optimization can be derived from them?

2) How can this optimization potential be presented in a generic planning process and what requirements does this result in for the interdisciplinary workflows, models and software?

The work is an empirical-qualitative exploration based on a case study. The examination of the processes takes place on the basis of the structure of the HOAI projectphases. The analysis results show that the work processes from the beginning of the project are characterized by the simultaneity of the integration of the individual discipline-specific planning services to be coordinated and integrated into a Building Information Model. In this way, the key influencing factors in planning can be implemented early and cost-effectively. The greatest optimization potential for a generic planning process based on the analysis results is the Building Information Model, used as the central process and communication interface between the actors. All information is thus exchanged via the model and the additional effort of deriving different definition formats from it is eliminated. The service phases 1-7 can now be restructured into three service phases and the respective partial fee rates can be adequately adjusted to the planning effort.

## Abstract

Die Anwendung von Building Information Modeling führt zu umfassenden Veränderungen im Realisierungsprozess von Bauvorhaben. Neben weiteren Aspekten, hat dieser Paradigmenwechsel gegenüber traditioneller Planung, auch maßgeblichen Einfluss auf die Arbeitsprozesse der an der Planung direkt und indirekt beteiligten Akteure. Ziel der Arbeit ist es, einen Erkenntnisgewinn aus der Untersuchung interdisziplinärer Planungsprozesse mit BIM anhand einer Fallstudie zu gewinnen und daraus Optimierungspotenziale abzuleiten. Dabei werden die Prozessabläufe der einzelnen Leistungsphasen und die Wechselwirkungen zwischen den Akteuren im Planungs- und Ausführungsprozess analysiert. Auf Basis der Untersuchungen werden folgende Forschungsfragen beantwortet.

1) Wie sehen interdisziplinäre Kommunikationsprozesse und Workflows in einem integralen Planungsprozess aus und welche Optimierungspotenziale sind daraus abzuleiten?

2) Wie lassen sich diese Optimierungspotenziale in einem generischen Planungsprozess darstellen und welche Anforderungen ergeben sich dadurch für die interdisziplinären Workflows, Modelle und Software?

Die Arbeit ist eine empirisch-qualitative Exploration, auf Basis einer Fallstudie. Die Untersuchung der Prozesse erfolgt auf Basis der Struktur der HOAI Leistungsphasen. Die Analyseergebnisse zeigen, dass die Arbeitsprozesse ab Projektbeginn davon geprägt sind, die Gleichzeitigkeit der Integration der einzelnen disziplinspezifischen Planungsleistungen zu koordinieren und in ein Building Information Model zu integrieren. Dadurch können maßgebende Einflussgrößen der Planung frühzeitig und kosteneffizient umgesetzt werden. Das größte Optimierungspotenzial für einen generischen Planungsprozess auf Basis der Analyseergebnisse ist das Building Information Model, als zentrale Prozess- und Kommunikationsschnittstelle zwischen den Akteuren einzusetzen. Alle Informationen werden dadurch über das Modell ausgetauscht und der Mehraufwand unterschiedliche Definitionsformate daraus abzuleiten entfällt. Die Leistungsphasen 1-7, können in nunmehr drei Leistungsphasen neu strukturiert werden und die jeweiligen Teilhonorarsätze adäquat an den Planungsaufwand angepasst werden.



### Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	9
1.1. Ausgangssituation und Problemstellung	10
1.2. Forschungsziele	10
<b>2. Forschungsstand und Theorie</b>	13
2.1. Planungsprozesse & Akteure	14
2.1.1. Entwicklung von sequenziellen zu integralen Planungsprozessen	14
2.1.2. Einflussfaktoren auf Planungsprozesse	15
2.1.3. Integration der Akteure im Planungsprozess	17
2.1.4. Verantwortungsbereiche der Akteure im BIM-Planungsprozess	22
2.2. BIM im Kontext der Planungsprozesse	25
2.2.1. Definition BIM	25
2.2.2. BIM Reifegradstufen	26
2.2.3. BIG BIM vs. Little BIM und Closed BIM vs. Open BIM	27
2.2.4. BIM As-Planned, BIM As-Built und FM-Modelle	28
2.2.5. Datenverarbeitung und Informationsverlust im Planungsprozess	28
2.2.6. Paradigmenwechsel der Datenverarbeitung im Planungsprozess	29
2.2.7. Aufwandsverschiebung der Planungsprozesse durch BIM	30
2.2.8. Negative Einflussfaktoren auf effiziente Planungsprozesse	31
2.3. Honorarordnungen, Vertragsrecht und BIM Planungsprozesse	32
2.3.1. Einleitung Honorarordnung	32
2.3.2. BIM in der HOAI	33
2.3.3. Rechtliche Einschätzung Aufwandsverschiebung hinsichtlich LM.OA.BIM	34
2.3.4. BIM als Planungswerkzeug vs. BIM als Methode im Vertragsrecht	35
<b>3. Methode</b>	37
3.1. Forschungsdesign	38
3.2. Datenanalyse	38
3.2.1. Erhebung der Daten	39
3.3. Untersuchungsdurchführung	41
<b>4. Fallstudie</b>	43
4.1. Projektvorstellung	44
4.1.1. Planervertrag und vertragliche Rahmenbedingungen	44
4.1.2. Organigramm	44
4.2. Softwaretopologie	46
4.2.1. Aufbau der Analyse der Fallstudie	50
4.2.2. Erläuterungen Prozessdiagramme	52
4.3. Untersuchung der Fallstudie nach Leistungsphasen	54
4.3.1. Leistungsphase 1 - Grundlagenermittlung	54
4.3.2. Leistungsphase 2 - Vorplanung	58
4.3.3. Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung	63
4.3.4. Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung	68
4.3.5. Leistungsphase 5 - Ausführungsplanung	69
4.3.6. Leistungsphase - 6 Erstellung der LVs - 7 Mitwirkung an der Vergabe	74

<b>5. Ergebnisse</b>	79
5.1. Anmerkungen zur Fallstudie	80
5.2. Interpretation der Ergebnisse	80
5.2.1. Interpretation Planervertrag und Anlagen	80
5.2.2. Interpretation der Grundlagenanalyse	80
5.2.3. Interpretation der Vorplanung	81
5.2.4. Interpretation der Entwurfsplanung	82
5.2.5. Interpretation der Genehmigungsplanung	82
5.2.6. Interpretation der Ausführungsplanung	83
5.2.7. Interpretation des Mehrwerts durch BIM	84
5.2.8. Interpretation der Erstellung der LVs + Mitwirkung an der Vergabe	84
5.2.9. Optimierungspotenziale	86
<b>6. Fazit</b>	97
6.1. Zusammenfassung der Ergebnisse	98
6.2. Beantwortung der Forschungsfragen	99
6.3. Ausblick	100
<b>7. Anhang</b>	101
7.1. Quellenverzeichnis	102
7.1.1. Literatur	102
7.1.2. Internetquellen	103
7.2. Abbildungsverzeichnis	104

## Abkürzungsverzeichnis

AEC	Architecture, Engineering and Construction
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
ARCH	Architektur
AVA	Ausschreibung Vergabe Abrechnung
BAB	Bau- und Ausstattungsbeschreibung
BIM	Building Information Model(ing)
BPH	Bauphysik
BS	Brandschutz
CAD	Computer-aided design
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
ELT	Elektrotechnik
GA	Gebäudeautomation
GPL	Gesamtprojektleiter
GRL	Gruppenleiter
HKLS	Heizung Klima Lüftung Sanitär
IFC	Industry Foundation Classes
IP	Integrationsplaner
KB	Kostenberechnung
KS	Kostenschätzung
KT	Küchentechnik
LA	Landschaftsarchitektur
LPH	Leistungsphase
LV	Leistungsverzeichnis
MV	Modellverantwortlicher
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
OÜ	Objektüberwachung
PDF	Portable Document Format
PL	Projektleiter
PLA	Projektleiter Architektur
PS	Projektsteuerung
QM	Qualitätsmanagement
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TWP	Tragwerksplanung

Tab. 1: Abkürzungsverzeichnis



# 1. EINLEITUNG

## 1.1. Ausgangssituation und Problemstellung

Die Anwendung von Building Information Modeling führt zu umfassenden Veränderungen im Realisierungsprozess von Bauvorhaben. BIM wird als eine gemeinsame **Wissensbasis**, welche die Aktivitäten der teilnehmenden Akteure unterstützt, (Vgl. Sibenik & Kovacic, 2020, S.1) bzw. eine **Methode**, welche digitale Planungsdaten über den Lebenszyklus eines Gebäudes managt (Vgl. Succar, 2009, S.357), bzw. **ein Zusammenschluss von Technologien** (Vgl. Eastman, 2011, S.20) beschrieben. Der Einsatz von BIM im Planungs- und Ausführungsprozess hat neben zahlreichen weiteren Aspekten, maßgebliche Auswirkungen auf die Arbeitsprozesse der an der Planung direkt und indirekt beteiligten Akteure. Das zentrale Thema dieser Arbeit sind Untersuchungen dieser interdisziplinären Prozesse. Eines der zentralen Motive bei BIM Planungsprozessen ist die Verarbeitung von (Planungs-) Daten. Für den investitionsintensiven Sektor Bauindustrie, ein wichtiger Faktor ökologischer und ökonomischer Gesichtspunkte im Sinne der Nachhaltigkeit. Damit verbundene Herausforderungen umfassen die Verarbeitung, Weitergabe und Speicherung dieser Daten. BIM verfolgt u. a. das Ziel, Informationen effizient zu verarbeiten und allen beteiligten Akteuren ohne Informationsverlust zugänglich zu machen. In diesem Kontext sind den Herausforderungen bei der Anwendung und Umsetzung in der Praxis, die theoretische Grundlagen gegenüberzustellen, um daraus einen Erkenntnisgewinn für zukünftige Entwicklungen zur Anwendung mit BIM abzuleiten. Die Untersuchungen sollen einen Beitrag leisten, Einsicht in die BIM - Planungsprozesse zu erlangen und Optimierungspotenziale für die integrale Planung daraus abzuleiten.

## 1.2. Forschungsziele

Ziel der Arbeit ist einen Erkenntnisgewinn aus der Untersuchung interdisziplinärer Planungsprozesse mit BIM anhand einer Fallstudie. Dabei werden Definitionen und Beschreibungen von Prozessabläufen in der Gebäudeplanung unter Berücksichtigung von Vertragsstrukturen integraler Planung mit BIM untersucht sowie Wechselwirkungen zwischen den Akteuren im Planungsprozess berücksichtigt. Im Zuge der Untersuchungen sollen Antworten auf folgende Forschungsfragen gefunden werden.

**1) Wie sehen interdisziplinäre Kommunikationsprozesse und Workflows in einem integralen Planungsprozess aus und welche Optimierungspotenziale sind daraus abzuleiten?**

**2) Wie lassen sich diese Optimierungspotenziale in einem generischen Planungsprozess darstellen und welche Anforderungen ergeben sich dadurch für die interdisziplinären Workflows, Modelle und Software?**

Die Forschungsarbeit ist wie folgt aufgebaut: Der Theorieteil beginnt mit einer Darstellung der Entwicklung von sequenzieller Planung zu integraler Planung mit BIM. Es werden Einflussfaktoren auf die Zusammenarbeit der Akteure beleuchtet und übergeleitet zu deren Interaktionen im Planungsprozess hinsichtlich technologischer Entwicklungen des Informationsaustauschs sowie daraus ableitbaren Einflüsse auf Prozesse. Die Vorstellung der in der Fallstudie agierenden Projektrollen, schließt den ersten Theorieteil ab. Im zweiten Theoriekapitel wird die der Begriff BIM, hinsichtlich seiner Relevanz im Sinne der Forschungsziele eingegrenzt. Der Theorieteil schließt mit den Auswirkungen von BIM auf

das Vertragsrecht und die Honorarordnungen.

Im empirischen Teil der Arbeit wird nach Darlegung der angewendeten Methodik die Fallstudie vorgestellt und die Planungsprozesse, in die einzelnen Leistungsphasen gegliedert dargestellt und anhand einer Project Story erläutert. Im Ergebnisteil werden die Erkenntnisse aus der Fallstudie interpretiert und erläutert. Aus der Interpretation werden die Forschungsfragen beantwortet. Zum einen die Optimierungspotenziale aus den Erkenntnissen abgeleitet und zum anderen ein generisches Prozessdiagramm anhand dessen dargestellt und erläutert. Am Ende der Arbeit werden Schlussfolgerungen gezogen und die wichtigsten Punkte im Fazit zusammengefasst sowie ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben.



## 2. FORSCHUNGSSTAND UND THEORIE

## 2.1. Planungsprozesse & Akteure

„Process is „a specific ordering of work activities across time and place, with a beginning, an end, and clearly identified inputs and outputs: a structure for action.“ (Davenport, 1992) The process field clusters a group of players who procure, design, construct, manufacture, use, manage and maintain structures. These include facility owners, architects, engineers, contractors, facility managers and all other AECO players involved in the ownership, delivery and operations of buildings or structures.“ (Succar, 2009, S.359)

Allgemein können Prozesse als eine spezifische Ordnung an Arbeitsaktivitäten hinsichtlich einer zeitlichen und örtlichen Ebene angesehen werden, die einen klar identifizierbaren Input und Output aufweisen, also eine Struktur von Aktionen. Hinsichtlich der Planungsprozesse umfasst diese Aktionsstruktur Akteure, die mit der Planung, Konstruktion, Beschaffung, Nutzung, Instandhaltung und dem Gebäudemanagement befasst sind sowie allen anderen Architecture, Engineering an Construction (AEC) Akteuren, die in die Eigentümerschaft und Ausführung von Gebäuden involviert sind.

### 2.1.1. Entwicklung von sequenziellen zu integralen Planungsprozessen

Sequenzielle Planung ist eine Standard-Ablaufstruktur welche nach Jakoby (2019) in die Phasen Problemanalyse, Lösungsentwurf, Realisierung und Validierung untergliedert wird. Auch wenn sich Planungsaufgaben je Projekt unterscheiden, entspricht dies dem grundsätzlichen Ablauf von Planungsprojekten. Jede der vier Phasen kann als Teilprojekt mit einem definierten Input und Output gesehen werden. Jedes Teilprojekt sollte abgeschlossen sein, bevor ein neues beginnt. Bei sequenzieller Planung werden die Ergebnisse einer Projektphase ohne Rückkoppelung an die nächste weitergegeben, dieses Prinzip ist als „over the wall“ Engineering nach Evbuomwan & Anumba 1999 definiert und in Abb. 1 dargestellt. Der strukturelle Simplizität dieses Ablaufs ist die hohe Durchlaufzeit entgegenzuhalten. Eine Reduzierung der Durchlaufzeit kann erreicht werden, wenn die Prozesse nicht nacheinander sondern gleichzeitig, bzw. nebeneinander ablaufen. Parallelisiert man den Workflow und den Input der Akteure, werden Rückkoppelungseffekte ermöglicht. Diese Vorgehensweise verlangt organisatorische Änderungen, welche einen deutlich höheren Informationsaustausch zwischen den einzelnen Planern erforderlich macht. (Vgl. Jakoby, 2019, S.124-125)

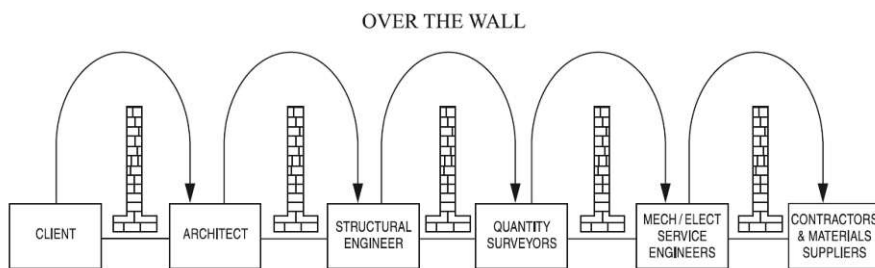


Abb. 1: Over the Wall Prinzip (Evbuomwan & Anumba, 1999)

Bei sequenzieller Planung tritt neben einer höheren Durchlaufzeit auch das Problem auf, dass es durch die Teilung der Planungsdisziplinen zu Missverständnissen und Diskrepanzen kommt und die Fragmentierung der Planungs- und Konstruktionsdaten schnell zu Kollisionen, Auslassungen und Planungsfehlern

führen kann. Das Risiko ist hoch, dass Inkohärenz zwischen den zeitlich versetzten Inputs der Fachplaner, erst in einem vorangeschrittenen Projektverlauf erkannt werden. Dies kann zu späten, kostenintensiven Planungsänderungen und Folgekosten wie z.B. Haftungsfragen führen. Fehlende Kommunikation der Planungsgrundlage und Entwurfsabsichten, führen zu Verwirrungen in der Planung und ineffizienten Aufwand im Planungsprozess. Anumba et al. haben bereits 2002 die Vorzüge paralleler Prozesse untersucht. In ihrer Arbeit werden diese Prozesse als „concurrent engineering framework“ bezeichnet, die neben parallelen Prozessen auch die Multidisziplinarität und Inklusion von allen am Projekt beteiligten Akteuren beschreibt Abb. 2. Concurrent Engineering verfolgt das Ziel beim ersten Planungsdurchlauf die Aufgaben zu erfüllen und so bei gleicher Qualität, Planungszeit und Kosten einzusparen. Als Schlüsselfaktor identifizieren sie multidisziplinäre Teams, die simultan die Projekt-Tasks bearbeiten. Die jeweilige(n) übergeordnete(n) Firmenstruktur(en) der am Projekt beteiligten Akteure, müssen es den Projektteam ermöglichen, integrale Teamstrukturen zu implementieren und angemessene Kommunikations- und Entscheidungstools und Technologien bereitzustellen. (Vgl. Anumba et al., 1999, S.262)

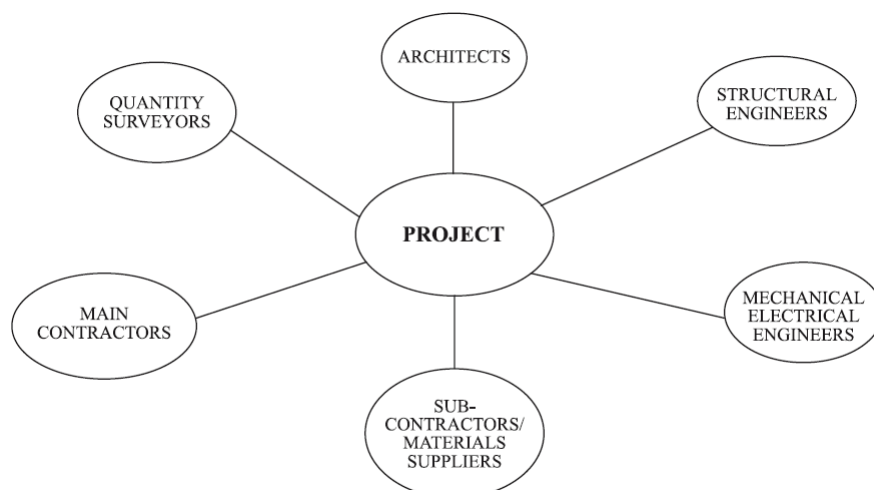


Abb. 2: An integrated Project Team (Evbuomwan & Anumba, 1999)

### 2.1.2. Einflussfaktoren auf Planungsprozesse

Ozturk et al (2016) haben untersucht welche Faktoren die Akteure an Planungsprojekten maßgeblich beeinflussen. Zunächst fassen sie die Projektrollen in folgenden Gruppen zusammen. Erstens, das Planer-Kernteam (core design team), zweitens, strategische Unterstützer (strategic supporters), also Auftraggeber, Projektmanagement etc. und drittens Unterstützer von Entscheidungen (decision supporters), also Konsulenten, Behörden, etc. Die Position der einzelnen Akteursgruppen kann über Einflussphasen hinausgehen. Das Projektmanagement z.B. ist sowohl strategischer Unterstützer, als auch Unterstützer von Entscheidungen. Hinsichtlich Planungsentscheidungen steht das Planer Kernteam, (Architektur, Tragwerksplanung, Technische Gebäudeausrüstung,...) im Zentrum des Planungsprozesses. Sie sind verantwortlich für die Planung und das Design des Gebäudes und die hochrangigen Entscheidungen im Planungsprozess. Die zweite Gruppe sind strategische Unterstützer des Projekts und inkludiert Projektmanager bzw. Projektsteuerung, den Auftraggeber und ausführende Fir-

men. Diese Gruppe trifft Entscheidungen zu spezifischen Themen entsprechend ihres Verantwortungsbereichs und lässt Vorgaben, Ideen und Wissen in den Planungsprozess einfließen. Die Entscheidungsunterstützer sind Berater und Behörden, die Beratungsleistungen und Informationen zum Projekt beitragen. (Vgl. Ozturk et al., 2016, S. 797)

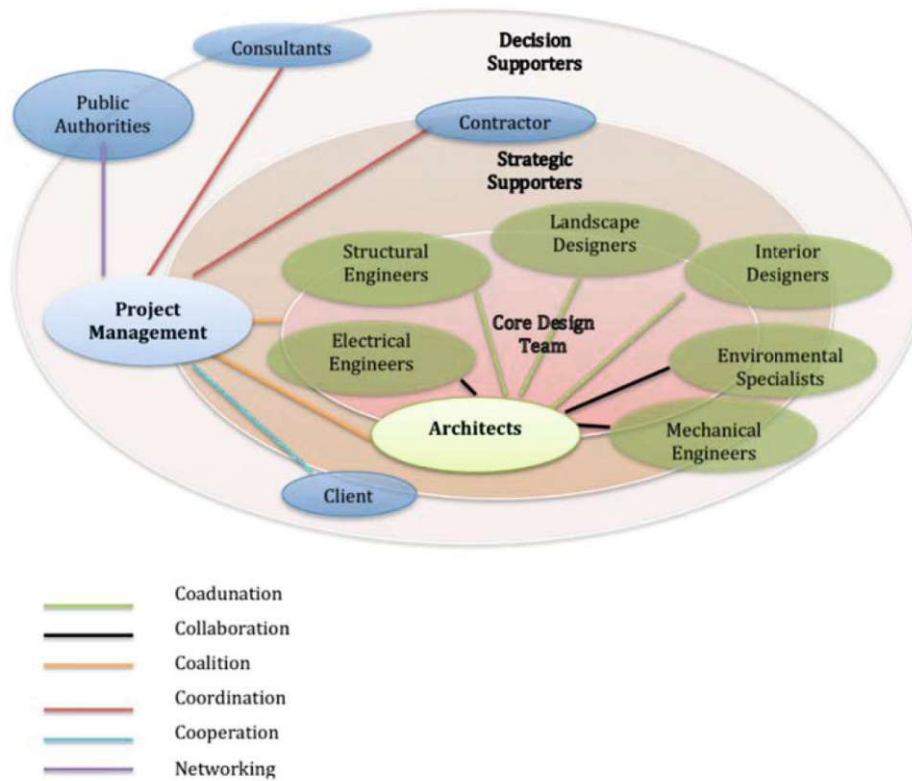


Abb. 3: Conceptual model of collaborative design among building design phase participants (Ozturk et al., 2016, S. 800)

Ihr Input wird in spezifischen, Zeitabschnitten im Projekt abgefragt. Die Schlüsselfaktoren der Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten können in vier Gruppen unterteilt werden, nämlich individuelle -, projektspezifische -, organisatorische-, physische- und BIM-Implementierungs Faktoren. Neben individueller Faktoren, wie technische Fähigkeiten, sind Bauprojekte durch ihre projektbasierte Umgebung, auch organisatorische Faktoren maßgebend, die innerbetriebliche und zwischenbetriebliche Zusammenarbeit auf Unternehmensebene berücksichtigen. BIM als Informationstechnologie bietet simultanen Zugriff auf Daten und wird als Integrations Werkzeug der Akteure betrachtet. Physische Faktoren, welche die Bedingungen umfassen Informationstechnologie und die damit verbunden Infrastruktur zu betrachten, sind in diesem Modell ebenfalls erfasst - Abb. 4. (Vgl. Ozturk et al., 2016, S. 797)



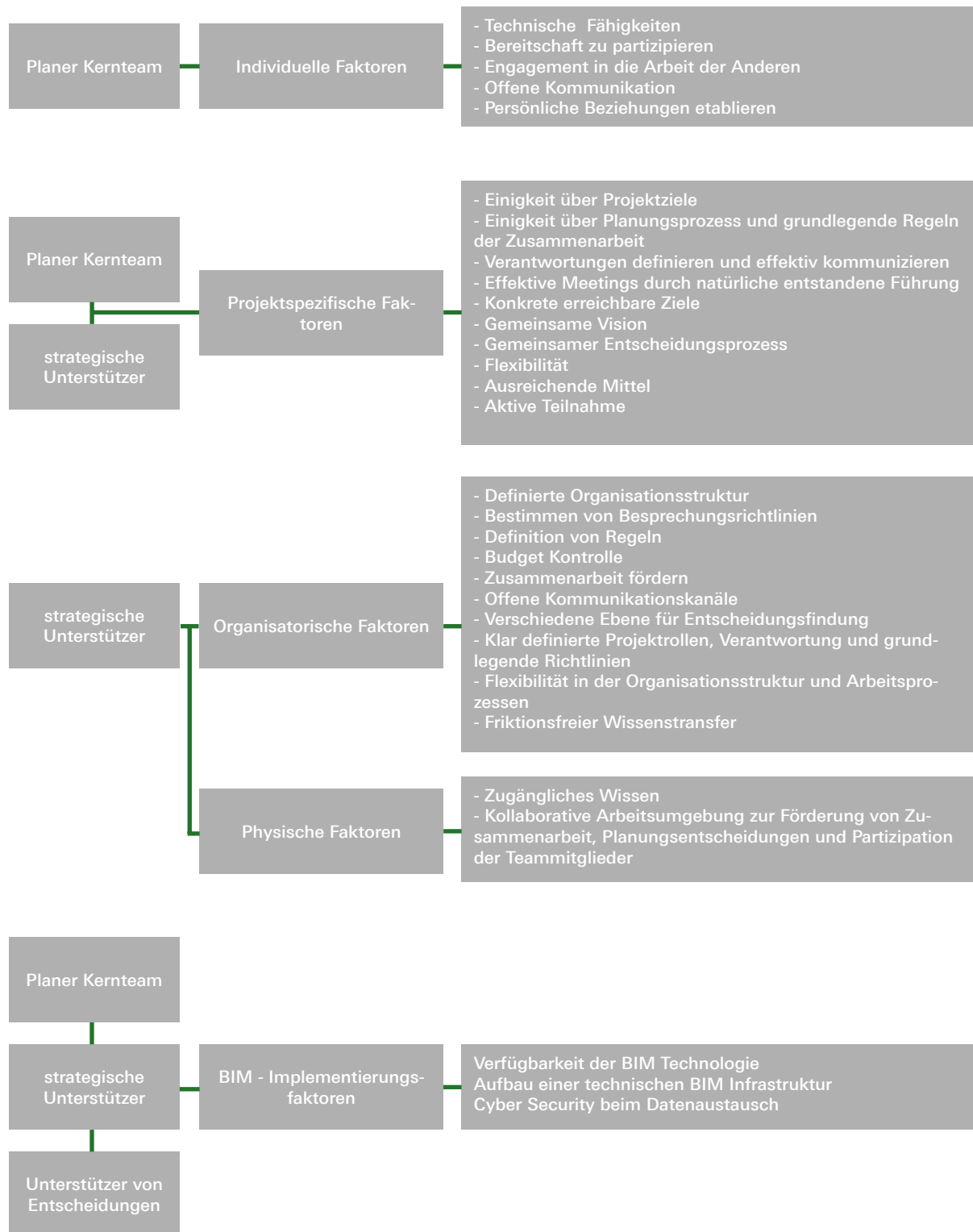


Abb. 4: Collaborative design metrics for building design (Eigene Darstellung in Anlehnung an Ozturk et al., 2016, S. 802)

### 2.1.3. Integration der Akteure im Planungsprozess

Erfolgreiche Planungsprojekte sind zu einem großen Teil von den interdisziplinären, kollaborativen Leistungen der Projektbeteiligten abhängig. Planung mit BIM ist daher ein integraler Prozess, der einen hohen Grad an Abstimmung zwischen

den Projektbeteiligten bedarf. Turk & Klinc untersuchen (2020) die Lücke zwischen dem allgemeinen Verständnis von Planungs - Informationsprozessen und dem aktuellen Status in der Architecture Engineering and Construction (AEC) Industrie. Um aktuelle Entwicklungen besser einordnen zu können, ist die Annahme, dass Gebäude bzw. Planungsobjekte das Resultat von Planungsprozessen sind, die durch Akteure ausgeführt werden, zu kurz gegriffen. (Abb. 5) Für ein besseres Verständnis von Planungsprozessen, muss der Fortschritt von Internettechnologien sowie sozialen Medien der letzten Dekade und ihr Einfluss auf menschliche Aktivitäten in diesem Prozess berücksichtigt werden. Besonders betroffen von diesen Entwicklungen sind Akteure die mit Informationsprozessen arbeiten. Um einen differenzierten, weiter gefassten, neuen Rahmen aufzuziehen, sind drei Paradigmen menschlichen Handelns und drei Anwendungsfälle von Technologien zu beleuchten. (Abb. 6 -Abb. 8)

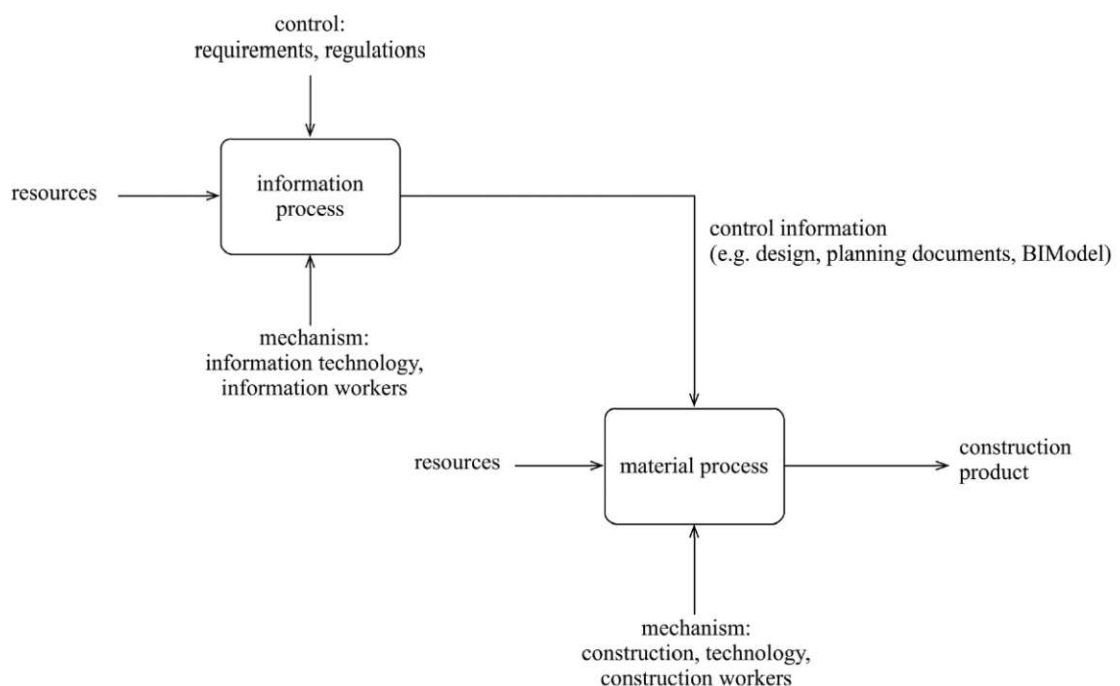


Abb. 5: Generische Beziehungen zwischen Informationen und materiellen Prozess. (Turk & Klinc, 2020, S. 748)

(1) Das verarbeitende Muster (processing paradigm). Ein Akteur wird in den Kontext eines Prozesses gesetzt. In diesem Prozess wird ein Wert generiert, d. h. durch Input wird ein Output erzeugt. Um das zu erreichen wendet diese Person Technologie an. Das Werkzeug dieses Akteurs ist der Computer.

(2) Akteure kommunizieren in einem Aktivität Workflow Schema (action workflow paradigm). Technologie unterstützt die Akteure bei der Kommunikation. Die Rolle von Informationstechnologie ist das eines Mediums.

(3) Die Akteurin denkt in der Aktivitäts-Reflexion (reflection in action), alleine über eine Problemstellung nach. Dazu nutzt sie Werkzeuge (z.B. Designsoftware), Hilfsmittel (z.B KI - Software), oder Medien (z.B. Bildschirme, Zeichenbrett) (Vgl. Turk & Klinc, 2020)

#### ad) 1 processing paradigm

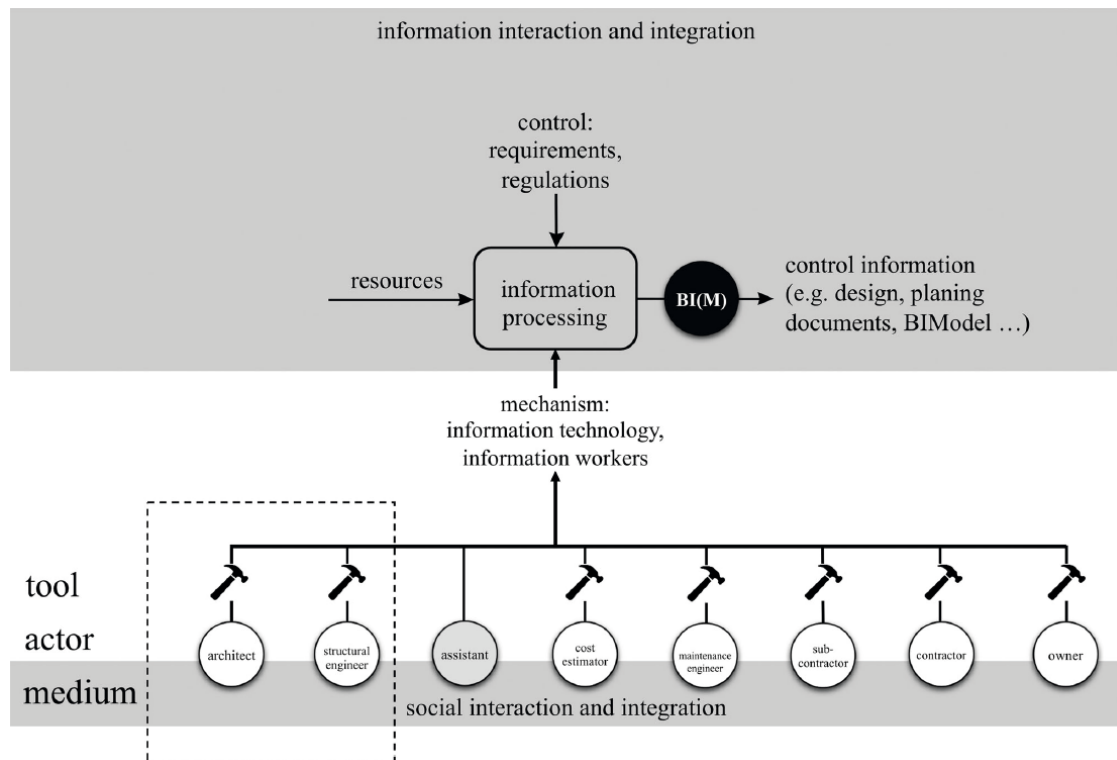


Abb. 6: Höchste Systemebene: Mechanismen des Informationsprozesses (Turk & Klinc, 2020, S. 756)

Abb. 6 zeigt die Erstellung von Informationen in einem Informationsprozess. Dies kann z.B. ein Building Information Model sein, grundsätzlich ist dieser Informationsprozess generisch und kann auch auf andere produzierende Prozesse angewendet werden. Die drei Ebenen der „social interaction and integration“, also tool, actor und medium, umfassen menschliche Akteure (actors), also Architekt, Tragwerksplaner, Auftraggeber, etc. und nicht-menschliche Akteure (assistant), also z.B. KI-Software und Werkzeuge (tool), also Softwaretools, wie z.B. Designsoftware. Schließlich wird eine Medien Ebene (medium) hinzugefügt, der die sozialen Interaktionen zwischen den Akteuren ermöglicht. Dadurch sind die Funktionen von Technologie als Werkzeug, Helfer und Medium in diesem Rahmen berücksichtigt. (Vgl. Turk & Klinc, 2020, S.757)

## ad 2) action workflow

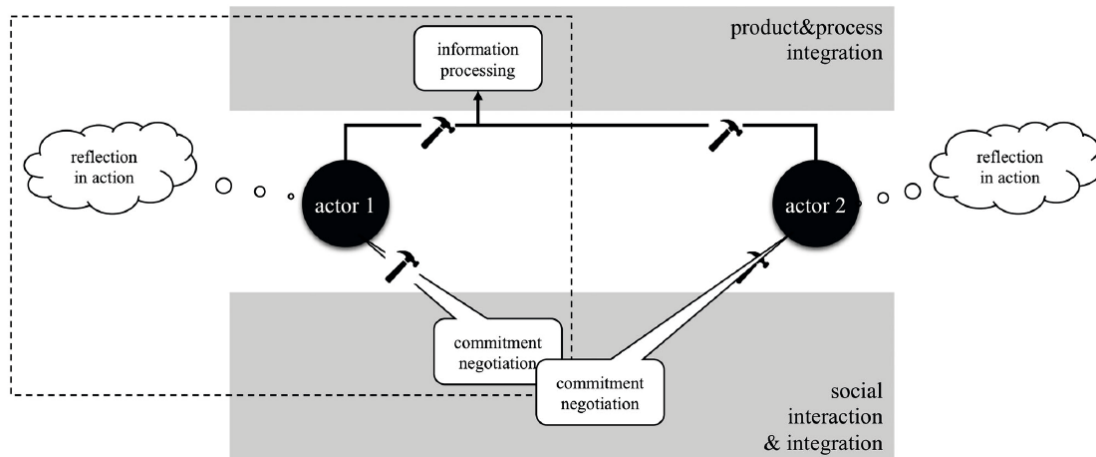


Abb. 7: Zweithöchste Systemebene: Prozessbeziehung zwischen zwei Akteuren (Turk & Klinc, 2020, S. 757)

Bei näherer Betrachtung der Interaktion zwischen zwei Akteuren (strichliertes Rechteck aus Abb. 6), konzentriert sich Abb. 7 auf die theoriebasierten Muster menschlicher Aktivitäten, Bearbeitung (processing), Verpflichtungszusagen (commitment negotiation) und Aktionsreflexion. Die Abbildung zeigt wieder, dass Integration von Information auf zwei Ebenen erreicht werden kann. Die obere Ebene beinhaltet die traditionelle Integration von Information eines generischen Produkt-Prozesses, (z.B. bei der Erstellung eines Building Information Models). Die untere Ebene stellt die Integration von Informationen durch soziale Kollaboration dar, die durch Verpflichtungszusagen aus Besprechungen/Gesprächen/Verhandlungen der Akteure erreicht werden. (Vgl. Turk & Klinc, 2020, S.758)

ad 3) reflection in action

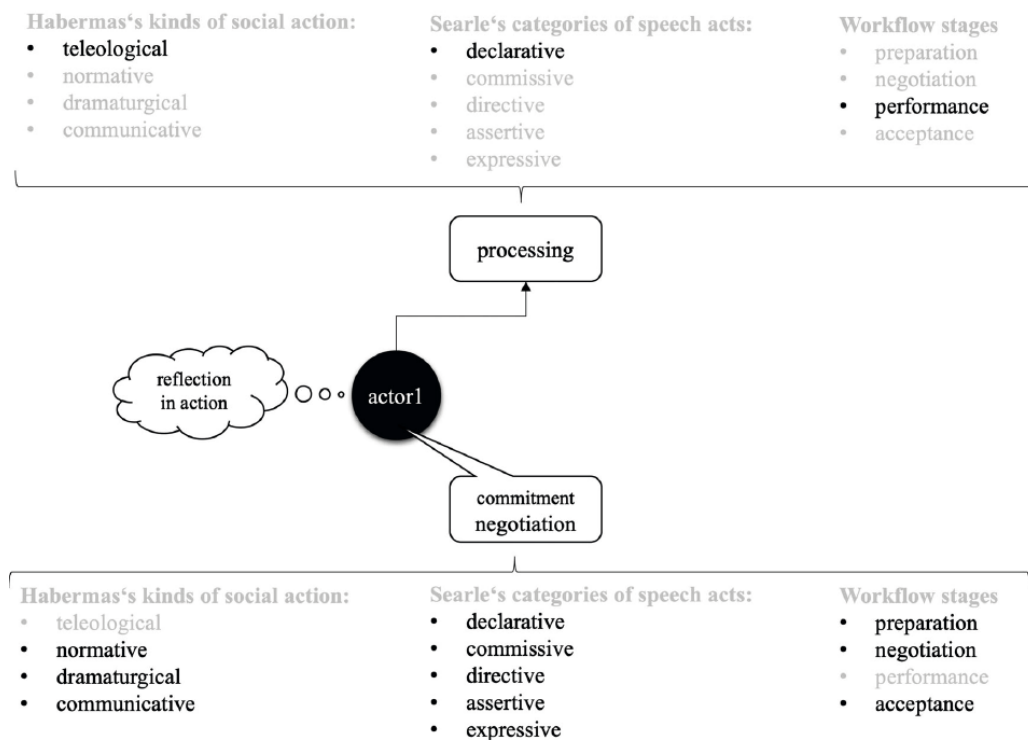


Abb. 8: Aktivitäten eines Akteurs. Nicht unterstützte Aktivitäten sind ausgegraut. (Turk & Klinc, 2020, S. 757)

Abb. 8. bezieht sich auf einen einzelnen Akteur und wie dessen Verpflichtungszusage (commitment negotiation) im Zuge seiner Aktivitäts-Reflexion entstehen. Diese werden in drei Klassifizierungen unterschieden. (1) Durch soziale Handlungen (social action), (2) durch Sprache (speech acts) und (3) durch den Aktivitäts Workflow (workflow stages). Die traditionelle Sichtweise auf den Informationsaustausch der Produkt- und Prozessebene (obere Ebene), beinhaltet nur teleologische (zielorientierte) bzw. deklarative (eine neue Wirklichkeit erstellende) Handlungen. Diese unterstützen nur die Performance Ebene des Aktivitäts Workflow. Die soziale Kollaborations und Integrations Ebene im unteren Teil der Abb. 8, komplementiert die fehlende Ebene des Aktivitäts Workflow (workflow stages) durch soziale Handlungen und Sprachverhalten. Das Rahmenwerk beinhaltet also alle Arten sozialen Handelns. D. h., dass durch soziale Kollaborationen, die durch soziale Medien-Technologien unterstützt werden, (also computerbasierte Technologien, die das Teilen von Ideen und Informationen durch virtuelle Netzwerke erleichtern), die Aktivitäten der Informationsverarbeitung komplementiert werden. Beide existieren in der Praxis und beide Ebenen des Supports von Informationstechnologie werden für die Realisierung von Bauprojekten benötigt. (Vgl. Turk & Klinc, 2020, S.758)

Das Conclusio der Studie führt an, dass der hohe Grad an Spezialisierung der Planungsdisziplinen zu einer Fragmentierung geführt haben. Technologien sozialer Medien (im Sinne sozialer technologiebasierter Interaktion), wirken dem entgegen und stellen ein Werkzeug zur Integration dar. Traditionell war es das physische Gebäude an sich, das Handlungen erforderte, die zu einem einzelnen kohärenten Ergebnis führen. Durch den Einsatz von BIM und die Erstellung

eines digitalen Zwillings des Gebäudes lange vor Baubeginn, stellt schon das Modell an sich das Element der Integration und Kohärenz dar. Das theoretische Argument der Studie von Turk & Klinc, ist die Etablierung einer dritten Stufe, einer integrativen Achse, in Form eines sozialen Netzwerks, welches die beteiligten Personen verbindet. In der Praxis sollte der Aspekt der sozialen Interaktion durch Projektmanagement berücksichtigt werden, da soziale Interaktionen auf jeden Fall passieren. Die Frage ist, ob sie improvisiert, oder organisiert ablaufen. Neben building information research und design research, ist die Empfehlung die Forschungsfelder, um social design research zu erweitern. Die damit verbundenen Managementaufgaben sind aus diesem Umfeld entweder neu zu besetzen, oder der Aufgabenbereich der bestehenden Projekttrolle des BIM Managements zu erweitern. (Vgl. Turk & Klinc, 2020, S.758-759)

#### 2.1.4. Verantwortungsbereiche der Akteure im BIM-Planungsprozess

Im folgenden werden die wesentlichen am Projekt beteiligten Akteure und deren Rolle im BIM Planungsprozess erläutert. Dieser Abschnitt dient dazu die Verständnisgrundlage für die Agenden der einzelnen Projekttrollen der untersuchten Fallstudie dieser Arbeit zu legen und deren Aufgaben und Verantwortung in Kontext mit den Arbeitsprozessen bringen zu können.

##### **Bauherr/Auftraggeber**

In BIM Projekten kommt dem Bauherrn bzw. der Bauherrenvertretung hinsichtlich BIM eine wichtige Rolle zu. Abgesehen von der Definition der üblichen objektbezogenen Projektziele (Raumprogramm, Kosten, etc.), müssen die BIM-Ziele und die gewünschte Informationstiefe des Building Information Models definiert werden. Um die Vorteile von BIM nutzen zu können sollte der Auftraggeber mit BIM-Prozesse und BIM-Nutzung vertraut sein und die entsprechenden Werkzeuge besitzen. (Vgl. Egger et al., 2013, S.37):

- Erarbeitung und Einhaltung der Verträge und Projektziele, disponiert mit AG Art und Intensität der Planerbeteiligung und der Gewerkezusammenstellung,
- koordiniert das Gesamtprogramm, die Verträge, überprüft wesentliche Termine, Fortschritt der Leistungen

Unabhängig von der Abwicklungsart eines Projektes, also Einzelplaner, Teilgeneralplaner, Generalplaner, bleiben dem AG folgende Aufgaben überantwortet: „Empfänger von Lösungsvorschlägen der Planer, die nach Projektstufen und Leistungsphasen strukturiert unterschiedliche Detaillierungstiefen und Entscheidungstragweiten aufwerfen, Empfänger der Abwicklungsprobleme (Behinderungen, Störungen) der Prüf und Warnpflicht der Planer und Ausführenden.“ (Lechner, 2019, S. 48)

##### **BIM-Management/BIM-Beratung/BIM-Planung**

Das BIM-Management sind Akteure die durch den Planungsprozess mit BIM entstanden sind. Durch die Komplexität und den Aufgabenumfang können die Tätigkeiten nicht durch vorhandene Projekttrollen (Architektur, Fachplaner, Projektsteuerung, ...) übernommen werden. Die Position im Organigramm des Projekts (Abb. 9) sollte neutral und abgegrenzt zu andern Akteuren sein, um Informationserfordernisse objektiv analysieren und die Kommunikationsprozesse über fachspezifische Prozess- und Unternehmensgrenzen hinweg aufsetzen

zu können. Diese Aufgaben umfassen in erster Linie Koordinationstätigkeiten auf informationstechnischer Ebene, um die benötigten Informationen für alle Projektbeteiligten aus dem gemeinsamen Datenbestand zu verwalten und zur Verfügung zu stellen. (Vgl. Borrmann et al., 2015, S.237-247). Die Hauptaufgabe des BIM Managements ist die Sicherstellung über die Funktionalität der BIM Methode während der gesamten Projektdauer. Darunter fallen u. a. Aufgaben wie die Fortschreibung der Definition der erforderlichen Inhalte und Detailtiefen entsprechend der Qualitätskriterien, die Datenzusammenführung in vorgegebenen Intervallen und die Fortschreibung des BIM Reifegrads in Abstimmung mit dem AG. Weitere strategische Aufgaben umfassen die Festlegung zur Qualitätsprüfung im Projekt (Vgl. Treeck et al., 2016, S. 40)

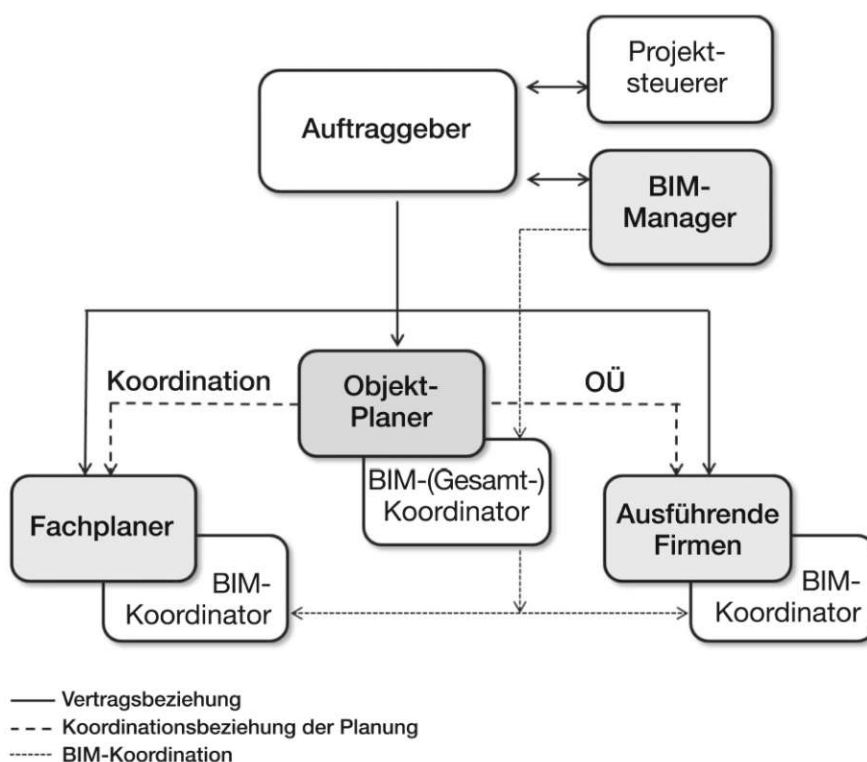


Abb. 9: Organisatorische Anordnung des BIM-Managements zwischen AG und PS (Bodden et al., 2017, S.10)

### ArchitektIn (ObjektplanerIn)

Die Aufgabenverteilung zwischen den einzelnen Marktteilnehmern der Baubranche ein. Grundsätzlich bleibt der Objektplaner (Architekt) werkvertraglich tätig und die modellgestützte digitale Bearbeitung mit BIM bleibt an den Anforderungen der Projektaufgabe orientiert. Die Systemführerschaft bleibt bei der Architektur. Die Koordination und Integration der Teilleistungen erfolgt durch den BIM-Gesamtkoordinator mit den Fachplanern und ausführenden Firmen. (Abb. 9) (Vgl. Bodden et al., 2017, S.9-13) Dem/r ArchitektIn bzw. ObjektplanerIn kommt die Aufgabe zu die Teilleistungen der Akteure zu koordinieren und zu moderieren Architektur-spezifische Planungsaufgaben zu bearbeiten und integrale, disziplinübergreifenden Planungsaufgaben zu lösen. „Jedes Einzelergebnis der Planer kann per se positiv bewertbar sein, alle zusammen können sich aber negativ beeinflussen, Koordination ist die geordnete Auflösung der falsifizierten

Teilaspekte,“ (Lechner, 2019, S. 4) Erst die Koordination der Ergebnisse aller Planer und eine in sich positive Rückkoppelung der Teilaspekte, bildet die Basis für ein gelungenes Projekt. Diese Aufgaben gehen von grundlegenden Überlegungen der optimalen Integration der einzelnen fachlichen Ebenen, bis zum „Finetuning“ durch Kollisionsprüfungen und Simulationen innerhalb des digitalen Modells.

Die Ergebnisse der Planung in den einzelnen Planungsphasen werden einem Kreis am Projekt beteiligten Entscheidungsträgern zur Durchsicht und Freigabe geschickt. Dieser Personenkreis (z.B.: Bauherr, Nutzer, Projektsteurer, usw.) hat die Möglichkeit Kommentare zu den Ergebnissen abzugeben, die Ergebnisse freizugeben, oder zur Gänze abzulehnen. Ziel ist es durch Freigaben alle Beteiligten auf den gleichen Wissensstand zu bringen, Fehler und Missverständnisse zu bereinigen. Parallel zum Ablauf der hier beschriebenen Aufgaben der Koordination und Integration, stellt die in ihrer nach Leistungsphasen gestaffelte Kontrolle der Kosten, eine weitere entscheidende Rolle dar. Die Budgetvorgaben des Auftraggebers, unterteilt in die gewerkeweise Kostenschätzung, gewinnen im Projektverlauf an Genauigkeit. Die Einhaltung des Kostenrahmens spielen für den Projekterfolg und die Zufriedenheit des Auftraggebers eine zentrale Rolle.

### **BIM Koordinatoren**

Die BIM - Koordination agiert als Teil der Objektplanung. Die Rolle arbeitet als Bindeglied zwischen BIM - Manager und den BIM - Konstrukteuren der Planungsdisziplinen. Die Koordinationsaufgaben umfassen u.a. die Unterstützung des BIM-Managers beim BIM Abwicklungsplan (BAP), die Bereitstellung der Standards und etablierten Verfahren für das Projekt, koordiniert die Gewerke übergreifend hinsichtlich der Bereitstellung eines Koordinationsmodells. Des Weiteren zeichnet er sich für den Datenaustausch über die Kollaborationsplattform verantwortlich und überprüft die zu erbringenden Leistungen und genehmigt die Freigabe. Zunächst im Planerteam intern, danach über die ausführenden Firmen der Werk- und Montageplanungen und der Rückführung der Daten zu einem As-Built Modell (sofern vom AG bestellt). (Vgl. Lechner, 2019, S. 165 u. 166)

### **BIM Konstrukteure/Modellierer**

Die Rolle der BIM Konstrukteurin/BIM-ModelliererIn als Teil des Planungsteams unterteilt in Planungsbereich umfasst u.a. folgende Tätigkeiten: Sie konstruiert die Bauteile gemäß den Vorgaben und Standards und pflegt die dazugehörigen Informationen ein. Sie dienen als primäre Ansprechpartner mit der BIM-Koordinatorin und koordiniert die digitale Projektentwicklung in der jeweiligen Planungsdisziplin und tritt unterstützend bei der integralen, projektweiten, modellbasierten Zusammenarbeit der Fachbereiche auf. (Vgl. Lechner, 2019, S. 167)

### **Bauaufsichten**

Die (ggf. nach Disziplinen) vor Ort eingesetzten Bauaufsichten haben zur Aufgabe die in der Ausführungsphase mit der Errichtung beauftragten Firmen bzw. deren Bauleitung hinsichtlich der wesentlichen Einsatzorte und -zeitpunkte zu koordinieren. Der örtlichen Bauaufsicht wird die Aufgabe zuteil die Gewerkeschnittstellen vor Ort und die Arbeitsvorbereitung zu koordinieren sowie die Ablauf-



planung ggf. anzupassen. Die öBA ist für die Organisation dieser Koordinierung auf Ebene der Firmenbauleitungen verantwortlich nicht aber für Aufgaben, die den Firmenbauleitungen obliegen, wie z.B. Koordination von Subunternehmer. (Vgl. Lechner, 2019, S. 4 und S. 42)

### Bauunternehmen/Firmen

Die ausführenden Firmen koordinieren die eigenen Leistungen mit den anderen an der Errichtung des Gebäudes beteiligten Firmen, aber auch Akteuren wie AG, öBA usw. Die Firmenbauleitungen sind verantwortlich für z.B. die Abfolge von Montagen, Arbeitseinsätzen, etc., zur Vermeidung von gegenseitigen Behinderungen, durch Koordination und Management von vorliegenden Leistungen und Anpassung der eigenen Arbeitsvorbereitung. (Vgl. Lechner, 2019, S. 4)

Baufirmen profitieren in ihren Prozessen stark von BIM. Die Anwendung ist im deutschsprachigen Raum derzeit tendenziell auf größere Marktteilnehmer beschränkt. BIM ist im Ausschreibungsprozess für die Aufwandsermittlung für die Angebotsabgabe und eine spätere Abrechnung ein effizientes Werkzeug. Die Steuerung des Bauablaufs, kann mithilfe der Kombination von Bauteilobjekten und deren Fertigstellungszeiträumen (4D - Planung) sowie der Früherkennung räumlicher Kollisionen, durch BIM optimiert werden. Darüber hinaus ist auch für die Abrechnung von Bauleistungen sowie das Mängelmanagement ein effizientes Einsatzgebiet. (Vgl. Borrmann et al, 2015, S.6-7)

## 2.2. BIM im Kontext der Planungsprozesse

### 2.2.1. Definition BIM

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit umfasst der Begriff BIM folgendes:

„(...), BIM is regarded as a joint digital knowledge base supporting the activities of all stakeholders in AEC. It is based on various data sets, including geometrical and/or nongeometrical information; allowing data generation, exchange and processing within the life cycle of built structures.“ (Sibenik & Kovacic, 2020, S.1)

Building Information Modeling (BIM) is a set of interacting policies, processes and technologies generating a “methodology to manage the essential building design and project data in digital format throughout the building’s life-cycle” (Succar, 2009, S.357)

Building Information Modeling (BIM) is one of the most promising developments in the architecture, engineering and construction (AEC) industries.

With BIM technology, an accurate virtual model of a building is constructed digitally. When completed, the computer - generated model contains precise geometry and relevant data needed to support the construction, fabrication, and procurement activities needed to realize the building. (Eastman, 2011, S.20)

Entsprechend der angeführten Definitionen ist BIM eine gemeinsame **Wissensbasis**, welche die Aktivitäten der teilnehmenden Akteure unterstützt, bzw. eine **Methode**, welche digitale Planungsdaten über den Lebenszyklus eines Gebäudes managt, bzw. **der Zusammenschluss mehrerer Technologien**, um ein virtuelles Modell eines Gebäudes zu generieren, das alle relevanten Daten enthält um ein Gebäude zu realisieren.

## 2.2.2. BIM Reifegradstufen

Building Information Modeling ist kein klar abzugrenzender Begriff, sondern offenbart ein Spektrum an Aktivitäten von AEC Stakeholdern einer digitalen, gemeinsam genutzten Plattform sowie Potenzialen und Anwendungsfällen. Die Anwendung von BIM ist ein ständiger Entwicklungsprozess, der alle Akteure betrifft, die im Zuge der Realisierung und dem Betrieb von Gebäuden tätig sind. Diese Entwicklung ist im Vergleich zwischen Ländern, Unternehmen und Projekten unterschiedlich weit fortgeschritten. Bew und Richards haben für die britische BIM Task Group 2008 vier unterschiedliche BIM Reifegradstufen eingeführt (Abb. 10)

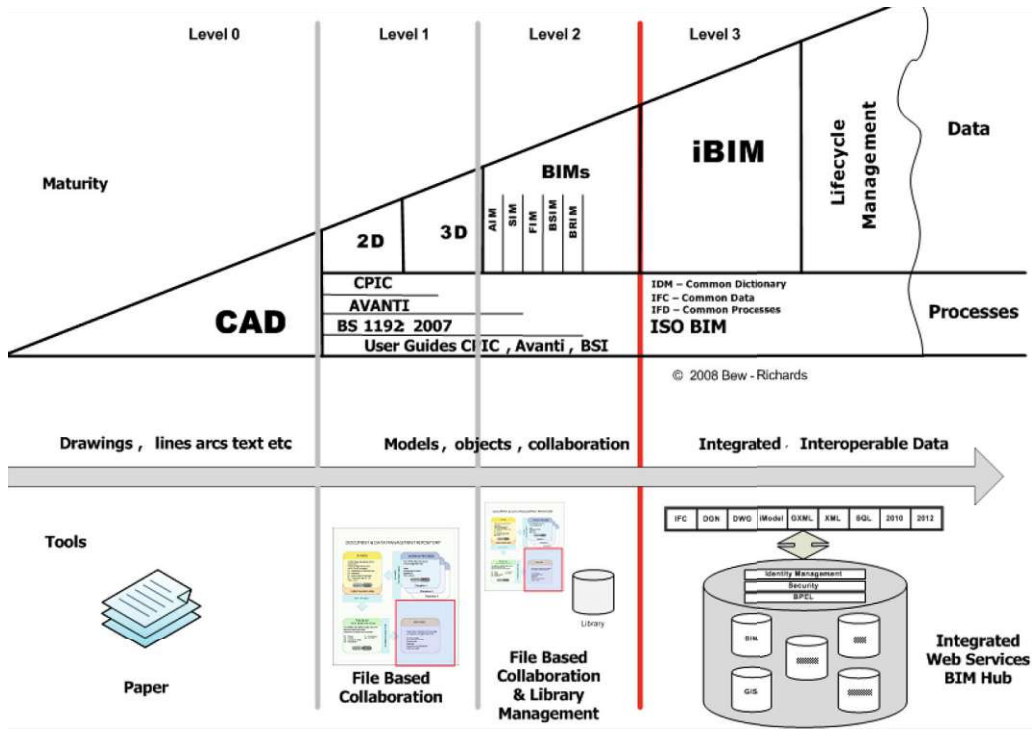


Abb. 10: BIM Reifegradstufen. BIM Maturity Ramp (Bew und Richards 2008)

Die erste Stufe beschreibt herkömmliche Planung mit 2D-CAD und dem Austausch von 2D Plänen. Man spricht noch nicht von BIM, da auch keinerlei BIM-Mehrwerte zu erwarten sind. Level 1 bedeutet, dass dreidimensional, oder zumindest teilweise in 3D geplant wird. Dies kann einerseits die Abstimmung mit anderen an der Planung beteiligten Disziplinen erleichtern, wenn etwa 3D Daten unterschiedlicher Disziplinen überlagert werden, um diese auf Kollisionen zu prüfen. In Level 2 werden mit entsprechender BIM Software digitale Gebäudemodelle erzeugt, wobei die Fachdisziplinen eigene und unabhängige Modelle in den herstellereigenen Formaten erzeugen, die zum Abgleich als Koordinationsmodell zusammengefügt werden. Der Austausch von Daten erfolgt über eine zentrale Projektplattform. Ab Level 2 kann man von Planung mit BIM sprechen. Level 3 sieht die Umsetzung von Big Open BIM vor. Big BIM umfasst die durchgängige Nutzung von digitalen Gebäudemodellen über verschiedene Disziplinen und Lebenszyklen eines Gebäudes hinweg. Open BIM bedeutet, dass Produkte verschiedener Software Hersteller mit Hilfe von Austauschformaten wie IFC zum Datenaustausch verwendet werden. Ein integrales digitales Mo-

dell wird über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes verwendet. Für das Datenmanagement kommen Modell-Server zum Einsatz. (Vgl. Borrmann et al, 2015, S.9-10)

### 2.2.3. BIG BIM vs. Little BIM und Closed BIM vs. Open BIM

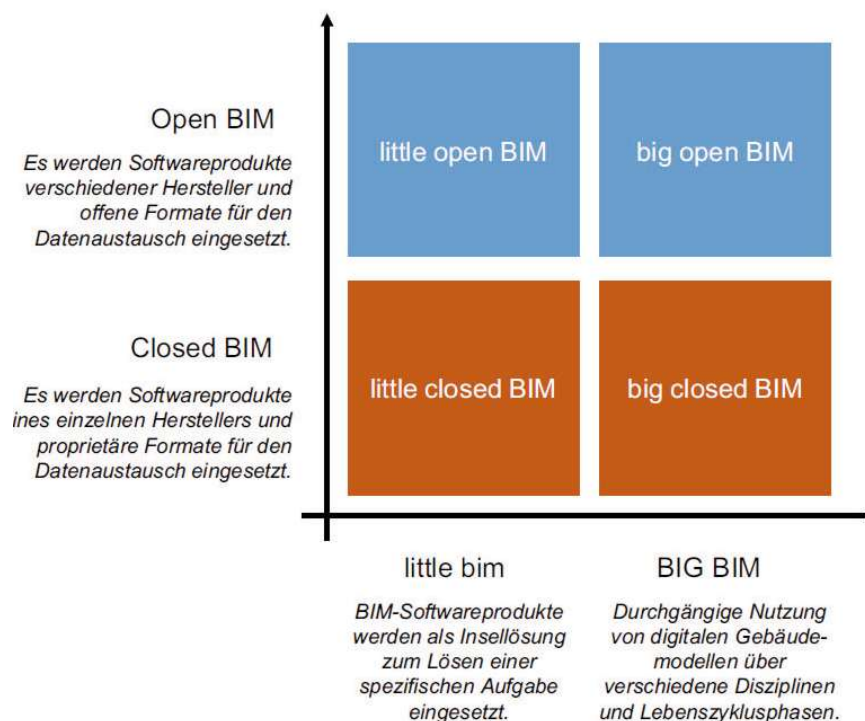


Abb. 11: BIG BIM und Little BIM / Closed BIM und Open BIM (Borrmann et al, 2015, S.8)

„Die Breite des BIM-Einsatzes unterscheidet „little bim“ von „BIG BIM“. Je nachdem, ob herstellernerneutrale Datenaustauschformate zum Einsatz kommen, spricht man von „Closed BIM“ oder „Open BIM“. Die Kombination dieser beiden Aspekte ergibt die hier gezeigte Matrix“ (Abb. 11) (Borrmann et al, 2015, S.8)

Little BIM steht gewissermaßen am Anfang des Entwicklungsspektrums von BIM. Es kommt zwar eine BIM Software zum Einsatz, allerdings ohne den integralen Ansatz zu nutzen. D.h. es wird zwar ein digitales (dreidimensionales) Gebäudemodell erzeugt, aber es kommt zu keiner Abstimmung der digitale Schnittstelle dieses Modells mit anderen Planungsdisziplinen bzw. der an Planung beteiligten Akteure. Die Kommunikation nach außen erfolgt zeichnungsgestützt. Little BIM kann also als Insellösung verstanden werden. BIG BIM impliziert die konsequente, disziplinübergreifende Kommunikation anhand eines Building Information Model über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Der digitale Datenaustausch erfolgt über Internetplattformen und Datenbanken. Closed BIM bedeutet Einschränkungen beim Datenaustausch aufgrund herstelleregebundenen Datenformate. Bei Open BIM können aufgrund der Verwendung offener Datenaustauschformate diverse Software unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz kommen. (Vgl. Borrmann et al, 2015, S.7-8)

#### 2.2.4. BIM As-Planned, BIM As-Built und FM-Modelle

Ein As-built Modell ist ein digitales Modell eines Bauwerks, welches den IST Zustand des fertigen Bauwerks darstellt, wohingegen ein As-planned Modell den Soll-Zustand des Bauwerks vor seiner Errichtung darstellt und dokumentiert. (Vgl. Borrmann et al, 2015, S.581)

Ein As-planned Modell wird im Zuge der Ausführungsplanung erstellt, bzw. zu diesem aus früheren Leistungsphasen weiterentwickelt. Im LM.OA.BIM wird angeführt, dass Ausführungs-, Detail - und Konstruktionsplanungen als digitales Modell und Planausgaben in einer Detaillierung erstellt werden, die dem Maßstab 1:50 entsprechen. Außerdem erfolgt die Koordination und Integration der digitalen Modelle anderer an der Planung fachlich Beteiligter, unter Verwendung des eigenen digitalen Modells. (Vgl. Lechner et al., 2017, S.5)

Die Erstellung eines As-built Modells sind im LM.OA.BIM in der Leistungsphase 8 unter Besondere Leistungen angeführt. Der genaue Inhalt eines As-built Modells ist nicht genau definiert und ist je nach Anwendungsfall vom Auftraggeber festzulegen und gesondert zu beauftragen. Leistungen und der Aufwand zur Erstellung eines As-built Modells sind unterschiedlich. Sie erstrecken sich von der Aufnahme der verbauten Bauteile in das digitale Modell, über nachführen von Bauteilgeometrien, die sich im Bauprozess geändert haben (z.B. abweichende Positionen von Wanddurchbrüchen), bis zur geometrischen Überarbeitung des Modells anhand digitaler Aufmaße des gebauten IST Zustands.

Für den Betrieb eines Gebäudes sind viele Informationen die in einem As-planned, oder in einem As-Built Modell enthalten sind nicht von Bedeutung. Hier sind z.B. Wartungsanleitungen und Instandhaltungsfragen wichtig. Bis zu 80% der Informationen eines Modells aus der Planungs und Errichtungsphase werden für den Betrieb nicht mehr benötigt. (Vgl. Borrmann et al., 2015, S. 7)

Die Anwendungsfälle in der Praxis sind im empirischen Teil angeführt.

#### 2.2.5. Datenverarbeitung und Informationsverlust im Planungsprozess

Um ein Projekt zu realisieren, müssen viele Akteure bzw. Fachdisziplinen eine Vielzahl komplexer Aufgaben lösen. Der verlustfreie Austausch der im Projektverlauf stetig anwachsenden Informationen, ist ein wichtiger Aspekt im Sinne einer effizienten Projektabwicklung. Der Verlust digitaler Informationen beim Austausch von Daten stellt eine negative Einflussgröße hinsichtlich der Projektleistung dar (Abb. 12). Der Informationsaustausch erfolgt(e) bei konventionellen Planungsmethoden in erster Linie über zweidimensionale technische Zeichnungen. Die eingesetzte Software imitiert aber lediglich die tradierte, zweidimensionale Arbeit am Zeichenbrett. Die in den digitalen Strichzeichnung enthaltenen Informationen können vom Computer nicht so interpretiert werden, dass das Potenzial der Informationstechnologie ausgeschöpft wird. Dadurch bleibt der Grad der Weiternutzung und Weitergabe von digitalen Informationen hinter den Möglichkeiten der Informationstechnologie zurück. (Vgl. Borrmann, et al., 2015, S.2-3)

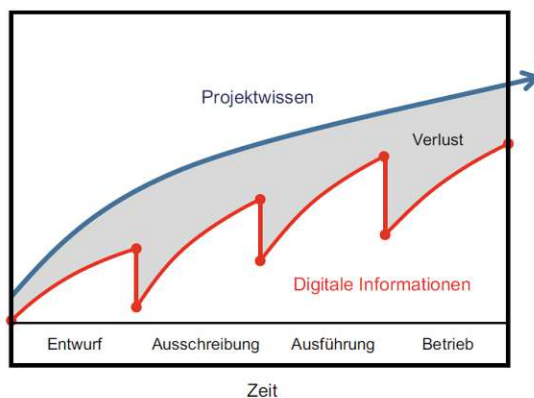


Abb. 12: Informationsverlust durch Brüche im Informationsfluss (Borrmann, et al., 2015, S.3)

### 2.2.6. Paradigmenwechsel der Datenverarbeitung im Planungsprozess

Zur Beeinträchtigung bei der Informationsweitergabe kommt es aber nicht nur durch Schnittstellenthemen zwischen den Akteuren, sondern auch durch den Paradigmenwechsel der softwarebasierten Definitionsformate bzw. Ergebnisdokumente im Planungsprozess. D.h. im Verlauf der Leistungsphasen wird das Gebäude in unterschiedlichen Formaten und Ergebnisunterlagen dargestellt und beschrieben. Zunächst gedanklich, virtuell, dann durch Ergebnisdokumente wie zweidimensionale Pläne, technische Berichte, Listen, etc. in Entwurf und Einreichung und alphanumerisch, im Zuge der Ausschreibung durch Leistungsverzeichnisse. Gebaut wird nach zweidimensionalen Ausführungsplänen, abgerechnet wird alphanumerisch und betrieben wird ein Gebäude wieder in anderen Formaten. Das bedeutet das bis zum Betrieb des Gebäudes, das selbe Objekt in sechs unterschiedlichen Definitionsformate, über fünf verschiedene Schnittstellen übersetzt wird (Vgl. Achammer, 2014, 18:36 - 20:33). Durch den Paradigmenwechsel von einem Definitionsformat zum nächsten, besteht das Risiko, dass wesentliche Informationen verloren gehen. Dies kann dazu führen, dass Planung, Ausschreibung und Ausführung im Projektverlauf Inkonsistenz und Diskrepanzen aufweisen und dadurch zu Mängeln, Ineffizienz, Kollisionen, und Nachträgen, in jedem Fall aber, zu vermeidbaren Effizienzeinbußen führen. Die Anwendung von Building Information Modeling bietet das Potenzial, den Anforderungen effizienter Datenverarbeitung gerecht zu werden. Ein Building Information Model fungiert als digitale, dreidimensional modellierte Datenbank, um Informationen eines Gebäudes im Zuge der Planung, Errichtung und Bewirtschaftung zu verarbeiten und zu speichern. BIM ermöglicht durch Datenmanagement einen effizienten Austausch und Weiterverwendung von digital erfasster Informationen zu gewährleisten und den Verlust von Daten im gesamten Prozess auf ein Minimum zu reduzieren. Umso höher der BIM Reifegrad, desto geringer fällt potenziell der zu erwartende Informationsverlust aus. Ein Building Information Model hat das Potenzial, die „Single Source of Truth“ zu sein. D.h. sämtliche Informationen zu speichern, die für die Planung, Ausschreibung, Errichtung und den Betrieb des Gebäudes notwendig sind, ohne sekundäre Informationsquellen abrufen zu müssen. Dies wird durch Datendurchgängigkeit und eine Verringerung der Schnittstellen bzw. Definitionsformate erreicht, um die Effizienz von der Planung, über die Ausführung, bis zum Betrieb eines Gebäudes zu steigern.

## 2.2.7. Aufwandsverschiebung der Planungsprozesse durch BIM

Untersuchungen zur Effizienz in der Abwicklung von Bauprojekten, wurden bereits 2004 durch den amerikanischen Architekten Patrick McLeamy in der „Effort/Effect Curve“ dargestellt. MacLeamy trifft damit die grundsätzliche Aussage, dass mit der Fortschreibung eines Projekts die Einflussmöglichkeiten auf Änderungen sinken und die Kosten dafür im Gegenzug steigen. Das in Abb. 13 gezeigte Diagramm wurde in Anlehnung daran von Liebich et al an den Planungsprozess mit BIM angepasst.

Bereits in einer frühen Phase wird durch den disziplinübergreifenden, integralen Aufbau eines Modells eine höhere Informationsdichte erreicht, als es in der konventionellen Planung mit 2D Strichzeichnung erforderlich bzw. möglich ist. Dies führt zu einem höheren Koordinationsaufwand sowie zu einem Mehraufwand der zu erbringenden Leistung in einer frühen Projektphase. Dies erwirkt aber auch den Mehrwert genauere Aussagen zum Gebäude zu treffen, wenn die Einflussmöglichkeiten auf Änderungen vergleichsweise hoch sind (grüne Linie). Anpassungen und Abstimmungen können zu einem Zeitpunkt umgesetzt werden, welche eine deutliche Kosteneffizienz gegenüber Änderungen im späteren Projektverlauf erwirken, da Änderungskosten im Projektverlauf stetig steigen (rote Linie). Die Effizienzsteigerung lässt sich anhand des Deltas der Änderungskosten ableiten. Im Falle traditioneller Planungsmethoden können aufgrund geringerer Informationsdichte, viele Entscheidungen zu einem Zeitpunkt getroffen werden, an dem Projektänderungen bereits relativ hohe Auswirkungen auf die Kosten verursachen können. Bei entsprechender Anwendung von BIM Planungsprozessen, können aufgrund höherer Informationsdichte, Entscheidungen zu einem früheren Zeitpunkt getroffen werden. Etwaige Änderungen sind schneller zu berücksichtigen und resultierende Kosten fallen daher vergleichsweise gering aus. Auch Kostenberechnungen können zu einem früheren Zeitpunkt genauer durchgeführt werden. Auch in diesem Fall können resultierende Änderungen bzw. Einsparungen, im Falle von Kostenüberschreitungen, effizienter umgesetzt werden. (Vgl. Liebicht et al, 2012)

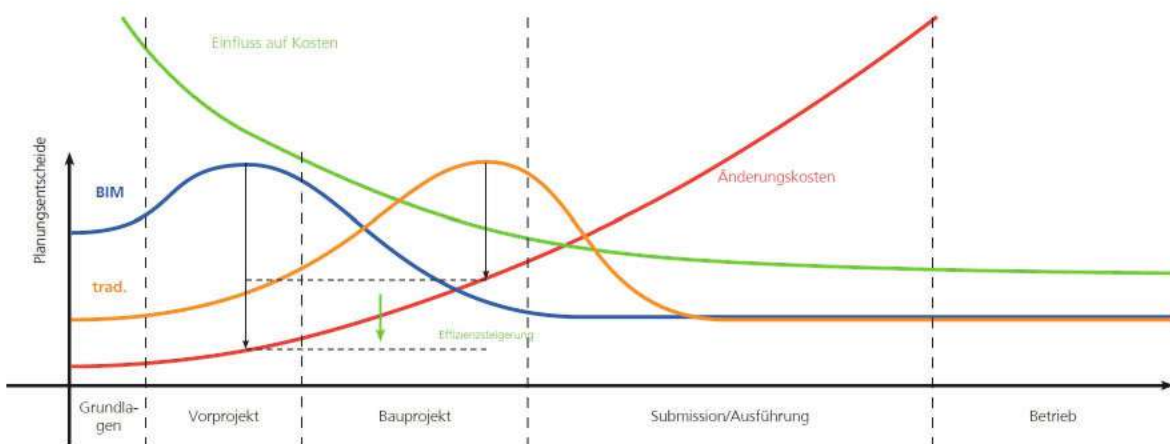


Abb. 13: Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von BIM Projekten (Quelle: <https://www.confirmag.ch/blog/blog-details/effizienzsteigerung-durch-bim>)

### 2.2.8. Negative Einflussfaktoren auf effiziente Planungsprozesse

Zwielehner und Spreitzer haben 2019 untersucht „Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt.“ Die Autoren vergleichen die theoretischen Grundsätze mit der Praxis und kommen zu dem Erkenntnis, dass die Analyse von MacLeamy grundsätzlich richtig ist. In Bezug auf die Planungspraxis mit BIM, muss diese aber durch zusätzliche Parameter ergänzt werden, um zu erklären warum die Wirtschaftlichkeit in vielen BIM Projekten noch hinter den Erwartungen bleibt. Die Ergebnisse des Berichts sind in Abb. 14 dargestellt. Sie umfassen die Auswirkungen (1.) der Parametrisierung, auf Änderungen von Bauteilen im Planungsprozess und (2.) der vollständigen Modellierung eines Gebäudes. D.h., dass parametrische Modellierung Flexibilität im Prozess suggeriert und dazu verleitet Entscheidungen (die im Sinne der Effizienz früh zu treffen sind) hinauszuzögern, da Änderungen verhältnismäßig leicht umsetzbar scheinen. Im kleinen kann das zutreffen, aber Mehrfachmodellierungen im großen Rahmen wirken sich sehr negativ auf die Projektperformance aus, da das gesamte Gebäude im festgelegten Detaillierungsgrad anzupassen ist (und nicht nur in Teilbereichen, die auf 2D Plänen sichtbar wären). Ein (3.) Vorziehen von Leistungen im Sinne der Effizienz ist daher nicht nur möglich, sondern unabdingbar. Die logische Konsequenz daraus ist, dass auch die entsprechenden Entscheidungen (durch die Projektsteuerung und in letzter Instanz durch den AG) und das notwendige Ausführungs - Know-How einer späteren Umsetzung auf der Baustelle, vorgezogen werden müssen. Das führt dazu, dass (4.) mit Abschluss der Vorentwurfsphase alle grundlegenden Projektziele definiert und freigegeben sein müssen, um bereits ab der Entwurfsplanung ausführungsbezogen modellieren zu können. Hinsichtlich des wirtschaftlichen Erfolgs von BIM-Projekten, bezieht sich das Conclusio des Berichts auf den Faktor Mensch. Die Technologie erfüllt bereits die Anforderungen im Sinne der Effizienzsteigerung. Die Anwendung und Umsetzung und damit menschliche Einflussfaktoren weisen das höchste Potenzial zur Effizienzsteigerung auf, da nur durch gemeinschaftliche und zielorientierte Zusammenarbeit der Branchenteilnehmer, die Erreichung der Projektziele nachhaltig zum wirtschaftlichen Erfolg führen. Umso intensiver die Abstimmung zwischen den Akteuren als Schlüssel zur Effizienzsteigerung, desto wichtiger der Faktor Mensch im Prozess. Dem gegenüber stehen Faktoren wie Misstrauen zwischen den Akteuren, die der gemeinschaftlichen integralen Arbeit entgegenstehen. (Vgl. Zwielehner & Spreitzer, 2019, S.5-8)

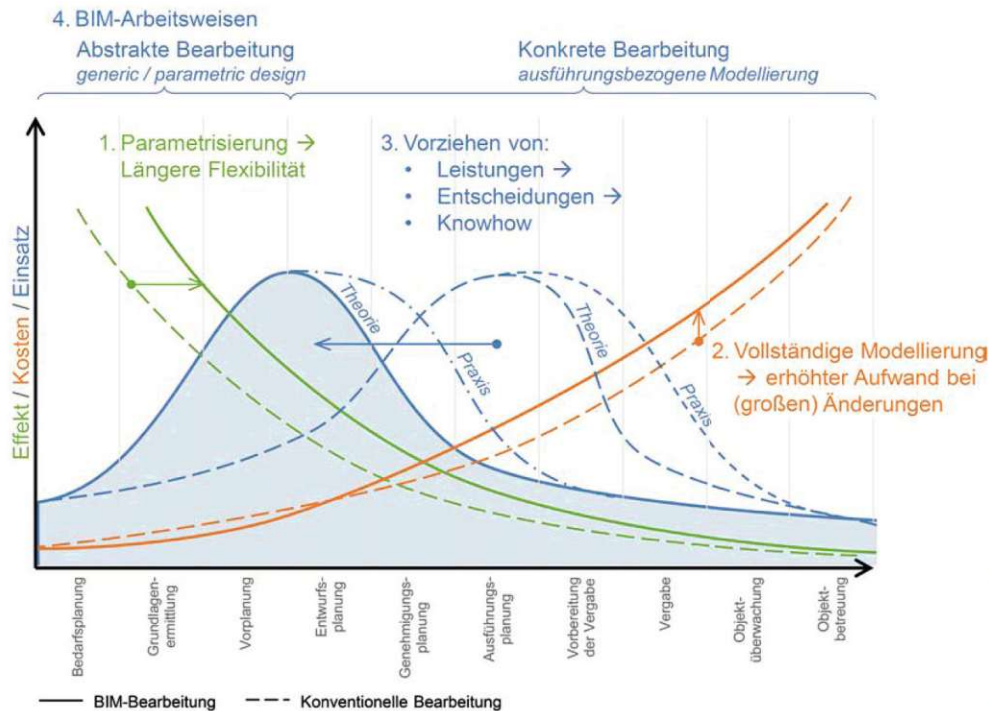


Abb. 14: Erweiterung der MacLeamy-Kurve um zusätzliche Effekte (Parametrisierung und erhöhter Modellieraufwand durch 3D), (Zwiehler & Spreitzer, 2019, S.6)

Daraus lässt sich ableiten, dass mit dem BIM-Einsatz der Koordination der Kommunikationsprozesse der an der Planung Beteiligten ein entscheidender Erfolgsfaktor zukommt.

## 2.3. Honorarordnungen, Vertragsrecht und BIM Planungsprozesse

### 2.3.1. Einleitung Honorarordnung

Der für den Prozess zur Planung und Errichtung eines Gebäudes erforderlichen Leistungen sind in Leistungsphasen gegliedert. Die einzelnen Prozesse zur Erfüllung der definierten Leistungen erwirkt eine abgeschlossene Leistungsphase und bewirkt den Beginn einer neuen Leistungsphase.

Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) sowie das Leistungsmodell Vergütungsmodell Objektplanung Architektur (LM.VM.OA) unterteilen die Leistungen in neun Leistungsphasen und regeln s. g. Grundleistungen und besondere/optionale Leistungen. Zur Honorarberechnung werden Teilhonorarprozente bezogen auf die Leistungsphasen definiert. (Vgl. Jochem et al., 2016, S. 489; Lechner et al., 2017, S.3)

In einem EuGH Urteil 2019 wurde die HOAI nach einer Klage der EU Kommission gekippt, da durch die Festlegung von Mindest- und Höchstpreisen, EU Recht verletzt wurde. Mit der HOAI 2021 wurden der Klage entsprochen, indem die Mindest- und Höchstsätze aufgehoben wurden. Eine Neustrukturierung der HOAI 2021 hinsichtlich BIM hat nicht stattgefunden. Es ist lediglich der Zwang des Preisrechts entfallen, die Honorarsätze dienen nur noch als Orientierungswerte. (Vgl. Spiegel, 2019; Kemper, 2021)

Die HOAI 2013 regelt die Basis für die Honoraransätze der Planungsdisziplinen, trifft aber keine inhaltlichen Festlegungen und ist hinsichtlich der Planungsmethode neutral formuliert. Die genauen Inhalte und ggf. die Projektabwicklung mit



BIM, sind also ggf. vertraglich zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu definieren. Das Leistungsmodell Objektplanung Architektur Building Information Modeling (LM.OA.BIM) ist eine auf Basis der HOAI bzw. des LM.VM aufbauende BIM-spezifische Transkription des Leistungsbilds Objektplanung Architektur für den Anwendungsfall der BIM Planungsmethode. (Vgl. Lechner et al., 2017, S.3) Exemplarisch ist in Tab. 2 die Leistungsphase 1 Grundlagenanalyse dargestellt. In blauer Schrift sind die jeweiligen BIM spezifischen Ergänzungen hervorgehoben.

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>a) Klären der Aufgabenstellung auf Grundlage der Vorgaben oder der Bedarfsplanung des Auftraggebers, Analysieren der Grundlagen</p> <p>b) Ortsbesichtigung</p> <p>c) Beraten zum gesamten Leistungs- und Untersuchungsbedarf, <b>Klären der Planungsmethode und der Auftraggeber-Informations-Anforderungen [AIA], Mitwirken beim Erarbeiten eines BIM-Abwicklungs-Plans [BAP]</b></p> <p>d) Formulieren von Entscheidungshilfen für die Auswahl anderer an der Planung fachlich Beteiligter, <b>unter Berücksichtigung der gewählten Planungsmethode</b></p> <p>e) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bedarfsplanung</li> <li>2. Bedarfsermittlung</li> <li>3. Aufstellen eines Funktionsprogramms</li> <li>4. Aufstellen eines Raumprogramms</li> <li>5. Standortanalyse</li> <li>6. Mitwirken bei Grundstücks- und Objektauswahl, -beschaffung, -übertragung</li> <li>7. Beschaffen von vorhabenserheblichen Unterlagen</li> <li>8. Bestandsaufnahme</li> <li>9. technische Substanzerkundung</li> <li>10. Betriebsplanung</li> <li>11. Prüfen der Umweltherheblichkeit</li> <li>12. Prüfen der Umweltverträglichkeit</li> <li>13. Machbarkeitsstudie</li> <li>14. Wirtschaftlichkeitsuntersuchung</li> <li>15. Projektstrukturplanung</li> <li>16. Zusammenstellen der Anforderungen aus Zertifizierungssystemen</li> <li>17. Verfahrensbetreuung, Mitwirken bei der Vergabe von Planungs- und Gutachterleistungen</li> <li>18. Mitwirken am PKM-DMS-System</li> <li>19. <b>Bereitstellen einer digitalen Kollaborationsplattform (Common Data Environment [CDE])</b></li> <li>20. <b>BIM-Management (vgl. LM.VM.GP, opt. Lstg.)</b></li> <li>21. <b>Digitale Erfassung von Bestandsgebäuden oder Grundstücksinformationen</b></li> <li>22. <b>Prüfung der BIM-Qualifikation von anderen an der Planung fachlich Beteiligten</b></li> <li>23. <b>Abklären der Anforderungen an den Datenaustausch mit Behörden</b></li> </ol>

Tab. 2: Leistungsphase 1 - Grundlagenanalyse nach LM.OA.BIM (Lechner et al., 2017, S.3)

### 2.3.2. BIM in der HOAI

In Fachkreisen wird diskutiert inwieweit der Aufbau und die neun Leistungsphasen der HOAI hinsichtlich der Prozesse zur Planung und Errichtung mit BIM anwendbar sind. Die grundsätzliche Struktur der HOAI mit aufeinander aufbauenden Leistungsphasen ist durch konventionelle, sequenzielle Planungsprozesse und dem Erstellen von 2D Strichzeichnungen entstanden. Der BIM-Planungsprozess ist jedoch eine integrale, phasenübergreifende Planungstätigkeit an einem digitalen Modell und ist in seinen grundlegenden Methodik integral und nicht sequenziell strukturiert. (Vgl. 2.1.1) In der HOAI wird Building Information Modeling in der Leistungsphase 2 unter „Besondere Leistungen“ als „3D- oder 4D-Gebäudemodellbearbeitung (Building Information Modeling BIM)“ angeführt. Daraus ist abzuleiten, dass der Verordnungsgeber in BIM zwar eine zusätzlich vergütbare Leistung sieht, die über die Grundleistungen hinausgeht, aber die grundsätzliche Struktur und der Aufbau der Leistungsphasen unangetastet bleiben. (Vgl. Vöhringer-Gampper & Esch, 2018) Im HOAI Kommen-

tar von Jochem et al. steht: „BIM ist eine neue Planungsmethode. Sie wird zu einer Revolutionierung des gesamten Planungsprozesses führen (...) Diese Hilfsmittel ändern allerdings nicht die Grundsätze des Planungsprozesses. Dieser bleibt gleich, ebenso die generelle Verteilung der Planungsverantwortung. Wie die Planungslösung aussehen soll, kann der Computer nicht entscheiden, damit bleiben die grundsätzlichen Planungsprozesse gleich.“ (Jochem et al., 2016, S. 507) Das Zitat ist in seiner Semantik nicht stringent und lässt eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich der Einschätzung auf die Auswirkungen von BIM und die Honorarordnungen vermuten. Die Einschätzung einer *Revolution* des Planungsprozesses ist nachvollziehbar, aber nicht die Schlussfolgerung, dass grundsätzliche Planungsprozesse davon nicht betroffen sind. Unabhängig davon bestätigt das HOAI-Kommentar den grundsätzlichen Aufbau der Struktur der HOAI und geht in keinem weiteren Kommentar auf BIM ein.

Bodden et al. kommen in ihrem Leitfaden „BIM-Leitungsbilder“ zu der Einschätzung, dass an gewissen Stellen im BIM Planungsprozess spezifische Anwendungen ergänzt werden müssen, die Arbeitsmethode mit BIM jedoch keine völlig neuen Vergabemodelle bedarf und die Aufgabenverteilung der Marktteilnehmer weitgehend gleich bleiben. Grundsätzlich bleibt der Architekt werkvertraglich tätig. Die Honorierung nach der HOAI, unabhängig vom *Werkzeug* (egal ob Strichzeichnung oder BIM Modell), hat keine unmittelbaren Folgen auf die Vergütung des Objektplaners, soweit die anrechenbaren Kosten des zu planenden Objekts innerhalb der Tafelwerte liegen. Über die Grundleistungen hinausgehende Planungsergebnisse, können als Besondere Leistungen von den Vertragsparteien frei vereinbart werden, die sich am Mehraufwand orientieren. (Vgl. Bodden et al., 2017, S.9-13)

### 2.3.3. Rechtliche Einschätzung Aufwandsverschiebung hinsichtlich LM.OA.BIM

Im LM.OA.BIM wurden auf Basis der Leistungsphasen, die Leistungen BIM-spezifisch angepasst. Lediglich in der Lph 1 wurden die Leistungen „Auftraggeber-Informationen-Anforderungen [AIA]“ und das „Mitwirken an der Aufstellung des BIM-Abwicklungs-Plans [BAP]“ (Tab. 2) ergänzt. (Vgl. Lechner, 2017, S.3) Die HOAI und das LM.OA.BIM sehen hinsichtlich des grundsätzlichen Aufbaus und Struktur der Leistungsphasen, Leistungsbeschreibungen und Teilhonorarprozente, keinen Anpassungsbedarf. Den angeführten Expertenmeinungen ist gegenüberzustellen, dass es im BIM Planungsprozess zu einer zeitlichen Verschiebung des Planungsaufwands der Teilleistungen, in eine frühe Phase des Projekts kommt (Vgl. 2.2.7).

Komplexe, detaillierte Planungsaufgaben müssen früher im Projektverlauf entschieden und gelöst werden. Andere Aufgaben können z.B. durch automatisierte Prozesse, im späteren Projektverlauf weniger Aufwand bewirken. Unter diesen Gesichtspunkten entspricht die Gewichtung der Teilhonorarprozente der Lph nicht mehr dem anteiligen Arbeitsaufwand. Hinzu kommt, dass zusätzliche Projektaufgaben die durch die BIM Planungsmethode entstehen (wie z.B. das BIM-Management), in der HOAI nicht enthalten sind und im LM.OA.BIM unter optionale Leistungen angeführt werden. Hinsichtlich dieser Gesichtspunkte kommen Schrammel und Wilhelm (2016) zu folgender Einschätzung. Sie sehen den grundsätzlichen Aufbau der HOAI in Bezug auf BIM erheblichen Unsicherheiten unterworfen und verweisen auf vertragliche (Zusatz-)Vereinbarungen, um

diese Lücke zu schließen. Zusätzliche Leistungen und das Vorziehen von Teilleistungen, sind nur durch entsprechende terminliche und kostenmäßige vertragliche Vereinbarungen zu treffen. Im Ergebnis sehen die Autoren nicht nur Unsicherheiten hinsichtlich der Anwendbarkeit des aktuellen grundsätzlichen Aufbaus der HOAI und der darin definierten Leistungen, sondern ein „aufbrechen“ der starren Phasenregelungen. Bis zu einer entsprechenden Anpassung der HOAI durch die Ordnungsgeber, sind diese Defizite durch Auftraggeber und Auftragnehmer durch detaillierte, kostenmäßige und terminliche vertragliche Vereinbarungen zu kompensieren. (Vgl. Schrammel & Wilhelm, 2016, S.10-12)

#### 2.3.4. BIM als Planungswerkzeug vs. BIM als Methode im Vertragsrecht

Betreffend der unterschiedlichen Einschätzungen der Experten, bezüglich Vertragsrecht und BIM, sind nach Vöhringer-Gampper und Esch (2018) zwei Aspekte zu unterscheiden. Erstens, der Einsatz von BIM als *Planungswerkzeug* und den daraus ableitbaren Mehrwert Leistungen, wie z.B. automatisierte Kollisionsprüfung, Kostenkontrolle in Echtzeit, etc. und zweitens, den übergeordneten BIM Planungsprozess in Hinblick auf den grundsätzlichen strukturelle Aufbau der HOAI. Insbesondere in Bezug auf die Gewichtung der Teilhonorarprozente der Leistungsphasen.

Zu Erstens: Grundsätzlich ist der Architektenvertrag ein Werkvertrag und damit rein erfolgsbezogen ausgerichtet. Die entsprechende Vergütung stellt daher nur eine Gegenleistung zum Werkerfolg dar und berücksichtigt nicht, mit welchen Mitteln dieser Erfolg erzielt wird. In anderen Worten, egal ob die Planung eines Projekts auf Basis von 2D Strichzeichnungen, oder eines komplexen BIM-Modells erfolgt, für den Werkerfolg zählen nur die Ergebnisunterlagen zur Errichtung eines Gebäudes. Tradierten Planungsmethoden liegt das Erstellen von 2D Strichzeichnung zugrunde, die sequenziell weiterbearbeitet werden. Bei der BIM Planungsmethode wird ein Gebäudemodell integral erstellt. In beiden Fällen wird der Einsatz der Werkzeuge, als Hilfsmittel der jeweils übergeordneten Planungsmethode gesehen. Allerdings ist BIM nicht nur eine methodische Weiterentwicklung konventioneller Planung, und daraus abgeleitet eine Weiterentwicklung der Werkzeuge, sondern ein branchenweiter Paradigmenwechsel, der über das Umfeld der Planung hinausgeht. Der Mehrwert leitet sich daraus ab, dass BIM einen kosten- und ressourcentechnischen effizienteren Prozess am Weg zum vorgegebenen Werkerfolg ermöglichen kann. Der Werkerfolg kann also nicht als methodenneutral angesehen werden, da der Erfolg an sich, bzw. der Weg dorthin, maßgebend von der Methodik abhängig ist.

Tatsächlich könnte man die HOAI auch als nicht ganz methodenneutral interpretieren, da die Planungsmethode BIM unter Besondere Leistungen angeführt wird. Es obliegt daher der Einschätzung zwischen AG und AN den Mehrwert für ein Projekt abzuleiten und die Methodik zur Erzielung des Werkerfolgs vertraglich zu definieren. (Vgl. Vöhringer-Gampper & Esch, 2018)

Zu Zweitens: Was den grundsätzlichen, strukturellen Aufbau der Leistungsphasen, bzw. die Aufteilung der Teilhonorarsätze (Tab. 3) betrifft, ist die Anwendbarkeit der HOAI auf BIM mit Diskrepanzen zwischen Gewichtung der Teilhonorarsätze und dem tatsächlichen Aufwand verbunden. Durch die vergleichsweise geringe prozentuale Gewichtung der ersten drei Lph kommt es zu einem Miss-

verhältnis zwischen tatsächlichen Aufwand und dem anrechenbaren Honorar je Leistungsphase. Dies führt insbesondere dann zu Verzerrungen, wenn ein Projekt nicht von einem AN bis zum Ende bearbeitet, sondern in einer späteren Projektphase durch einen anderen AN übernommen wird. Auch in diesem Fall ist es notwendig, dies terminlich und kostenmäßig im Vertrag zu erfassen. (Vgl. Vöhringer-Gampper & Esch, 2018)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass entsprechender gegenständliche Expertenmeinungen anzuraten ist, dem Vertragswerk, hinsichtlich der Anwendung von BIM im Planungsprozess und der HOAI als Vertragsgrundlage, unterschiedliche Erwartungshaltungen zu berücksichtigen sind.

	HOAI 2013 §34	%	LM.VM.OA 2014	%
LPH 1	Grundlagenermittlung	2	Grundlagenanalyse	2
LPH 2	Vorplanung	7	Vorentwurfsplanung	8
LPH 3	Entwurfsplanung	15	Entwurfsplanung	12
LPH 4	Genehmigungsplanung	3	Einreichplanung	5
LPH 5	Ausführungsplanung	25	Ausführungsplanung	22
LPH 6	Vorbereitung der Vergabe	10	Ausschreibung Mitwirkung an Vergabe	6 2
LPH 7	Mitwirkung bei der Vergabe	2	Begleitung der Bauausführung	4
LPH 8	Objektüberwachung	32	Örtliche Bauaufsicht, Dokumentation	37
LPH 9	Objektbetreuung	2	Objektbetreuung	2
		100		100

Tab. 3: Gegenüberstellung der Teilhonorarsätze (Vgl. Jochem et al, 2016, S.21 und Lechner, 2017, S.9)

# 3. METHODE

### 3.1. Forschungsdesign

Diese wissenschaftliche Arbeit ist eine Empirisch-qualitative Exploration, mithilfe einer Fallstudie. Eine Empirisch-qualitative Exploration trägt dazu bei „durch besondere Darstellung und Aufbereitung von qualitativen Daten, bislang vernachlässigte Phänomene, Wirkungszusammenhänge, Verläufe etc. erkennbar zu machen“ (Döring, et al 2016, S.380) Im Gegensatz zur konfirmativen Forschung, die theorie- bzw. hypothesenprüfend ist, verfolgen explorative Ansätze das Ziel, induktiv abgeleitete Erkenntnisse über die Forschungsfrage zu generieren. (Vgl. Churchill & Brown, 2007, S. 81; Stebbins, 2001, S.3 ff.)

„The objective of practice-oriented research is to contribute to the knowledge of a specific practitioner (not practitioners in general). (...) A practitioner can be a person (...) or a group of persons (a team, a company, a business sector, a nation, etc.) A practitioner needs knowledge to solve or clarify a „problem“ in an identified practice.“ (Dul, Hak, 2008, S. 217) Diese „practitioners“, oder Akteure, sind entsprechend der hier zu erforschenden Fallstudie, Planer, Planungsteams bzw. Planungsbüros für Objektplanung. Das Ziel der deskriptiven praxis-orientierten Untersuchung ist die Erforschung und Beschreibung der Variablen die bereits im Untersuchungsgegenstand selbst enthalten sind. Das bedeutet der Erkenntnisgewinn ist nicht aus der Untersuchung der Theorie zu erwarten, sondern durch die Erforschung der Praxis an sich. (Vgl. Dul & Hak, 2008, S. 224ff) Im Zuge dieser Arbeit soll erforscht werden, welche Optimierungspotenziale sich aus den Planungsprozessen ableiten lassen.

Das Untersuchungsdesign wird im folgenden Diagramm grafisch dargestellt.

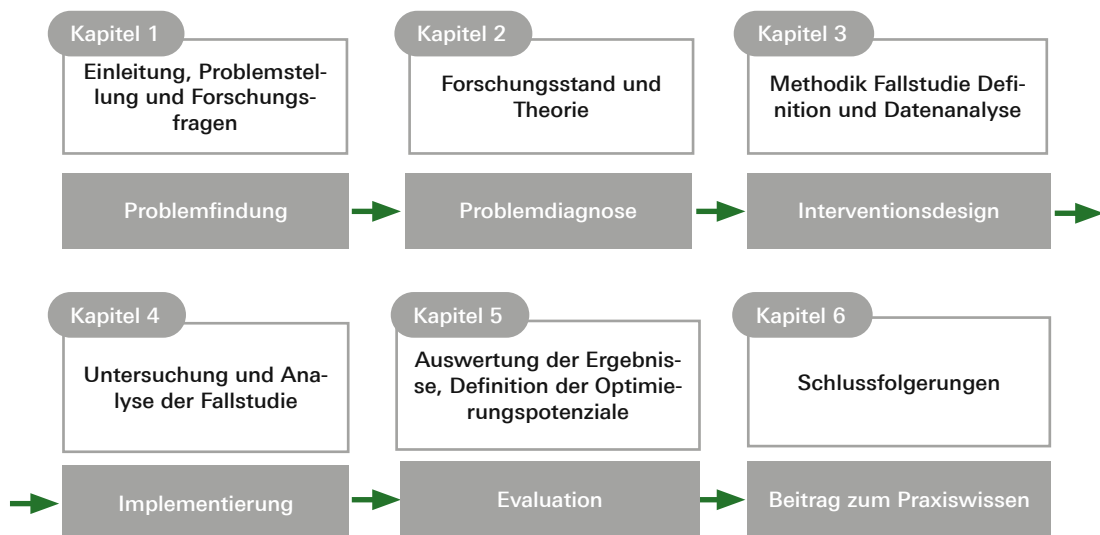


Abb. 15: Forschungsdesign der Empirisch-qualitativen Exploration Eigene Darstellung in Anlehnung an Dul & Hak, 2008, S. 272-273)

### 3.2. Datenanalyse

Untersucht wurde ein integral mit BIM geplantes Projekt eines international tätigen Planungsbüros für Architektur- und Ingenieurleistungen. Im Fokus der Untersuchung stehen integralen Planungsprozesse (Workflows, Kommunika-

tionsprozesse, Modelle und Software). Dadurch werden die folgenden zwei Forschungsfragen beantwortet:

1) Wie sehen interdisziplinäre Kommunikationsprozesse und Workflows in einem integralen Planungsprozess aus und welche Optimierungspotenziale sind daraus abzuleiten?

2) Wie lassen sich diese Optimierungspotenziale in einem generischen Planungsprozess darstellen und welche Anforderungen ergeben sich dadurch für die interdisziplinären Workflows, Modelle und Software?

Die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstands hat eine zeitliche, systemische und personelle Komponente.

**Zeitlich:** Die Untersuchung der Fallstudie erfolgte von Jänner 2020 bis Juni 2021. Dabei wurden die Leistungsphasen 1-3 und 5-7 näher dokumentiert. Um die Forschungsfragen beantworten zu können, war es notwendig den Untersuchungsrahmen über die gesamte Projektdauer zu spannen, um einen genauen Einblick über die sich im Verlauf ändernden Projektstruktur und damit in Zusammenhang stehenden Auswirkungen auf die Untersuchungsgegenstände zu erlangen. Im Laufe eines Projekts können sich z.B. Faktoren wie die Akteurstruktur ändern, die wiederum Auswirkungen auf die Fortschreibung der Planungsprozesse haben.

**Systemisch:** Die Fallstudie wird als System in sich untersucht und von anderen Einflussfaktoren wie z.B Wechselwirkungen mit parallel laufenden Projekten abgegrenzt, sofern sie keine relevante Einflussgröße auf das Projekt darstellen. Als relevant können z.B. die Auswirkungen der Corona Pandemie auf die Planungsprozesse angesehen werden.

**Personell:** Die an dem Projekt beteiligten Personen werden in interne und externe Akteure untergliedert. Als Interne werden alle unmittelbar an der Planung beteiligten Planungsdisziplinen (Architektur, Tragwerksplanung, TGA) gesehen, sie werden in den Untersuchungen auch als Planungsteam bezeichnet. Beim Begriff „intern“ wird kein Unterschied gemacht, ob die jeweiligen PlanerInnen der gleichen Organisation angehören, noch ob sie am gleichen Standort tätig sind, entscheidend ist eine unmittelbare fachliche Beteiligung am Planungsprozess. Die Gruppe der Externen sind alle nicht unmittelbar an der Planung beteiligten Personen. Diese Akteure können durch ihre Handlungen, Entscheidungen, Beratung den Planungsprozess zwar beeinflussen, sind aber nicht unmittelbar am Planungsprozess beteiligt. Dazu zählen Auftraggeber, Projektsteuerer, Auditoren, ausführende Firmen, Konsulenten etc.

### 3.2.1. Erhebung der Daten

Der explorative Teil der Arbeit wurde mittels Befragung in Form von Experteninterviews und Auswertung von Dokumenten und Daten durchgeführt. Dabei wurden in einem Zeitraum von fünfzehn Monaten, ausgewählte Projektbeteiligte zu den projektimmanenten Informationen und Prozessen befragt. Parallel dazu wurden Dokumente und Daten ausgewertet. Nach dem empirischen Teil der Arbeit, wurden Ergebnisse daraus aufbereitet. Diese dienen als Grundlage für die Beantwortung der Forschungsfragen. Für den explorativen Teil der Arbeit kamen somit folgende Instrumente zur Anwendung:

## Experteninterviews

„Im Unterschied zu anderen Varianten des qualitativen Interviews steht im Experteninterview nicht der zu Befragende im Vordergrund des Erkenntnisinteresses, sondern seine Erfahrungen und Interpretationen im Hinblick auf das Forschungsthema. Ob jemand als Experte für einen Themenbereich gilt und als Interviewpartner ausgewählt wird, ist in erster Linie abhängig vom Forschungsinteresse“ (Borchardt, et al., 2009, S.38).

Die Experten die in dieser Arbeit befragt werden, sind in leitender Funktion im Bereich der Objektplanung tätig. Konkret wurden für die Experteninterviews die beiden Personen ausgewählt, die in ihrer Funktion als Objektplaner Architektur bzw. GesamtprojektleiterIn, den umfassendsten und tiefsten Einblick in die Fallstudie hatten. Sie sind also nicht nur erfahrene Experten ihres Fachs, sondern auch Kenner der für die Fallstudie untersuchten Arbeitsprozesse, Modelle, Software sowie Software-Schnittstellen.

„Um ein Experteninterview in seinem Ablauf zu strukturieren, aber auch gleichzeitig genügend Flexibilität für eine offene Gesprächsführung zu ermöglichen, wird ein Interviewleitfaden zugrunde gelegt. Dieser dient v.a. der inhaltlichen Orientierung des Interviewers, damit alle zuvor als wichtig erachteten Fragestellungen angesprochen werden.“ (Döring et al, 2016, S. 315) Die Interviewform war bei allen Experteninterviews semistrukturiert. D.h. der Interviewleitfaden wurde im Vorfeld auf die jeweilige Expertise der InterviewpartnerInnen abgestimmt. Die Durchführung des Interviews wurde dann im Zuge des jeweiligen Gesprächsverlaufs bzw. den Antworten dynamisch angepasst, d.h. Fragen ergänzt, weggelassen und die Reihenfolge geändert. Im Rahmen der Fallstudie wurden sowohl persönliche (face-to-face) Interviews geführt, also auch (Telefon-)Interviews via „Skype for Business“. Alle Interviews wurden nach Einverständnis der Befragten aufgezeichnet. Anhand der darauffolgenden Transkription wurden die Ergebnisse bzw. Erkenntnisse in der Untersuchung der Fallstudie festgehalten.

## Analyse von Dokumente und Daten

Die Fallstudie ist durch sehr ausführliche, projektbegleitende Unterlagen gut dokumentiert. Insbesondere die s. g. Konzepte, die in den ersten beiden Leistungsphasen des Planungsprojekts erstellt wurden, geben einen umfassenden Einblick ins Projekt. Die Herausforderung lag in der Sortierung und Strukturierung des Datenmaterials. (Vgl. Albers 2009, S.43 ) Im konkreten lag die Herausforderung darin, in der Dichte der Unterlagen, die für die Forschungsarbeit relevanten Daten zu filtern. „Um inhaltliche Fehler zu vermeiden, [...] werden die Fallstudienreporte den Probanden mit der Bitte um Überprüfung der inhaltlichen Richtigkeit zur Durchsicht zugeschickt (kommunikative Validierung)“ (Albers 2009, S.43). Die Validierung der Erkenntnisse aus den Projektunterlagen wurde im Zuge der Experteninterviews sichergestellt. Der Fokus bei den Untersuchungen lag dabei stets auf den Planungsprozessen, Workflows, Modellen und Software. Die eigentlichen Ergebnisunterlagen der Planung, wie Pläne etc. wurden inhaltlich nicht untersucht, sondern in welcher Form und welchem Format die Ergebnisunterlagen (Pläne, Türlisten, Kostenaufstellungen, Terminpläne, ... ) am Ende einer Leistungsphase bzw. über die einzelnen Leistungsphasen hinweg generiert und weitergegeben wurden.



### 3.3. Untersuchungsdurchführung

Die Untersuchung der Fallstudie wurde in einem Planungsbüro durchgeführt welches seine Projekte integral mit BIM abwickelt. Von Seiten des mit dem Projekt beauftragten Planungsbüros, wurde Einsicht in die Projektunterlagen gewährt und die Möglichkeit eröffnet, die an der Planung beteiligten Akteure im Büro zu befragen. Im nächsten Schritt wurde der für das Projekt zuständige Gruppenleiter/Abteilungsleiter zu generischen Prozessen in der Planungspraxis interviewt. Dies verschaffte einen ersten Überblick über das Projekt und die Überleitung zu den weiteren Experteninterviews. Das nächste Interview erfolgte im Jänner 2020 mit dem Gesamtprojektleiter/Integrationsplaner Architektur. Zu diesem Zeitpunkt befand sich das Projekt am Ende der Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung. Der Interviewleitfaden wurde vorab per Mail übermittelt, um den Befragten die Möglichkeit zu geben sich auf das Interview vorzubereiten. Das Interview wurde persönlich geführt und so wie alle weiteren Interviews mit dem Einverständnis des Interviewpartners aufgezeichnet. Inhaltlich war der erste Termin vor allem dadurch geprägt, die allgemeine Projekthistorie und Rolle der Akteure aufzuarbeiten. Nach dem ersten Interview wurde der Zugang zu den projektbegleitenden Unterlagen am Projektserver ermöglicht. Die Analyseergebnisse der Unterlagen wurden in weiteren Interviews mit dem Integrationsplaner validiert und bildeten darüber hinaus die Grundlage für weitere Interviewfragen.

Die in der Fallstudie dargestellte Projektgeschichte (DGNB Zertifizierung), wurde im Zuge des zweiten Interviews mit dem Gesamtprojektleiter definiert, da sich die Darstellung der Prozesse etc. über den gesamten Projektverlauf erstrecken und alle für die Untersuchung relevanten Gesichtspunkte abdeckt (siehe 4.2.1). Die aus den Erkenntnissen der Interviews und Projektunterlagen generierten Prozessgrafiken wurde in mehreren Feedbackschleifen mit dem Integrationsplaner validiert und überarbeitet. Die Interviews erfolgten sowohl face to face, als auch via Skype. Im Mai 2020 gab der bisherige Integrationsplaner bekannt, dass Unternehmen und damit das Projekt mit Juni 2020 zu verlassen. Ein letztes Interview fand daher im Juni, nach dessen ausscheiden, in dessen neuen Büroräumlichkeiten persönlich statt.

Die Aufgabe der Integrationsplanung Architektur wurde einer Mitarbeiterin der Planungsbüros überantwortet, die bis dahin an einem anderen Projekt tätig war. Zu diesem Zeitpunkt befand sich das Projekt bereits in der Ausführungsphase. Ein weiteres Interview mit der neunten Integrationsplanerin umfasste die Prozesse im Zeitraum von Juni 2020 bis März 2021. Das Projekt befand sich von Seiten des Planungsteams bereits in der finalen Phase. Das abschließende Interview wurde mit der BIM - Managerin des Planungsbüros geführt. Das Interview diente in erster Linie dazu, einen Vergleich zwischen dem untersuchten Fallbeispiel und generischen, standardisierten Planungsprozessen und Praxiserfahrungen zu anderen Projekten ziehen zu können. Ein weiterer wichtiger Teil der Befragung war die Einschätzung von Optimierungspotenzialen in generischen integralen Planungsprozessen mit BIM.

Grundsätzliche verlief die Arbeit and der Forschungsarbeit so, dass die Erkenntnisse aus den Experteninterviews und der Datenanalyse in Prozessgrafiken überführt und parallel dazu die Erläuterungen verfasst wurden. Im jeweils nächsten Interviewtermin wurden diese von den jeweiligen Experten validiert und ggf. korrigiert.



# 4. FALLSTUDIE

## 4.1. Projektvorstellung

Ein interdisziplinär agierendes Planungsbüro wurde 2017 beauftragt ein Bürogebäude zu planen. Der Projektstandort liegt im ländlichen Raum in Österreich. Der Planungsstart erfolgte im Oktober 2017, im Juli 2019 wurden mit dem Bau begonnen und Mitte 2021 abgeschlossen. Die Brutto-Grundfläche beträgt insgesamt 3.300m<sup>2</sup>, davon sind 500m<sup>2</sup> für die Mitarbeiter des Standorts vorgesehen, der Rest teilt sich auf das Seminarzentrum sowie einen 50m<sup>2</sup> Schauraum auf. Hier werden Schulungen für Kunden abgehalten und Produkte der Firma ausgestellt. Das Gebäude wird DGNB Platin und Klima Aktiv Gold zertifiziert und ist ein Klima Plus Gebäude. Der Bauherr ist ein innovationsfreudiges Unternehmen welches auf höherwertige technische Lösungen setzt und sich einen höheren Marktzugang für ihre Produkte erwartet. Vorgabe des Unternehmens war es die Unternehmensphilosophie hinsichtlich der Ansprüche an BIM, auch bei der Planung der eigenen Immobilie anzuwenden. Dies wurde auch vertraglich definiert

### 4.1.1. Planervertrag und vertragliche Rahmenbedingungen

Die Erstellung des Planervertrags wurde durch eine Rechtsanwaltskanzlei begleitet, welche eine ausgewiesene Expertise im Bereich Vertragsrecht, HOAI und BIM aufweisen. Aufgesetzt wurde der Vertrag erst nach der Leistungsphase Grundlagenanalyse (siehe 4.3.1), in denen wesentliche Inhalte der BIM-Planungsprozesse, Projektrollen, Softwaretopologie etc., von Akteuren des Projektteams in Form entsprechender Vertragsbeilagen erarbeitet wurden. Dieses sehr umfangreiche Schriftstück wurde als Anlage zum Planervertrag geführt. Basis für die Vergütung bildet die HOAI 2013. Beauftragt wurden die Leistungsphasen 1-9 auf dessen Basis die Teilhonorarsätze vereinbart wurden. Hinsichtlich der Planung mit BIM wurden Besondere Vertragsbedingungen (BIM-BVB) definiert. Sie umfassen eine genaue Auflistung zur Durchführung von Planungs- und Bauleistungen mit BIM. Diese decken u. a. die Grundlagen der Projektabwicklung und Regelungen zu Datenaustausch sowie BIM-spezifische Projektrollen und Leistungspflichten ab. Ferner wurden die Modalitäten zur Erstellung eines As-built Modells geregelt. Eine entsprechende Vergütung wurde, sofern nicht anders definiert, über die vereinbarten Teilhonorarsätze der HOAI nach Leistungsphasen vereinbart.

Ein Abschnitt der BIM Vertragsbedingungen regelt den Geltungsrang der BIM-Fachmodelle, der u. a. die Vorrangigkeit von BIM-Fachmodellen gegenüber 2D Plänen beschreibt. Einzige Ausnahme betrifft Planungsbeteiligte, die ihre Leistungen nicht in Form, oder unter Auswertung von BIM-Fachmodellen erbringen (können). Auch wenn die BIM-Fachmodelle priorisiert behandelt werden, müssen zum jeweiligen Abschluss von HOAI-Leistungsphasen PDF Dokumente in den konventionellen 2D-Darstellungsformem, (Grundrisse, Ansichten, Schnitte) abgegeben werden. Diese müssen von den jeweiligen BIM-Projektbeteiligten aus einem ausreichend präzise modellierten BIM-Fachmodell abgeleitet werden.

### 4.1.2. Organigramm

Auf Auftraggeberseite fließen mehrere Einflussfaktoren auf das Projekt in der Gruppe des Bauherren Kernteams zusammen. Die Projektsteuerung bildet die Schnittstelle zwischen der Auftraggeber-Organisation und der Projekt-Organi-

sation. Die Funktion der Projektsteuerung ging im Laufe des Projekts im Aufga

Bauherr

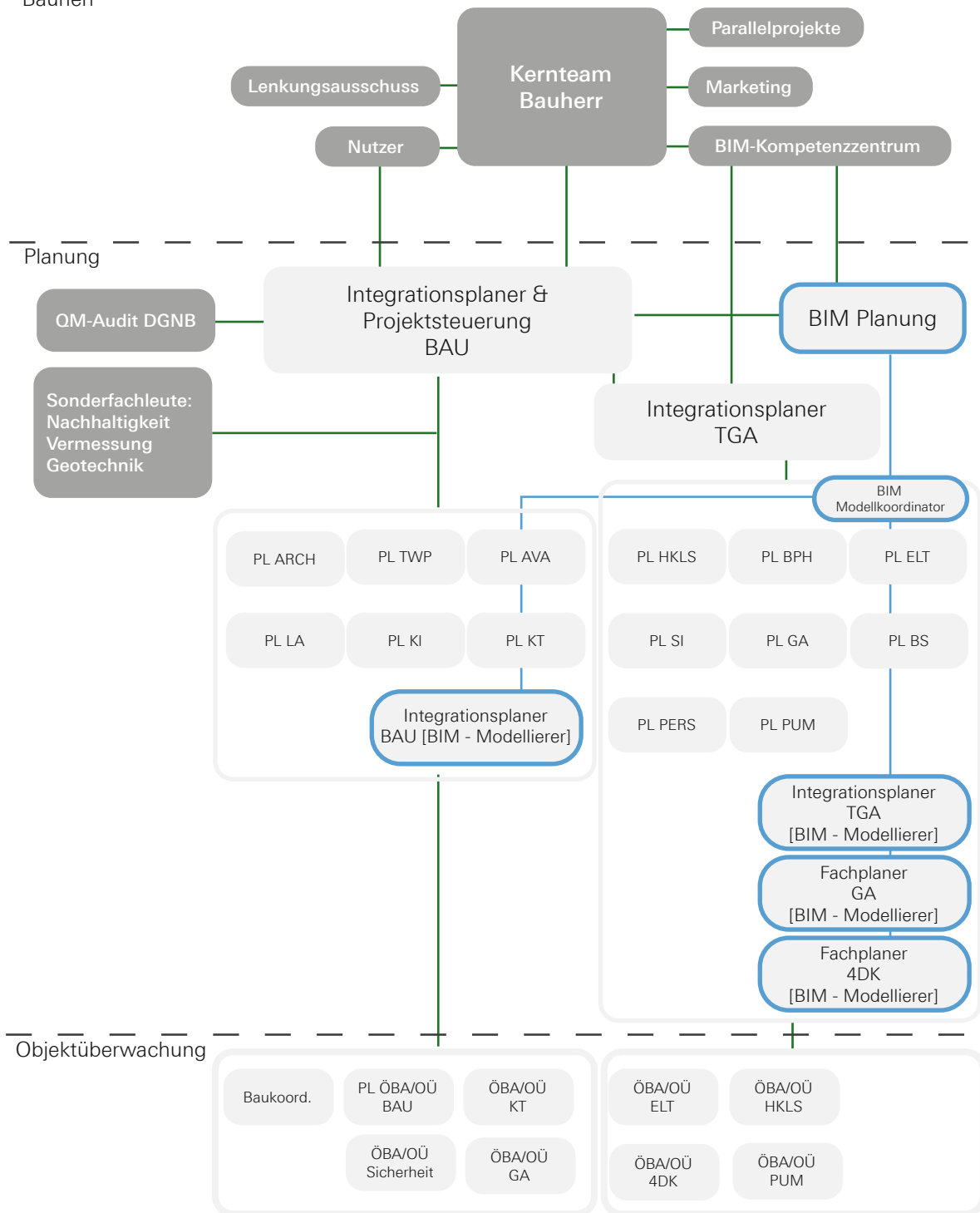


Abb. 16:Projektorganigramm

benbereich des Integrationsplaners (IP) Bau über. Im Organigramm ist daher die Projektrolle nicht ausgewiesen.

Für das Management der vielfältigen Schnittstellen zwischen den Akteuren sind zwei Personen vorgesehen, die als Integrationsplaner und Koordinatoren, für die Fachbereiche Bauwerk und TGA fungieren. Zusätzlich stehen Leistungen von Berater und Gutachtern zur Verfügung, wie z.B. dem DGNB Auditor, der

den Planungs- und Bauprozess bis zu Fertigstellung entsprechend der Nachhaltigkeitsrichtlinien überprüft und berät. Ins Organigramm eingeflochten sind die BIM Projektrollen (blauer Rahmen). Der BIM Planung kommt u. a. die Funktion zu, die Daten der einzelnen Fachdisziplinen zu koordinieren und in ein gesamtgesellschaftliches Modell zu integrieren. Dabei ist der Hauptansprechpartner des Planungsteams der Modellkoordinator, der die BIM Prozesse wiederum mit den modellverantwortlichen BIM Modellierern koordiniert. Die einzelnen Disziplinen koordinieren sich mit der auf der Baustelle agierenden Objektüberwachung und der örtlichen Bauaufsicht.

## 4.2. Softwaretopologie

### Arbeitsmittel des BIM Planers

Das BIM-Management hat eine vielschichtige Aufgabenstellung in der Vorbereitung und Begleitung eines BIM-Projekts. Die Koordination und Kommunikation mit den Fachplanern erfordert den Einsatz von diversen Softwareprodukten für das Modellqualitätsmanagement. Nach Übergabe der Fachmodelle durch die BIM-Modellkoordinatoren erfolgt die Überführung der nativen Daten aus Revit und der Attribute aus DesiteMD in das Koordinationsmodell. Der BIM-Planer führt hierbei nur Fachmodellinformationen zusammen und ist nicht in inhaltliche Planungsaufgaben des Bauwerks involviert. Die Modelle und die Attributdateien der Fachplaner und ausführenden Firmen werden im Koordinationsmodell zusammengeführt.

### Arbeitsmittel des Integrationsplaners Bauwerk

Neben Revit kommen Programme zur Anwendung wie eine eigene Datenbank, die ausschließlich zur Auswertung der Türliste und als Schnittstelle zu und zu einem Programm das für die Kostenschätzung und der Kostenberechnung verwendet wird. Außerdem mehrere Plug-Ins, die unter anderem das Anlegen der Ebenen und das Verwalten dieser erleichtert. Der interne Browser stellt die Verbindung zu den von Planunsbüro entwickelten Familien für Revit her. SOFISTIK ist ein Plug-In für die Erstellung von Bewehrungen innerhalb von Revit. Die Berechnungsprogramme der Tragwerksplanung REFM und RSTAB werden über die Dlubal-Schnittstelle angesteuert. Für die Modellprüfungen wird in allen Phasen zusätzlich die Software Solibri Model-Checker verwendet. Die Prüfergebnisse werden mittels der BCF-Schnittstelle direkt in Revit weiterverarbeitet. Die Erstellung der Leistungsverzeichnisse und des Kostenanschlags erfolgt mit der Software iTWO der Firma RIB Software SE. Die entsprechenden Daten werden von den Revit-Datenbanken direkt für iTWO exportiert. Vor dem Auslesen der Datenbanken erfolgt eine Prüfung mittels Solibri, um sicherzustellen, dass die entsprechenden Parameter in den Revit-Modellen vollständig und korrekt befüllt sind.

### Arbeitsmittel des Integrationsplaners TGA

Für Berechnungen (Heizlast, Kühllast, Luftkanalberechnung, Rohrnetzberechnung) kommt die Berechnungssoftware Solar Computer zur Anwendung. Als bidirektionale Schnittstelle zwischen Revit und Solar Computer wird GBIS verwendet. Zur Modellierung im Fachbereich HKLS wird MagiCAD, als Aufsatz für Autodesk Revit verwendet. Die Lichtberechnung erfolgt mit der Software Dialux

der Firma Dial und wird über eine Schnittstelle in Revit eingespielt und in die Planung übernommen. Für die Modellprüfungen wird in allen Phasen zusätzlich die Software Solibri Model-Checker verwendet. Die Prüfergebnisse werden mittels der BCF-Schnittstelle direkt in Revit weiterverarbeitet. Die Erstellung der Leistungsverzeichnisse (LV) und des Kostenanschlags (KA) erfolgt mit der Software iTWO der Firma RIB Software SE. Microsoft Excel wird zur Konfiguration von DesiteMD und zur Aufbereitung der Massenermittlung aus Revit eingesetzt.

### **Arbeitsmittel des Integrationsplaners GA**

Die AVA-Software BUILD UP wird zur LV-Generierung und zur Auswertung der Massen und Mengen des Fachmodells GA genutzt. Über das Tool TRIC werden die Schemen aus den VDI-Richtlinien 3813 und 3814 in die Konfigurationstabelle in Microsoft Excel nach DesiteMD (insbesondere Raum-/ Segment-/ Anlagenbuch) übertragen.

### **Arbeitsmittel des Integrationsplaners 4D-Kommunikation**

Von der Konzeptphase bis hin zur Dokumentation der Detailplanung der Exponate wird die CAD-Autorensoftware Vectorworks eingesetzt. Die geometrischen und semantischen Informationen der Exponate werden in einem Excel-Formular geführt. Über ein eigens für das Projekt entwickeltes Skript in der visuellen Programmierschnittstelle Dynamo, werden die automatisch generierten BIM-Objekte nach Revit übertragen. BIM360 dient als interne Kollaborationsplattform. Form Z kommt bei der detaillierteren 3D-Modellierung und Visualisierungen zum Einsatz. Über die DWF-Schnittstelle wird das Revit-Fachmodell 4DK in die BIM-ZDB nach DesiteMD übertragen. Analyse der Fallstudie unterteilt in Leistungsphasen.

(Die Beschreibungen und die folgende Abbildung der Softwaretopologie basieren auf den Ausführungen aus den Vorkonzepten der Fallstudie und wurden angepasst, gekürzt und anonymisiert.)

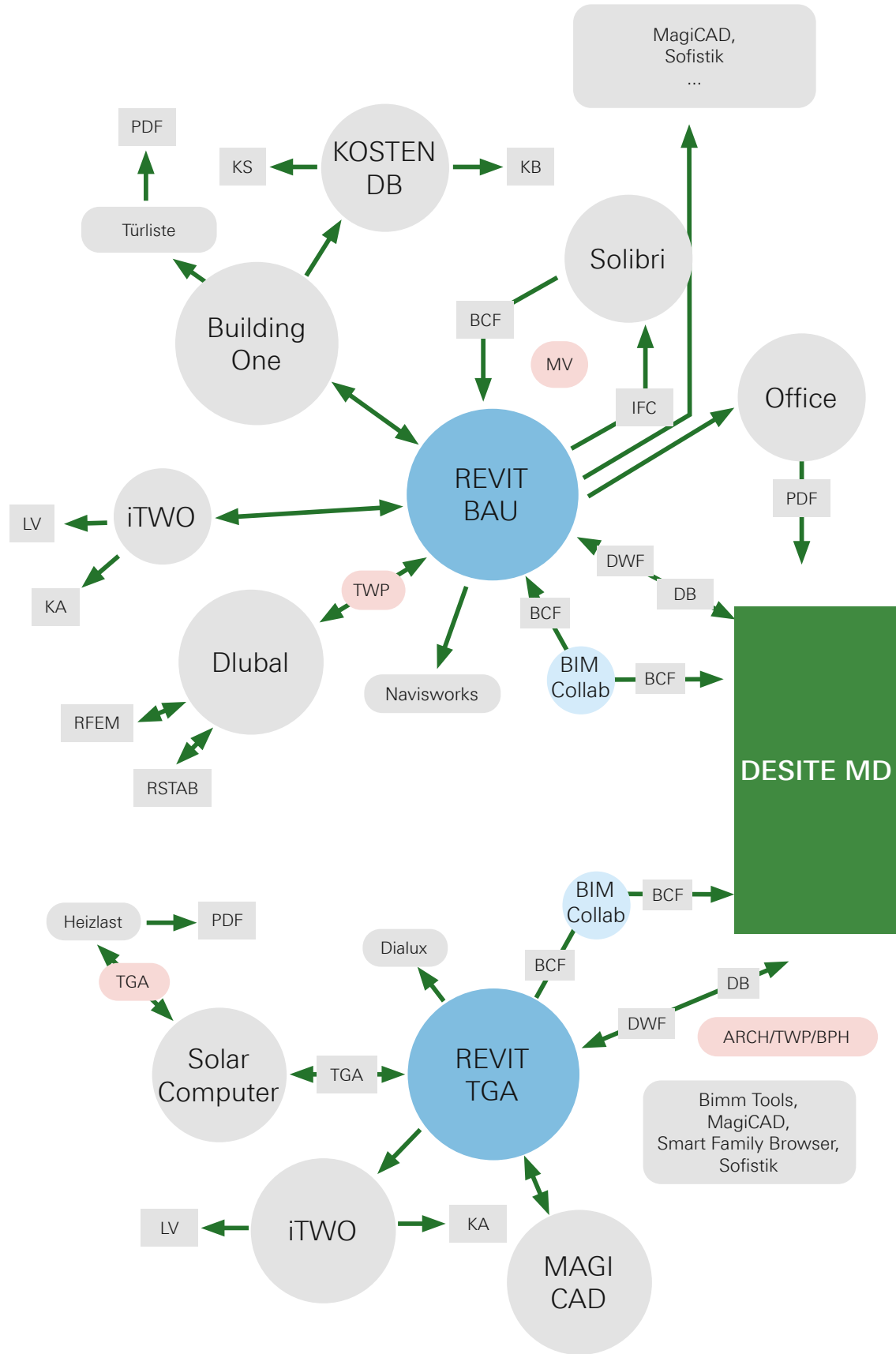
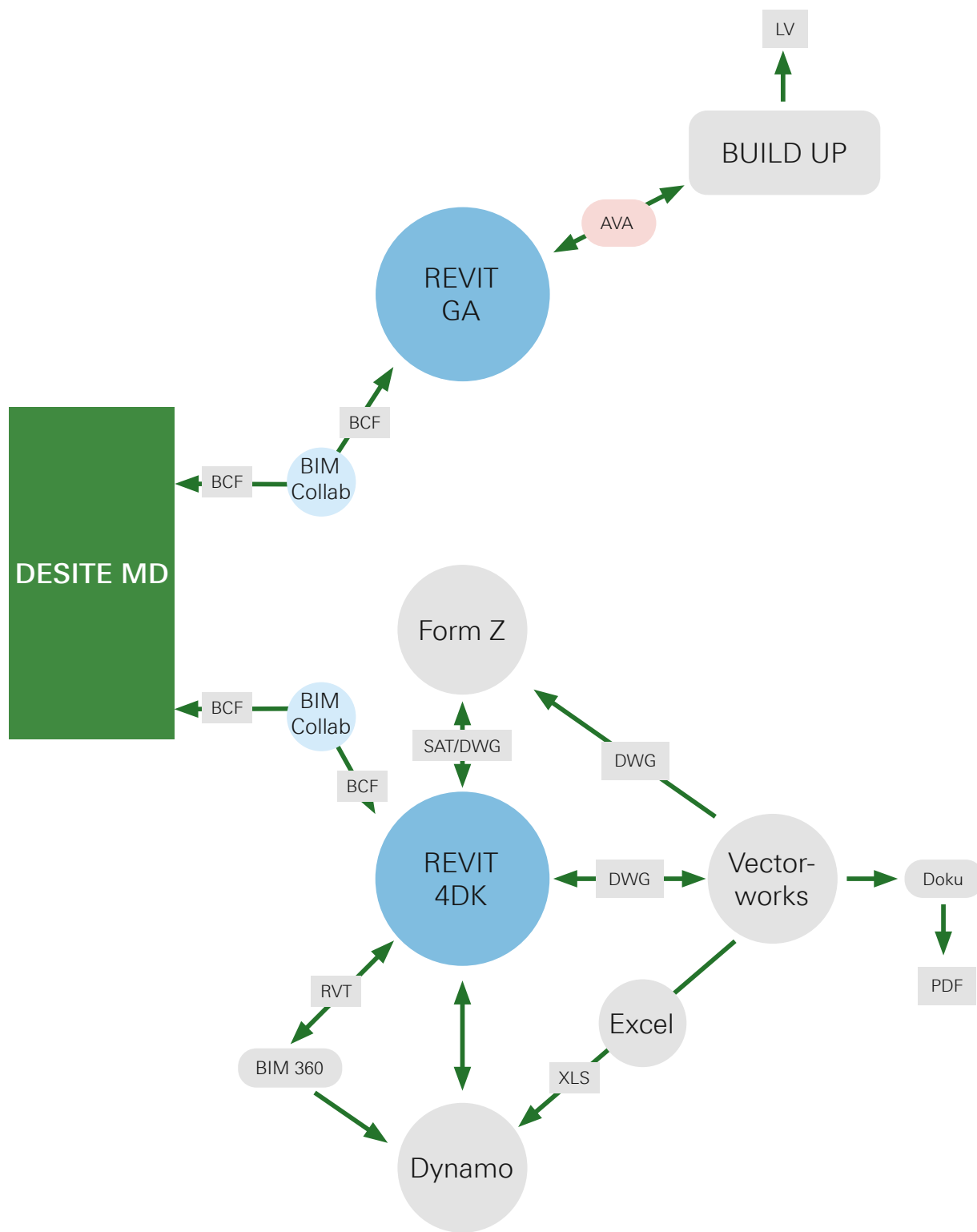


Abb. 17: Softwaretopologie der Planungsdisziplinen





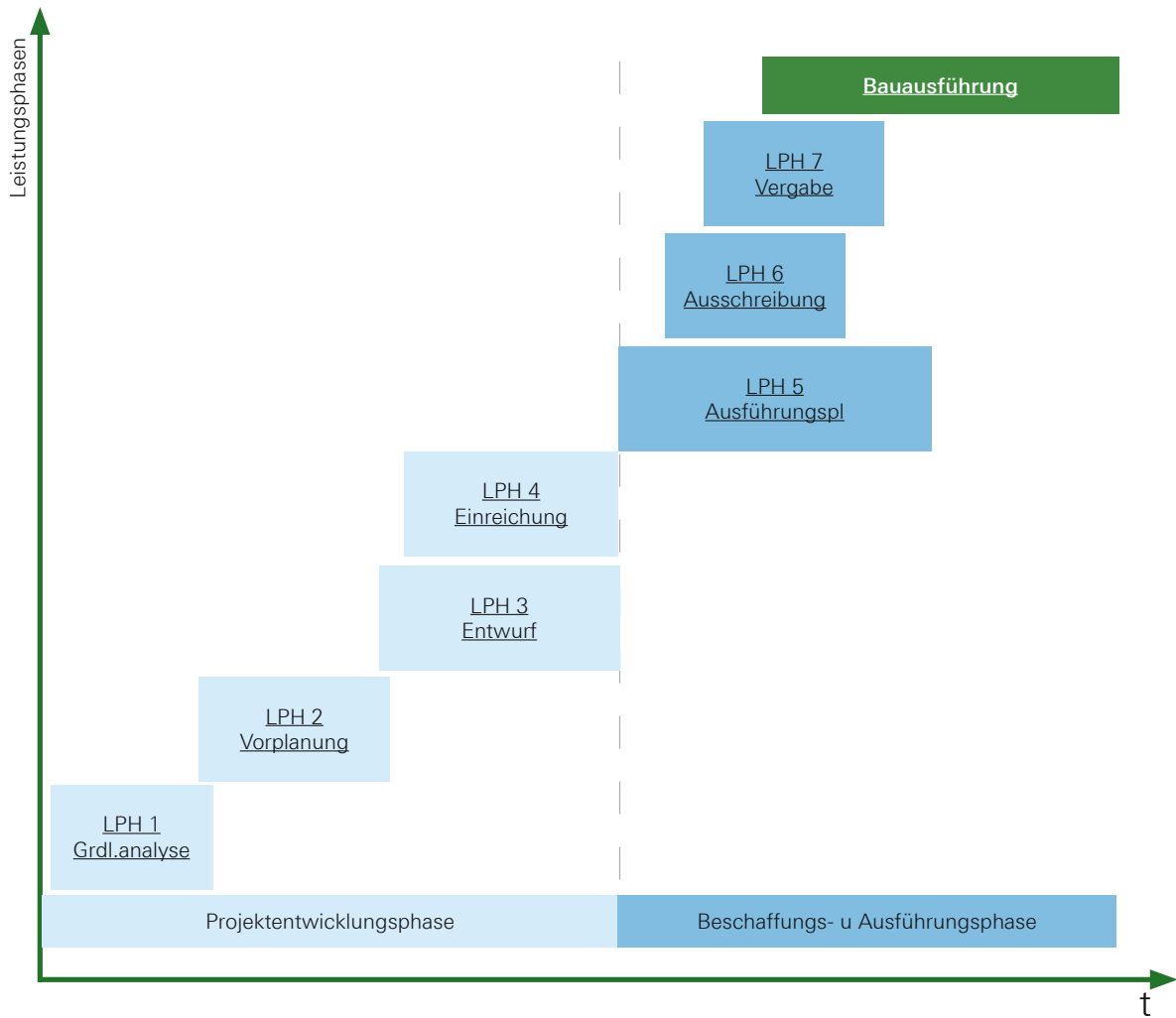


Abb. 18: Abfolge der Leistungsphasen im Projektverlauf

#### 4.2.1. Aufbau der Analyse der Fallstudie

Die Vertragsgrundlage des Projekts ist die HOAI 2013 die sich in folgende Leistungsphasen gliedert:

- Leistungsphase 1 - Grundlagenanalyse,
- Leistungsphase 2 - Vorplanung,
- Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung,
- Leistungsphase 4 - Einreichung,
- Leistungsphase 5 - Ausführungsplanung,
- Leistungsphase 6 - Vorbereitung der Vergabe,
- Leistungsphase 7 - Mitwirkung bei der Vergabe

Die im Folgenden beschriebenen Prozesse der Fallstudie sind kapitelweise in diese Leistungsphasen unterteilt und werden hinsichtlich Arbeitsprozesse, Workflows, Kommunikationsprozesse und Softwareschnittstellen untersucht. Im Fokus der Untersuchungen steht das Planungsteam, also alle Disziplinen die unmittelbar mit den Planungsaufgaben betraut sind. Untersucht werden einer-

seits die internen Prozesse die innerhalb dieses Planungsteams stattfinden (in den Diagrammen hellgrau dargestellt). Andererseits werden die externen Arbeitsprozesse beleuchtet, die zwischen dem Planungsteam und externen Akteuren stattfinden, wie z.B Bauherr, Auditor, Firmen, usw. (in den Diagrammen dunkelgrau dargestellt). Um eine bessere Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit über den Verlauf der Leistungsphasen zu ermöglichen, wird eine konkrete, übergeordnete Planungsaufgabe als „Project-Story“ ausgewählt. Diese Planungsaufgabe hat das Ziel eine Platin DGNB Zertifizierung, bzw. der Errichtung eines Plusenergie Gebäudes zu erreichen. Die Entscheidung die DGNB Zertifizierung als Project Story auszuwählen, ist im Zuge der Experteninterviews aufgrund folgender Kriterien getroffen worden.

- Maßgebliche Herausforderung über den gesamten Projektverlauf
- Zentrales Projektziel
- Gute Nachvollziehbarkeit des Projektziels
- Alle Akteure an Zielerreichung beteiligt

Die mit der Zielerreichung verbundenen Prozesse, werden in den folgenden Kapiteln für jede Leistungsphase beleuchtet. Die gewählte Projektgeschichte zieht sich über alle Leistungsphasen hinweg. Die grundsätzliche Struktur und Ablauf der dargestellten Prozesse, sind nicht nur explizit auf die spezifische Project-Story, oder andere Planungsaufgabe beschränkt. Sie können auch für andere Planungsaufgaben herangezogen werden, da der grundlegende Ablauf der Prozesse auf andere Aufgaben anwendbar ist und den Workflows des untersuchten Planungsbüros entspricht.

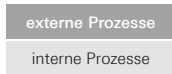
Die hier dargestellten Diagramme zu den Planungsprozessen stellen die Workflows der Zusammenarbeit zwischen den wesentlich am Projekt beteiligten Akteure dar. Grüne Pfeile zeigen den Fortschritt der Bearbeitung der Inhalte. Rote Pfeile zeigen Iterationsschleifen zwischen den Akteuren im Prozess. Sollte die jeweilige Instanz die Freigabe über ein Arbeitspaket nicht erteilen, kommt es einer Überarbeitung der Inhalte. Dieser Prozess wiederholt sich, bis die jeweilige Instanz seine Freigabe zu diesem Arbeitspaket erteilt. Diese Bearbeitungsschleifen, sofern notwendig, dienen z.B. dazu, Inhalte nachzuschärfen um die definierten Projektziele in der geforderten Qualität zu erfüllen. Der grundsätzliche Aufbau der Prozesse ist in den Leistungsphasen Grundlagenermittlung bis Entwurf sehr ähnlich aufgebaut. Lediglich die zuständigen Fachplaner bzw. deren Input ändert sich je nach Art des zu bearbeitenden Aufgaben.

Die Schnittstelle zur Bauherrenschaft und der Projektsteuerung sind die Integrationsplaner für Bau und TGA. Eine Besonderheit in diesem Projekt, ist dass diese Verantwortung durch je zwei Gesamtprojektleiter für Bau/Architektur und Technische Gebäudeausrüstung, aufgeteilt wird. Zusätzlich gibt es noch die Projektrolle der BIM Planung, das sich in der Hierarchie ebenbürtig, um die Koordination der BIM Agenden kümmert.

Um einen besseren Überblick und die in den folgenden Kapiteln dargestellten Diagramme zu den Arbeitsprozessen zu erlangen werden hier die wichtigsten Signaturen erklärt:

## 4.2.2. Erläuterungen Prozessdiagramme

### Externe und interne Prozesse



Die Unterteilung in externe und interne Prozesse sind auch dem Blickwinkel des Planungsteams gewählt. D.h., dass alle Prozesse die durch direkt an der Planung beteiligten Akteure ablaufen, als intern dargestellt sind (Abb. 19) und alle Prozesse die Beziehungen zu anderen Projektbeteiligten aufweisen als externe Prozesse in dunkelgrau dargestellt sind (Abb. 20).

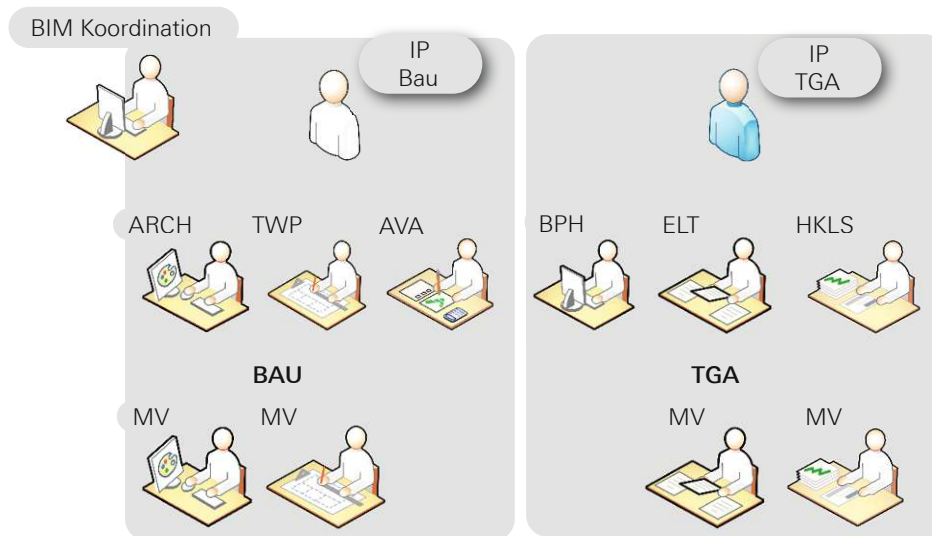


Abb. 19: Interne Akteure - Planungsteam



Abb. 20: Externe Akteure

### Prozessbeziehungen



Grüne Pfeile kennzeichnen Inputs die Outputs generieren, also die Weitergabe und Implementierung von Informationen zwischen den Akteuren bzw. in das Modell. Positive Beziehungen erzeugen Outputs.



Rote Pfeile  
Entsprechende Inputs generieren (noch) keine Output und führen zur Überarbeitung der Inhalte bzw. Iterationsschleifen, erst durch die Überarbeitung der entsprechenden Inhalte und ggf. Freigabe entsprechender Instanzen, wird Output erzeugt.

### **Project Story für das Fallbeispiel „Vorgaben für ein Plusenergiehaus“**

Um die Prozesse der Fallstudie besser erläutern zu können, werden diese an einer konkreten Planungsaufgabe anhand einer Projekt Story dargestellt, deren Aufgaben sich über die gesamte Projektdauer ziehen.

Der Bauherr definiert als Ziel ein Plusenergiehaus zu realisieren und entsprechend DGNB und klima:aktiv zertifizieren zu lassen. In den Vorkonzepten wird von den zuständigen Fachplanern die Parameter definiert um dieses Ziel zu erfüllen. Die in den folgenden Kapiteln dargestellten Prozessdiagramm sind generisch und können auch auf die Erarbeitung anderer Inhalte der Leistungsphase angewendet werden. D.h. die einzelnen themenspezifischen Prozesse der jeweiligen Leistungsphasen laufen parallel ab. Lediglich die Gewichtung der Zuständigkeiten der Fachdisziplinen ändert sich entsprechend der Planungsaufgabe. Die Summe der Prozesse erwirken den Abschluss der jeweiligen Leistungsphase. Die Akteursstruktur der Prozessdiagramme ändert sich über die Leistungsphasen hinweg. So sind die Aufgaben der AVA Projektrollen erst ab der Ausführungsplanung dargestellt.

## 4.3. Untersuchung der Fallstudie nach Leistungsphasen

### 4.3.1. Leistungsphase 1 - Grundlagenermittlung

In der Leistungsphase 1 - Grundlagenermittlung, wird das Planungsteam mit der Aufgabe betraut ein s. g. Gutachten, bestehend aus Vorkonzepten, zu erstellen. Dieses Gutachten dient dazu, klar definierte Vorgaben für die Realisierung des Projektes zu definieren. Darüber hinaus wird vom Planungsteam ein Organisationshandbuch erstellt. Dieses zeigt auf knapp zweihundert Seiten den Projektbeteiligten die organisatorische Struktur des Projekts auf. Es umfasst auch das BIM-Planungskonzept, welches auf über hundert Seiten die gewählten Arbeitsmittel, Methoden und Vereinbarungen hinsichtlich BIM definiert. Für die Projektbeteiligten soll damit ein Konsens geschaffen werden, welche Maßnahmen notwendig sind, um die beauftragten Ziele in ein digitales Modell und schließlich in ein gebautes Ergebnis zu überführen. Das Gutachten bzw. Vorkonzept setzt sich aus den folgenden Kapiteln bzw. Themenschwerpunkten zusammen (in Klammer sind die Planungsdisziplinen angeführt, die für den Inhalt der Kapitel der Gutachten verantwortlich sind):

#### Organigramm

- Kostenschätzung
- Honorarangebote
- Flächen- und Rauminhalte (ARCH)
- Nutzungsprozesse (ARCH)
- DGNB und Nachhaltigkeit (BPH)
- Vorkonzept BIM (ARCH)
- Vorkonzept Brandschutz (BPH)
- Vorkonzept Sicherheit (BPH)
- Vorkonzept Trassen (TGA)
- Vorkonzept Energie (TGA, BPH)
- Vorkonzept Schallschutz und Raumakustik (BPH)
- Segment- und Achsenkonzept (TGA)

Noch vor der eigentlichen Beauftragung des Projekts, sind als Vorleistung die Vorkonzepte erstellt worden. Der Zeitraum der Erstellung dieses Gutachtens erstreckte sich über vier Monate. Diese werden in mehreren Schleifen von der Projektsteuerung geprüft und mit Ergänzungswünschen binnen einer Frist, an das Planungsteam zur Überarbeitung zurückgeschickt. Schließlich fordert der Bauherr den Abschluss des Gutachtens. Die Projektsteuerung hat die Weiterentwicklung dieser Vorkonzepte noch über einen längeren (nicht näher definierten) Zeitraum angestrebt. Da die Planungsdisziplinen zu diesem Zeitpunkt aber noch ohne offiziellen Vertrag handeln und aus Sicht des Bauherren und des Planungsteams der Ausarbeitungsgrad hoch genug war, kam es zu einem Abschluss der Grundlagenermittlung. Am Ende umfasst das Konvolut der Vorkonzepte insgesamt etwa fünfhundert Seiten. Erst nach Fertigstellung der Unterlagen kommt es zur eigentlichen Beauftragung der weiteren Leistungsphasen. Im Folgenden werden die Arbeits- und Kommunikationsprozesse beleuchtet, welche die Leistungsphase 1 - Grundlagenermittlung begleitet hat. Siehe Abb. 21 und Abb. 23.

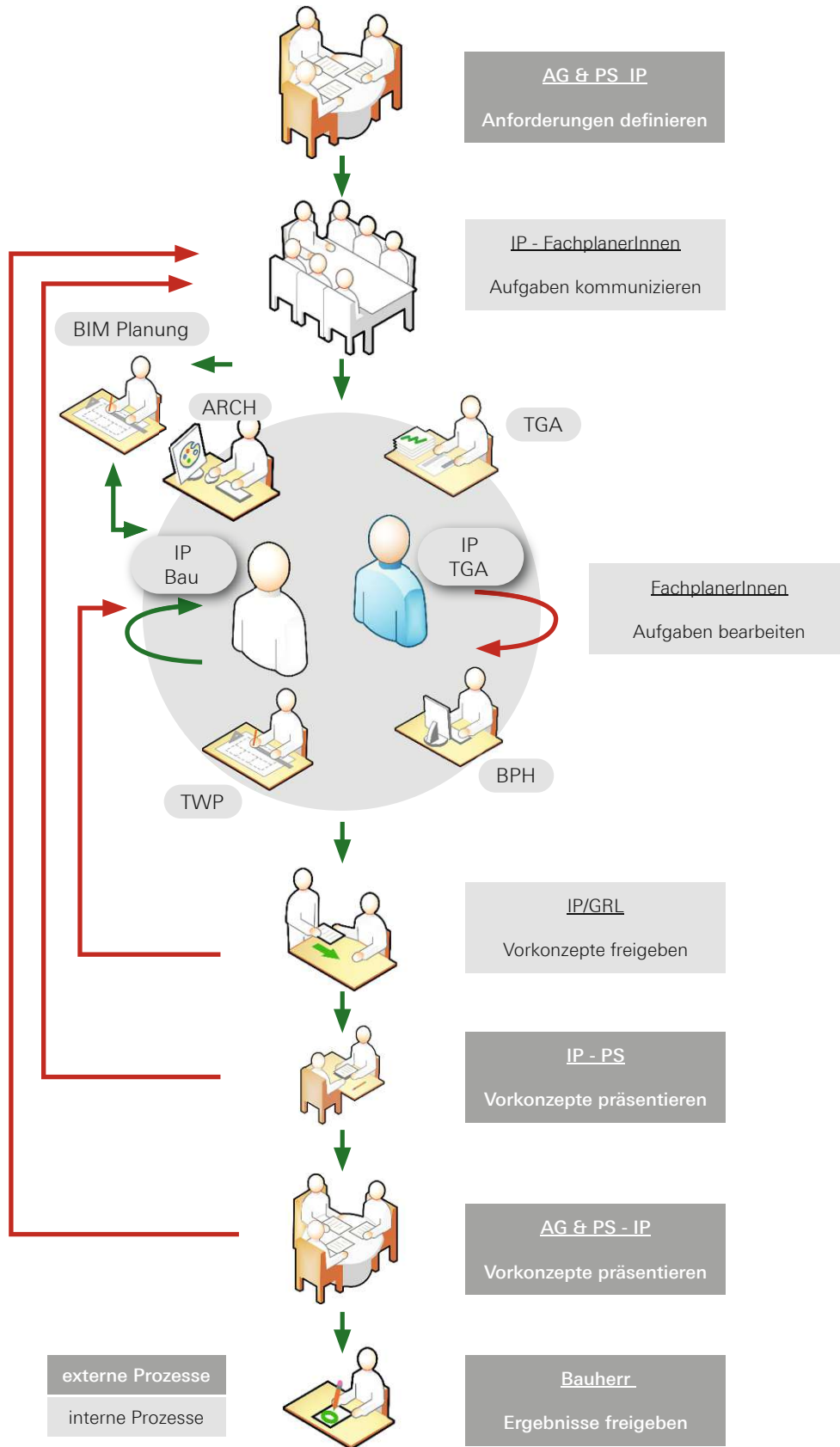


Abb. 21: Prozessdiagramm für die Leistungsphase Grundlagenanalyse

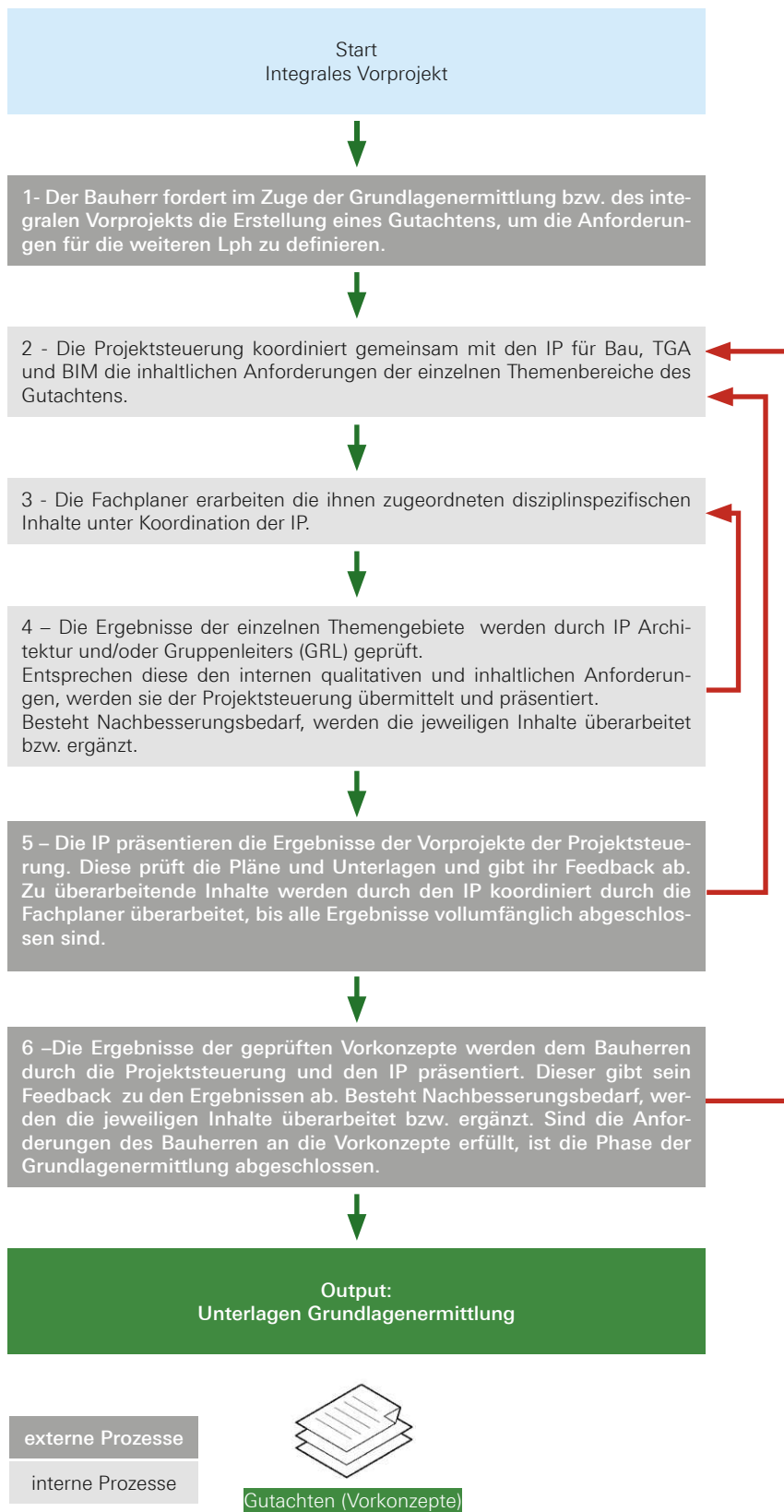


Abb. 22:Workflow Grundlagenanalyse



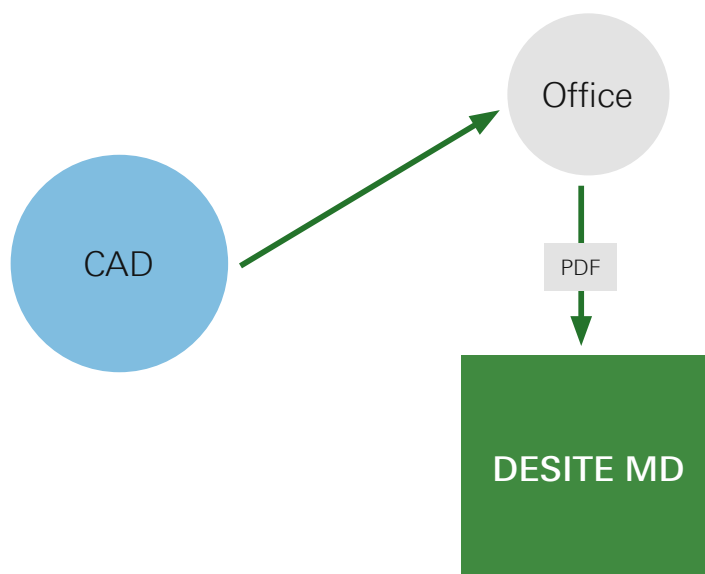


Abb. 23: Softwaretopologie Grundlagenanalyse

Um die Unterlagen der Grundlagenanalyse zu verfassen sind die Anforderungen an die Softwaretopologie (Abb. 23) auf das Office Paket beschränkt. Der textliche Teil der Kapitel des Gutachtens bzw. die darin enthaltenen Vorkonzepte werden mit Microsoft Word erstellt. Die Grafiken mit MS Power Point und einzelne schematische, grafische Konzepte, mit Autodesk Revit, oder AutoCAD generiert. Pläne im eigentlichen Sinn werden von den Planungsdisziplinen in dieser Leistungsphase noch nicht erstellt. Deshalb werden auch Schnittstellen zu den anderen Programmen noch nicht benötigt. Die Ergebnissunterlagen, die in dieser Leistungsphase aus dem Gutachten mit den Vorkonzepten bestehen, werden als PDF auf die Kollaborationsplattform geladen, bzw. parallel per E-Mail versandt. Die Freigabe der Inhalte erfolgt wie in der Prozessgrafik in Abb. 21 dargestellt.

### 4.3.2. Leistungsphase 2 - Vorplanung

Die Anforderungen an das Gebäude hinsichtlich Plusenergiehaus, wurde bereits in der Grundlagenermittlung im Zuge der Erstellung des Gutachtens im Kapitel Vorkonzept Nachhaltigkeit erarbeitet. Daraus leiten sich die entsprechenden Anforderungen bzw. Richtlinien für die Planungsdisziplinen ab. Zur Erfüllung der Zielvorgaben sind die Fachdisziplinen gefragt unter Koordination der Integrationsplaner Bau und TGA ihren Input zu liefern. Die Planungsprozesse bedürfen einer vorausschauenden Koordinationstätigkeit. Die Einzelergebnisse der Planungsdisziplinen müssen das übergeordnete Ziel, in diesem Fall die Errichtung eines Plusenergiehauses, gewährleisten. (Abb. 24) Der Koordinationstätigkeit ist von entscheidender Bedeutung, da Einzelleistungen der Fachdisziplinen zwar jede für sich positiv bewertbar sein können, sich aber im fächerübergreifenden Zusammenspiel auch negativ beeinflussen können. Eine Aufgabe für die Integrationsplaner ist es also einerseits intern die Planungsdisziplinen zu koordinieren und zu einem positiven Gesamtergebnis zu führen und andererseits liegt es in der Verantwortung der Integrationsplaner, den Bauherren bzw. die Projektsteuerung über die Zusammenhänge der einzelnen Themen (Planung, Kosten, Termine, etc.) zu unterrichten und zu beraten. „Die Koordinierungstätigkeit des Objektplaner und die Mitwirkung der Fachplaner setzt in der Lph 2 - Vorentwurf voll ein. Der Objektplaner hat nicht nur das Zusammenwirken des Fachplaner zu überwachen, sondern das gesamte Projekt einschließlich des Planungsablaufs zu koordinieren, was z.B. das Herausarbeiten wesentlicher Zusammenhänge in der Errichtung, das Ineinandergreifen von Systemen wie Tragwerk, Dach, Fassade, Ausbau, Gebäudetechnik umfasst.“ (Lechner, 2019, S. 165)

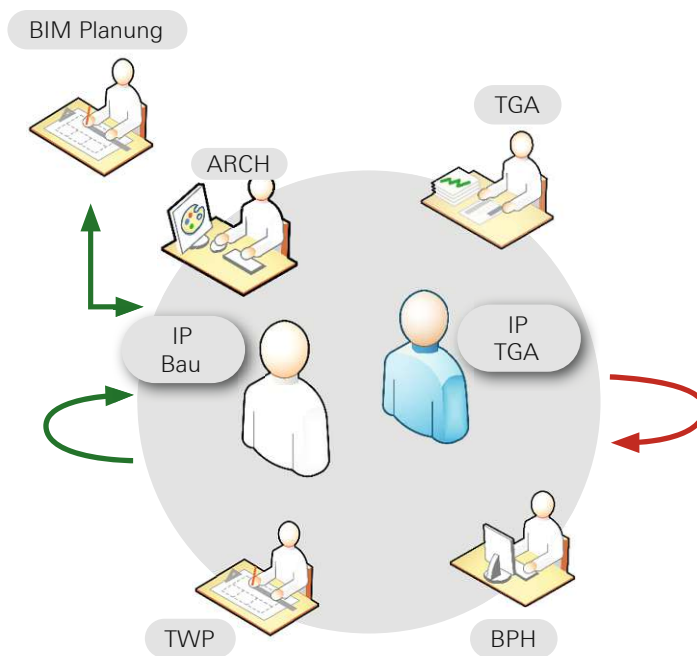


Abb. 24: Akteure Planungsteam im Zuge des Vorentwurfs

Die Vorkonzepte die in der Leistungsphase Grundlagenermittlung erstellt worden sind, werden in der Leistungsphase Vorentwurf weiter präzisiert, bzw. wird das Gutachten um weitere Kapitel ergänzt. So werden die Vorkonzepte weiter

bearbeitet und als Konzepte fortgeschrieben. Parallel zu der Weiterbearbeitung des Gutachtens baut das Planungsteam das BIM Modell sukzessive auf.

Das Ziel der Errichtung eines Plusenergiehauses begleitet das Projekt über alle Leistungsphasen hinweg, bis hin zur Errichtung und Inbetriebnahme. Es können sich einzelne Parameter im Zuge der Planung und Ausführung ändern, die dieses Ziel negativ beeinflussen. Die Einhaltung der Ziele überspannt die Planung und Koordination auch in den folgenden Leistungsphasen.

Die jeweiligen Ergebnisunterlagen sind im Vertragswerk genau definiert, trotzdem gab es im Zuge des Vorentwurfs zwischen Projektsteuerung und Planungsteam Diskrepanzen in der Erwartungshaltung über Inhalt, Form und Umfang der Unterlagen. Von Seiten der Projektsteuerung wurde nur eine Weiterentwicklung und Detaillierung des konzeptuellen Gutachtens erwartet und weniger der den vertraglich vereinbarten Ergebnisdokumente. Das Ziel der Projektsteuerung war in der Lph Vorentwurf die Konzepte der Grundlagenanalyse weiter zu bearbeiten, um damit detaillierte, konzeptuelle Vorgaben für die weitere Bearbeitung in der Lph 3 - Entwurfsplanung zu schaffen. Durch die Konkretisierung der Vorgaben der Konzepte hätte aus Sicht der PS die eigentliche Planung, bzw. das Erstellen eines Building Information Model auf die Lph 3 reduziert werden sollen und damit auch die Ausführungsplanung beinhalten sollen. Das Planungsteam hat dieser Vorgehensweise nicht zugestimmt. Die Konzepte wurden zwar weiterhin bearbeitet, aber auch das BIM Modell in der für die Leistungsphase 2 typischen Detaillierung erstellt. Zur Abgabe gelangten dann die Konzepte und die Ergebnisdokumente entsprechend der vertraglichen Vorgaben.

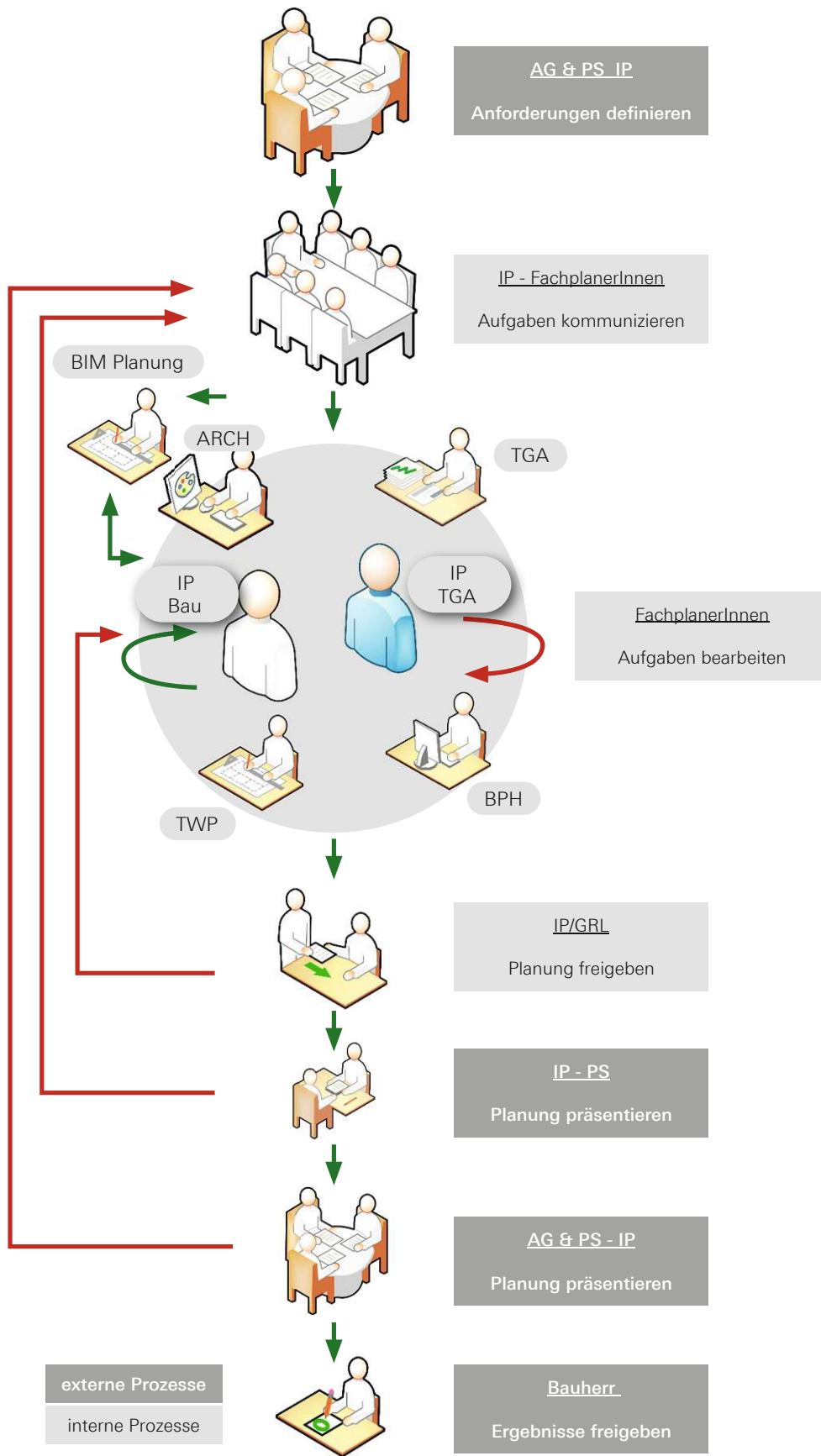


Abb. 25: Prozessdiagramm für die Leistungsphase Vorentwurf

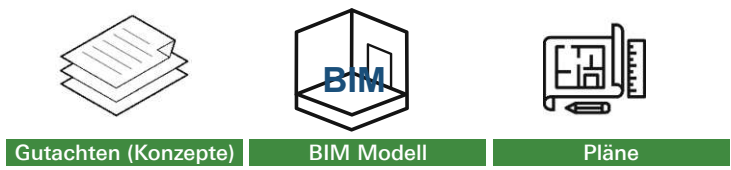
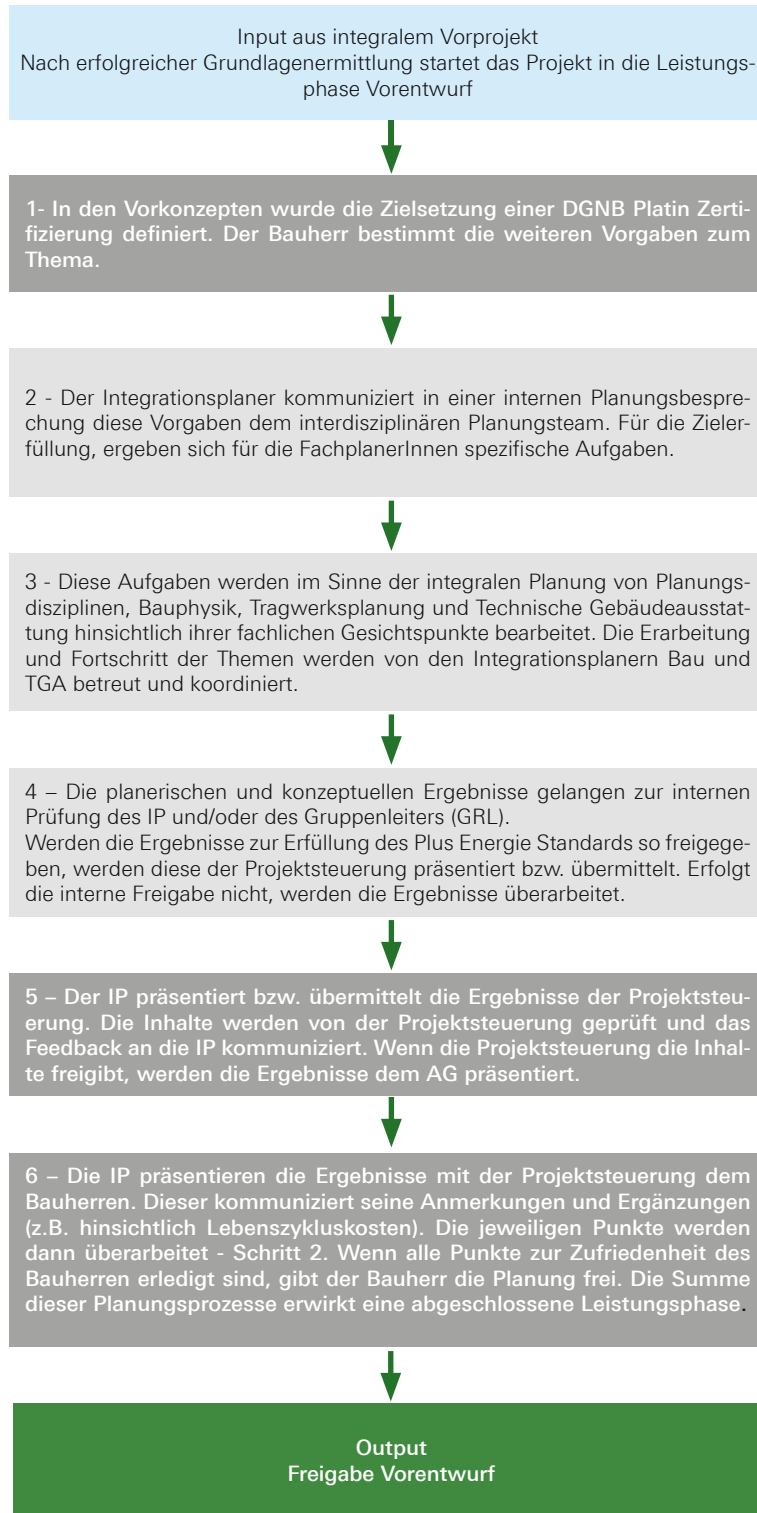


Abb. 26:Project Story Vorentwurf

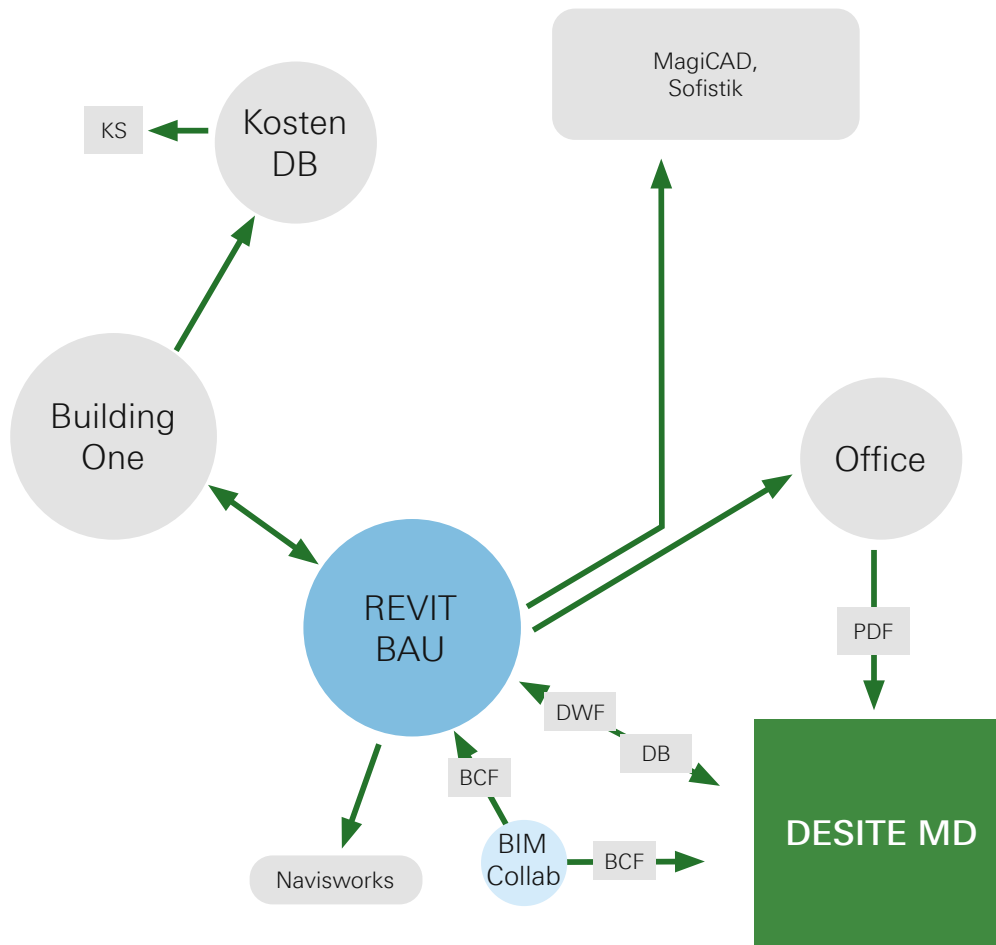


Abb. 27: Softwaretopologie Vorentwurf

In der Leistungsphase 2 - Vorentwurf werden entsprechend der Anforderungen des Leitungsmodells das Building Information Model aufgesetzt. Zur Erstellung dieser Pläne sind mehrere Programme notwendig, bzw. fängt die integrale Planung mit BIM an. Das untersuchte Projekt wurde mit Autodesk Revit als zentrales BIM Planungstool abgewickelt. (Abb. 25) Die Planungsdisziplinen greifen mit ihrem Input auf ein serverbasiertes Modell zu und erstellen ein integrales Modell. Aus diesen Informationen entsteht ein Building Information Model, aus dem dann Ergebnisunterlagen, wie Pläne, Axonometrien, Bauteillisten etc. erzeugt werden. Die integrale Planung mit BIM bedarf begleitender Koordinationsaufgaben, in diesem Projekt BIM Planung bezeichnet. Die BIM Planung ist für das Zusammenspielen der BIM Daten und die begleitende Qualitätskontrolle der Modelle verantwortlich. Die Schnittstelle zwischen den Fachdisziplinen und der BIM Planung ist der BIM Koordinator. Die damit zusammenhängenden Aufgaben sowie Arbeits- und Kommunikationsprozesse, wurden bereits im Kapitel 2.1.4 beschrieben.

Revit weist bereits in der Leistungsphase Vorplanung wichtige Schnittstellen zu anderen Programmen auf. Diese werden z.B. dafür die begleitende Kostenschätzung eingesetzt. Das entsprechende firmeninterne Programm hat Angebotspreise von Firmen aus anderen Projekten gespeichert und wird zu Hilfe genommen, um möglichst marktkonforme Kostenschätzungen abgeben zu können. Im

Vorentwurf wurden die Vorkonzepte des Gutachtens weiter bearbeitet und als Konzepte abgegeben, Wie bereits erläutert wurde die textlichen und grafischen Inhalte auch in dieser Lph mit den entsprechenden MS Office Anwendungen erstellt und ggf. mit Plänen der CAD Anwendungen Revit und AutoCAD komplementiert.

### 4.3.3. Leistungsphase 3 - Entwurfsplanung

Nach Freigabe der Vorplanung, gibt es in der Entwurfsplanung Veränderungen in der Akteursstruktur. Das Planungsbüro des Fachplanerteams TGA legt seinen Auftrag nach der Vorplanung zurück. Die Entscheidung der Bauherrenschaft ist es, die entsprechenden Agenden dem Planungsbüro zu überantworten, welches bereits die Planungsdisziplinen Architektur, Tragwerksplanung und Bauphysik abgedeckt hat. Damit erfolgte der Informationsaustausch und der Planungsfortschritt zwischen den Fachdisziplinen auf direkterem Weg (gleiche Büroinfrastruktur, ein BIM Server, kürzere Kommunikationswege).

Bedingt durch die Diskrepanzen der Vorplanung hinsichtlich der Ergebnisunterlagen wird zu Beginn der Entwurfsplanung von Bauherrenseite entschieden, sich von den Akteuren der Projektsteuerung zu trennen. Die entsprechenden Agenden gehen in die Verantwortung des IP BAU über. Aus vertraglichen Gründen wurde die Aufkündigung der Zusammenarbeit mit der Projektsteuerung, erst am Ende der Entwurfsplanung vollzogen. Die offizielle Beauftragung erfolgt nach Beendigung der Leistungsphase 4, ca. zwei Monate später. Damit werden die Aufgaben der Projektsteuerung vom Integrationsplaner Bau offiziell übernommen. In den folgenden Prozessdiagrammen wird der ursprüngliche Akteur Projektsteuerung als eigene Prozessinstanz nicht mehr berücksichtigt, da er ab der Entwurfsplanung de facto nicht mehr Teil der Workflows ist und die Aufgaben vom IP Bau übernommen werden. (Abb. 28)

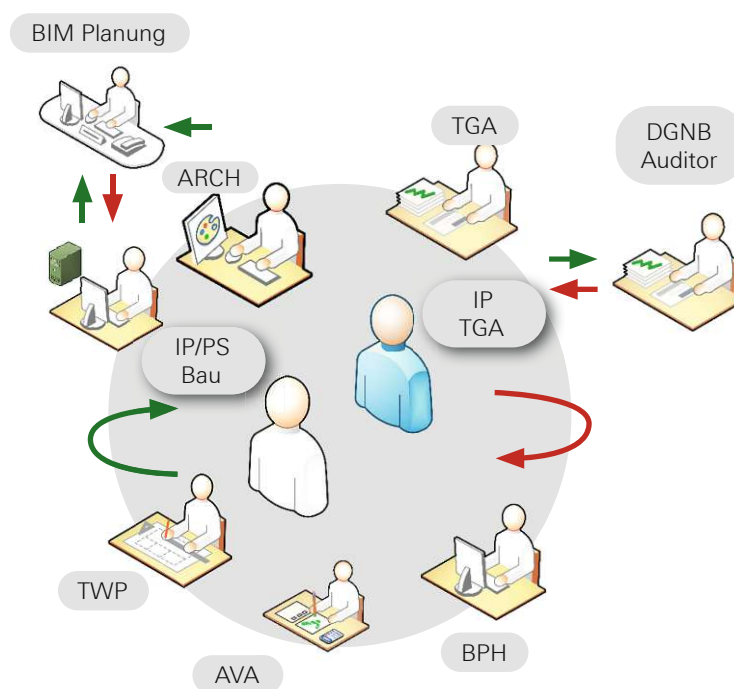


Abb. 28: Planungsteam Entwurfsplanung

Hinsichtlich der DGNB Nachhaltigkeitszertifizierung wird ein Auditor beauftragt um den Planungsfortschritt über die Leistungsphasen hinweg hinsichtlich der Platin Zertifizierung zu überwachen und zu prüfen. Auf Basis von Kennwerten einer DGNB Gewichtungstabelle wird anhand von Punkten die einzelnen Kategorien geprüft und vom Auditor rückgemeldet, in welchen Bereichen der Planung Nachbesserungsbedarf besteht, um die Zielerfüllung zu gewährleisten. (Abb. 28) Im Fokus stehen Themen wie die thermische Hülle bzw. Wärmedämmung, Nachhallzeiten hinsichtlich Raumakustik sowie Themen der Reinigungsfreundlichkeit, überdachte Fahrradabstellplätze usw. Diese Themenschwerpunkte mit dem Ziel der Platin Zertifizierung haben ihren Ausgangspunkt in der Lph 1 und begleiten das Projekt über alle Leistungsphasen hinweg.

Der Abschluss der Leistungsphase wird durch Hochladen der Entwurfsunterlagen auf die Kollaborationsplattform eingeleitet. Der Bauherr übermittelt seine Kommentare zu den Ergebnisunterlagen. Während der Einarbeitung dieser Kommentare, wird bereits mit Leistungsphase Ausführungsplanung begonnen. Die neue Situation in dieser Leistungsphase ist vom Wegfall der Projektsteuerung geprägt. Dadurch ist eine externe, prüfende Instanz und Kommunikationsschnittstelle im Arbeitsprozess weggefallen und geht in eine dem Planungsteam immanente, intern prüfende Schnittstelle über. Die Verantwortung dafür trägt der Integrationsplaner Bau, der damit eine direktere Schnittstelle zum AG hat.



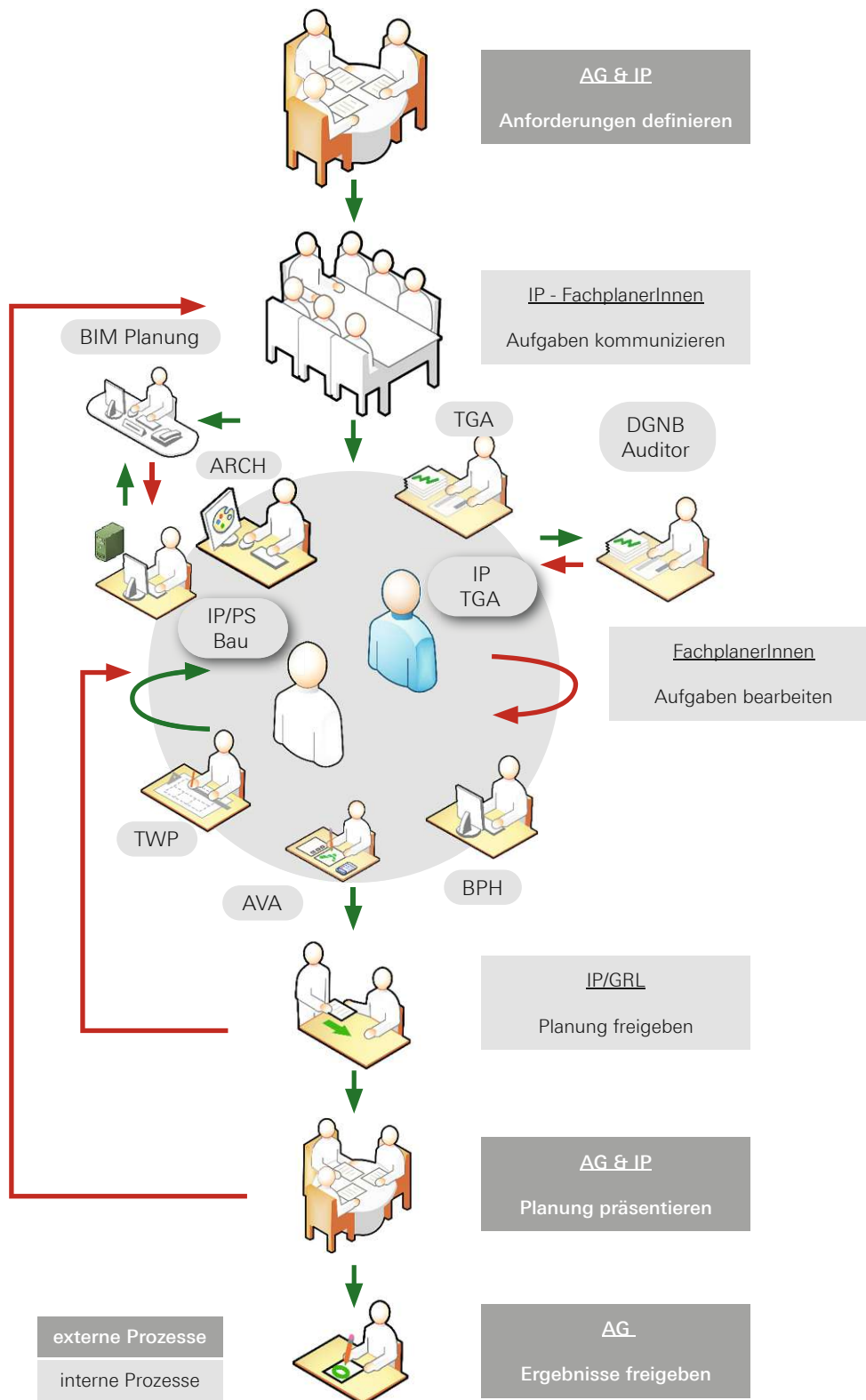


Abb. 29: Prozessdiagramm für die Leistungsphase Entwurfsplanung

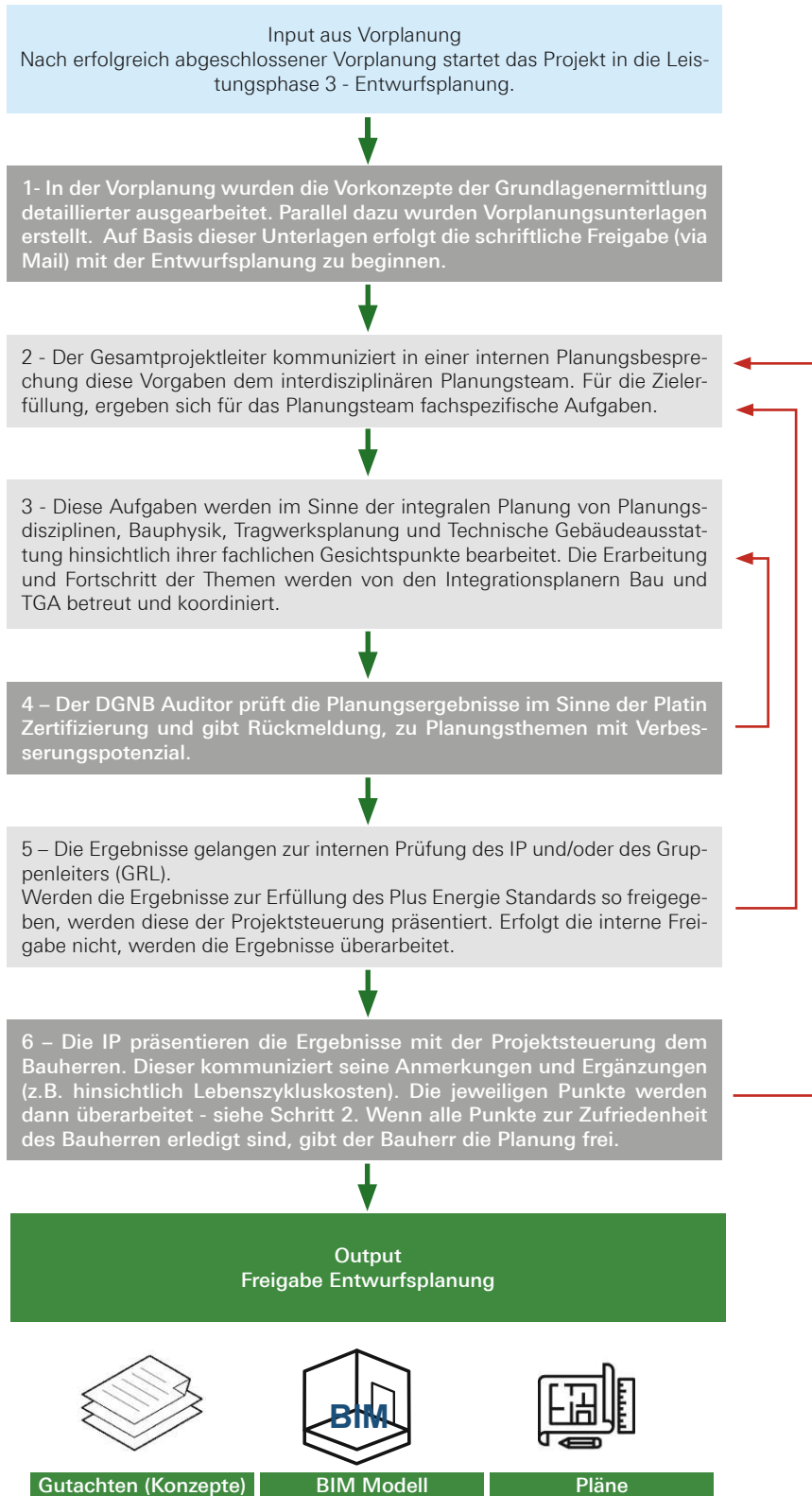


Abb. 30: Project Story Entwurfsplanung

externe Prozesse  
 interne Prozesse

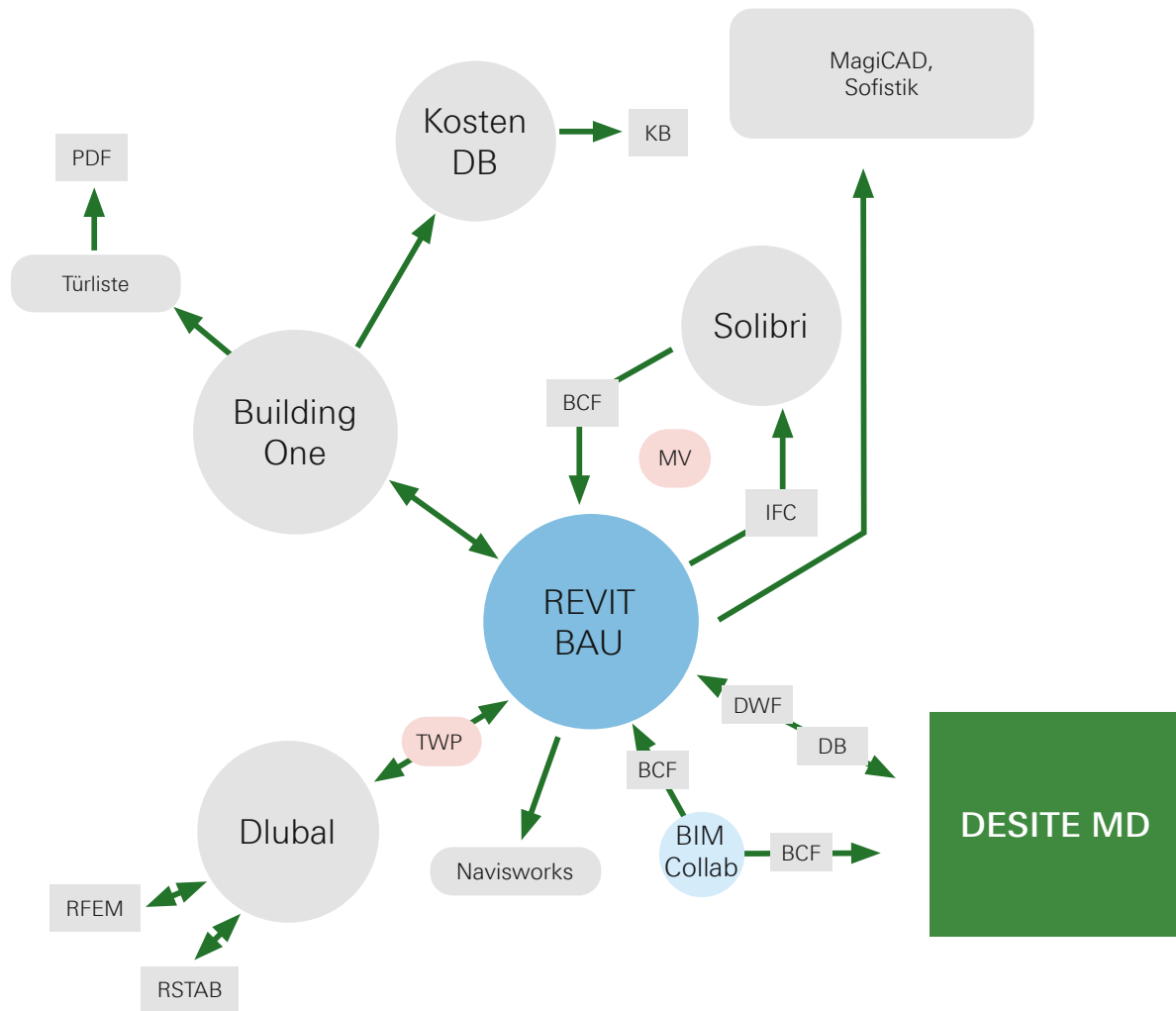


Abb. 31: Softwaretopologie Entwurfsplanung

In der Leistungsphase Entwurfsplanung wird der Informationsgehalt des Modells durch die BIM Planung weiter verdichtet. Die BIM Modellierer des interdisziplinären, integral agierenden Planungsteams pflegen die jeweiligen Inhalte in das Modell ein. Wie bereits beschrieben, wird das Planungsteam von der BIM-Planung betreut, dessen Input einen wichtigen Teil der Arbeitsprozesse darstellt. In der Entwurfsplanung sind die Ergebnisunterlagen entsprechend den Anforderungen der Leistungsphase detaillierter und umfassender. Die Digitale Brückenschlag zwischen dem Bauplan und den statischen Berechnungen wird über Dlubal hergestellt. Dieses Programm ermöglicht durch RFEM, eine 3D -FEM (Finite Elemente) Software, statische Berechnungen und Bemessungen aus dem Modell abzuleiten und zu überprüfen. RSTAB ist ein 3D Statik Programm, das für die Berechnung von Stabwerken herangezogen wird. (Abb. 31) Die Kostenberechnung wird entsprechend der Leistungsphase genauer. „Kostenberechnungen sind Prognosewerkzeuge, bei denen der AG und die Planer die planbaren Faktoren Qualität und Quantität festlegen, die Preise aber nur aus dem Fundus verfügbarer Statistiken entnehmen. Dies ergibt in Lph 3 Kostenberechnungen (Grundleistungsebenen) eine mögliche Prognoseschärfe von +/- 15 %, bezogen auf die späteren Ergebnisse der Kostenfeststellung.“ (Lechner 2019, S. 208)

#### 4.3.4. Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung

Die Einreichplanung wird im Zuge dieser Arbeit nicht detailliert beleuchtet, da sich hinsichtlich der Prozesse und Workflows keine neuen Erkenntnisse ergeben und daher auch kein Mehrwert für die Arbeit bieten.

Den Output der Einreichplanung betreffend wird die Entwurfsplanung so angepasst, dass sie in ihren Aussagen und plangrafischer Darstellung den behördlichen Vorgaben entsprechen. Die entsprechenden Pläne (Grundrisse, Ansichten, Schnitte) sowie ergänzenden Unterlagen, werden auf Basis des Kenntnisstandes dieser Projektphase nach begleitenden Abstimmungsgesprächen bei der zuständigen Behörde abgegeben. Zu einem späteren Zeitpunkt werden zusätzliche Projektänderungen in der s. g. Auswechslung ergänzt.

In Österreich sind derzeit noch analoge Abgabeunterlagen gefordert. BIM Modelle stellen zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Abgabeoption dar.

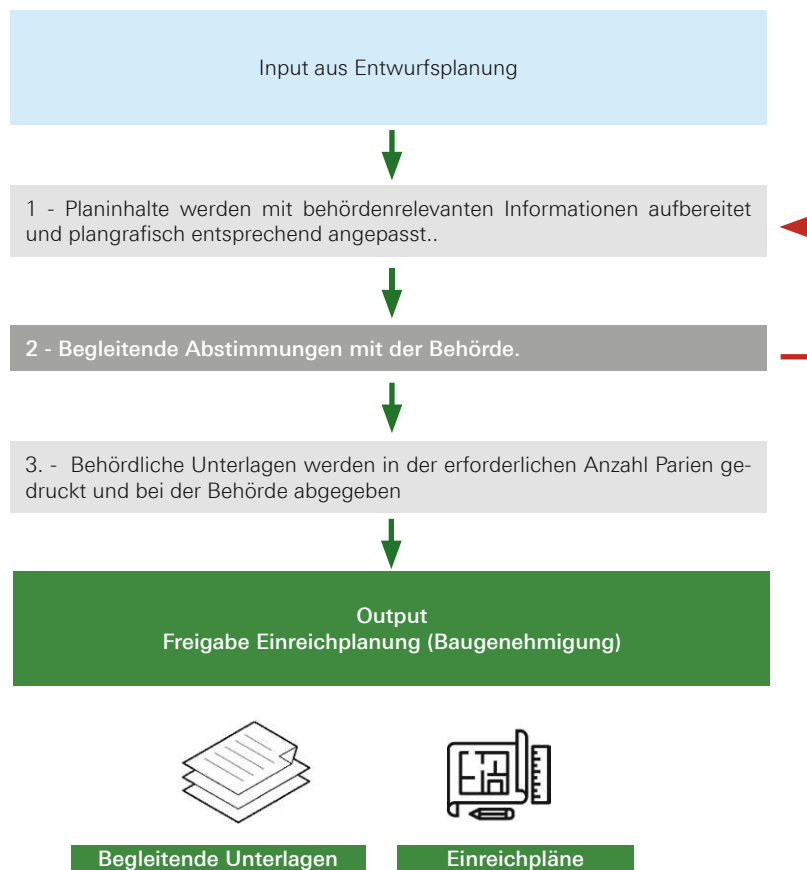


Abb. 32:Project Story Einreichplanung

### 4.3.5. Leistungsphase 5 - Ausführungsplanung

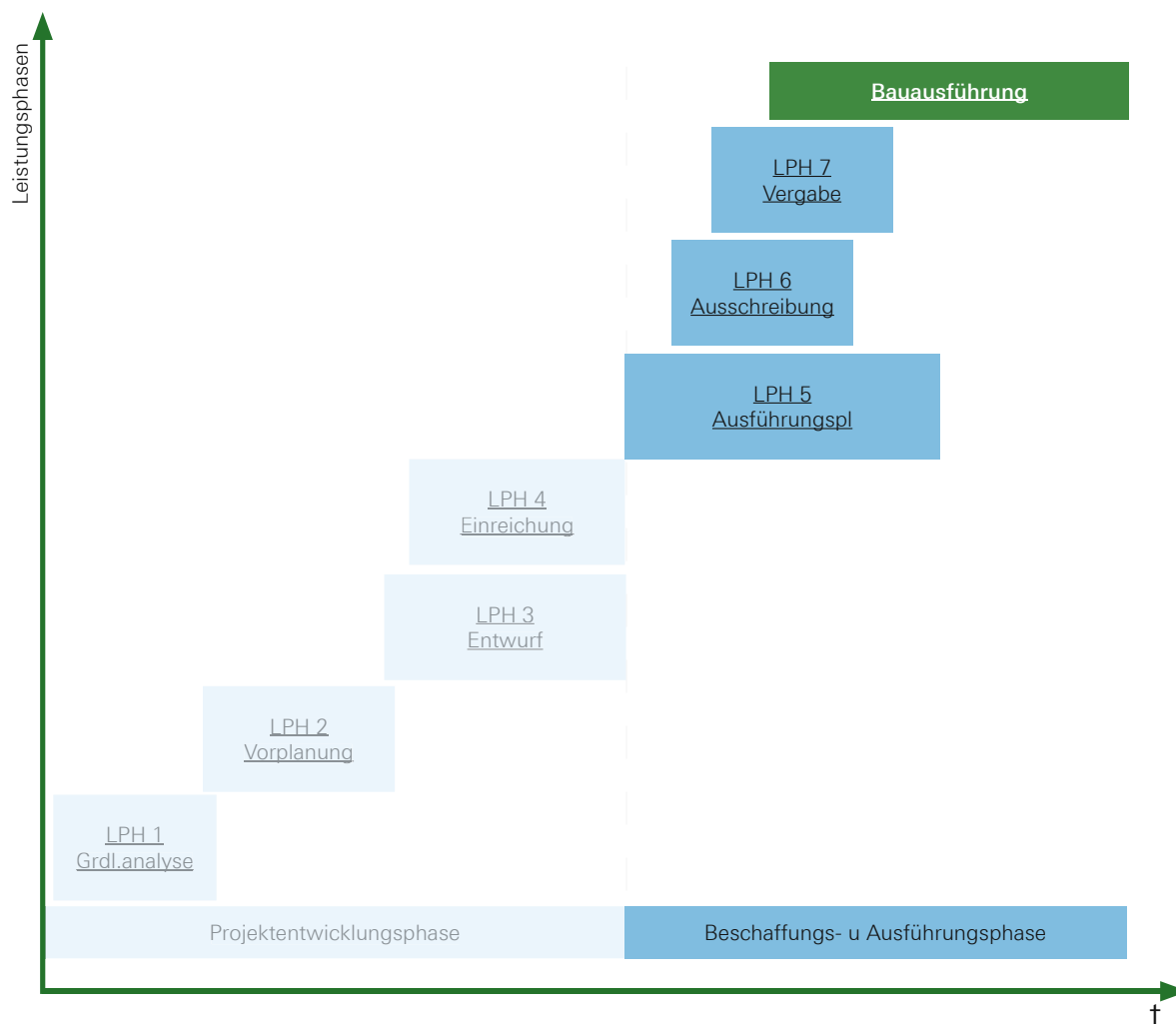


Abb. 33: Diagramm Beschaffungs- und Ausführungsphase

#### Zeitablauf der Beschaffungs- und Ausführungsphase

An dieser Stelle sei noch einmal die Darstellung der Leistungsphasen entlang der Zeitachse angeführt. Das Projekt ist nach dem Abschluss der Projektentwicklungsphasen in der Beschaffungs- und Ausführungsphase angekommen. Bis jetzt wurden die Leistungsphasen sequenziell abgearbeitet. D.h. erst die Freigabe einer Leistungsphase erwirkt den Beginn der nächsten Leistungsphase. Mit der Ausführungsplanung ändert sich dieser Modus. Noch während der Ausführungsplanung wird zunächst die Leistungsphase 6 Erstellung der Leistungsverzeichnisse (Ausschreibung) und darauffolgend die Leistungsphase 7 Mitwirkung bei der Vergabe abgewickelt. Der zeitliche Ablauf der Leistungsphasen überschneiden sich. Input und Output der Leistungsphasen gehen ineinander über (Abb. 33).

Exkurs: Diese in der Praxis u. a. in Österreich gängige Vorgehensweise, zielt auf einen Zeitgewinn der Fertigstellung ab. Tatsächlich ist oft die „Verlängerung und Verteuerung der Baudurchführung durch unzureichende Bearbeitungstiefe und unzureichende Koordination + Integration der Fachplanungen mit der Objekt-

planung aufgrund der „Parallelisierung“ der Leistungsphasen [...] die zwingende Folge.“ (Lechner, 2019, S 229)

Die Auswirkungen auf die Fallstudie werden in den Erläuterungen weiter unten dargestellt.

### Prozesse der Ausführungsplanung

„Ausführungsplanung ist eine stufenweise, gewerkeorientierte Durcharbeitung der Ergebnisse der LPH 3 und 4, unter Berücksichtigung der ggf. weiter konkretisierten Anforderungen und mit allen für die Ausführung (des jeweiligen Gewerks) notwendigen Angaben für die ausführenden Firmen.“ (Lechner 2019, S.230)

Die Durcharbeitung der Planungsleistungen in der Ausführungsphase fokussieren auf den Bauablauf. Das bedeutet, dass die gewerkeorientierten Planungsaufgaben die im Bauablauf zuerst kommen, auch im Planungsablauf vorne ange stellt sind. Naturgemäß ist damit die Bearbeitung der rohbaurelevanten Themen an erster Stelle. Auf Basis der Entwurfsplanung werden die Informationen in der Planung ausführungsfähig verdichtet, um den ausführenden Firmen die notwendigen Angaben zu übermitteln.

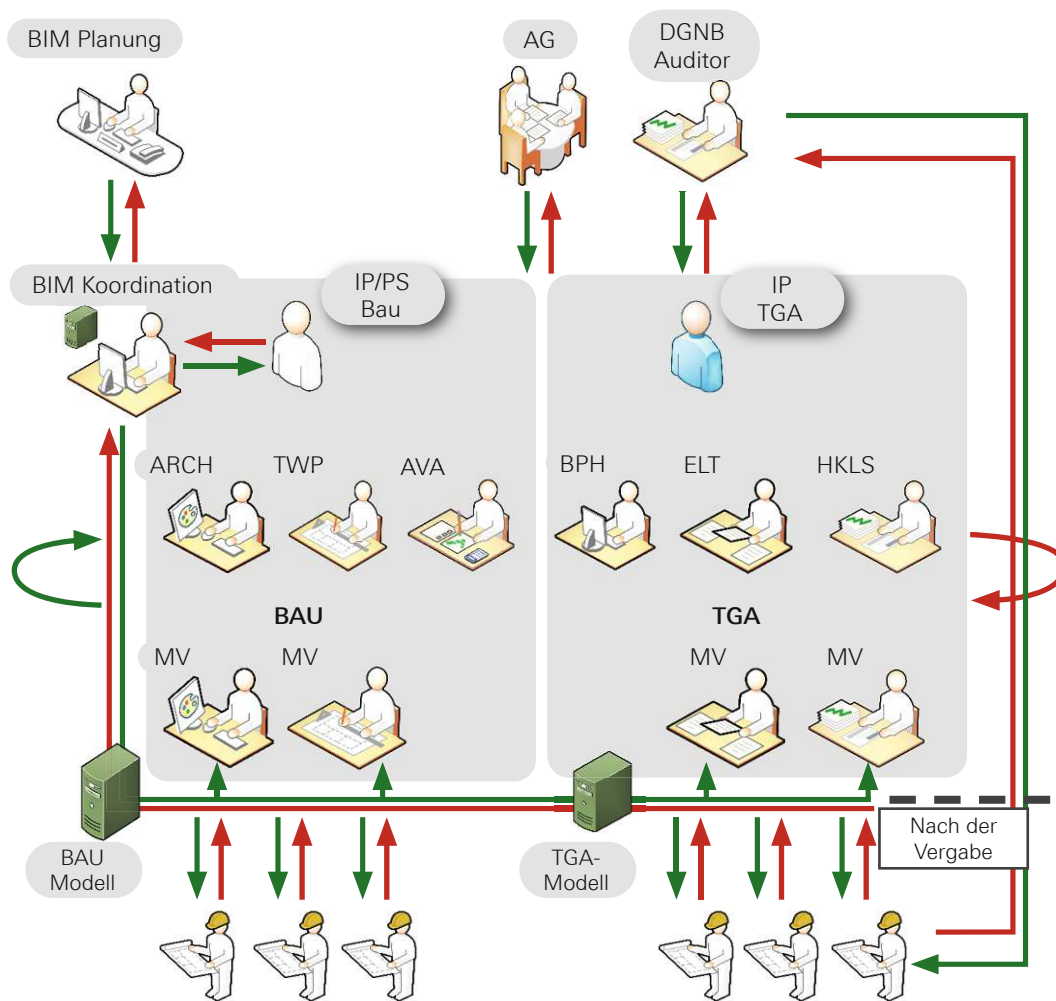


Abb. 34: Prozessdiagramm für die Lph 5 Ausführungsplanung

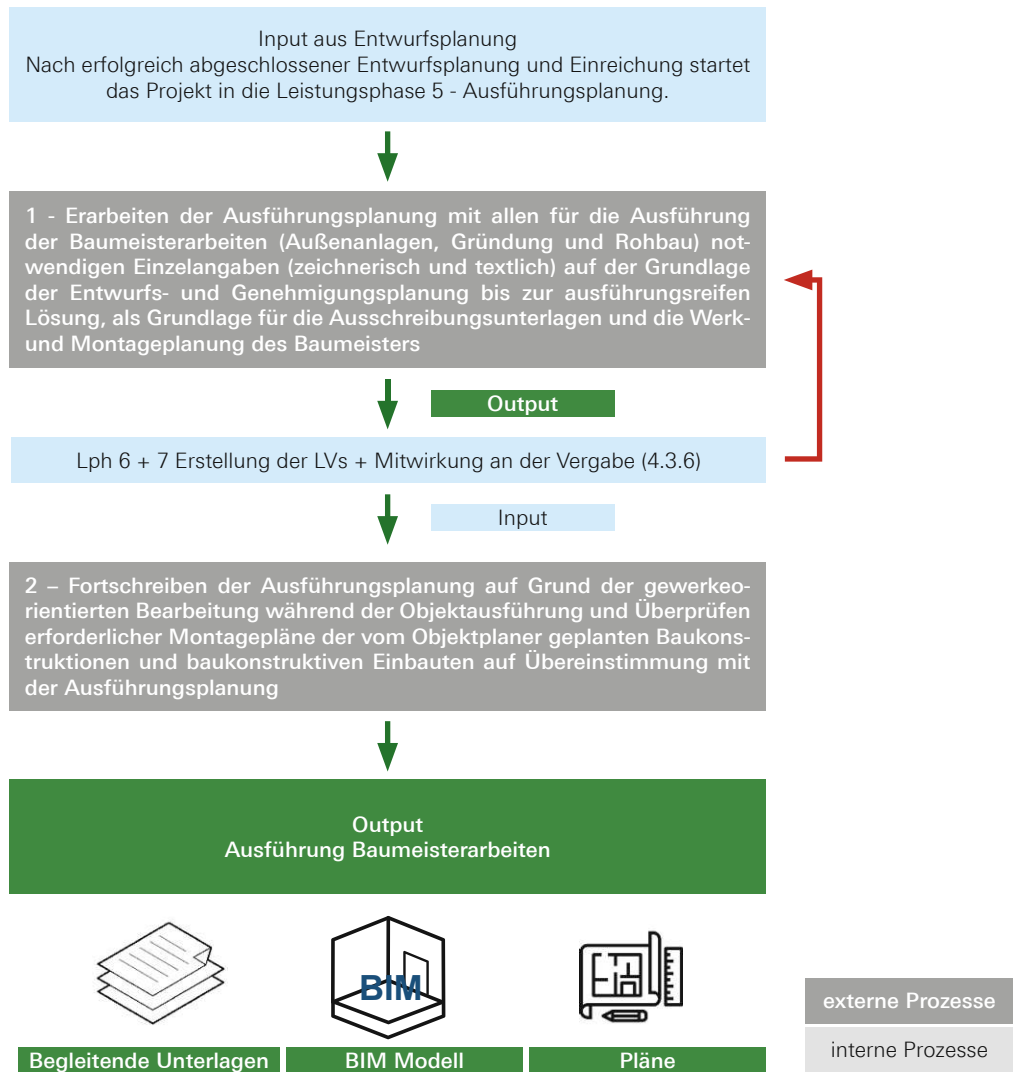


Abb. 35:Project Story Ausführungsplanung

Die Arbeitsprozesse der Ausführungsplanung sind in Abb. 34 dargestellt. Die Aufgaben des Planungsteams unterteilen sich in Bau (Architektur, Tragwerksplanung, AVA) und TGA (Elektrotechnik, HKLS, Bauphysik) die jeweils von einem Integrationsplaner koordiniert werden. Parallel laufen alle BIM relevanten Abläufe über den internen BIM Koordinator. Dieser hat u. a. die Aufgabe den Workflow zwischen den Modellverantwortlichen des Planungsteams und der (externen) BIM Planung (Abb. 16) zu koordinieren. Ihm kommt auch eine Kontrollfunktion für die Qualität des BIM Modell zu. Die Rolle der BIM Planung besteht auch darin, die übermittelten Revit Modelle zu prüfen, zusammenzuführen bzw. zu integrieren sowie die Einhaltung des BIM Qualitätsstandard zu prüfen. Dies beinhaltet auch Modelle der ausführenden Firmen, um diese zu einem As-Built Gesamtmodell zusammenzuführen. Die Integrationsplaner für Bau, in seiner Doppelrolle auch als Projektsteuerer kommt in Richtung Bauherr folgende Aufgabe zu: Die Wahrnehmung der Informationspflicht über die Einhaltung bzw. Abstimmung der definierten Projektziele in mehreren Zwischenschritten sicherzustellen sowie die damit in Zusammenhang stehenden Informationen zu Kosten und Terminen aufzubereiten und

bereitzustellen. Darüber hinaus betrifft die Aufgaben der beiden Integrationsplaner BAU und TGA, neben dem Auftraggeber, die Koordination DGNB Auditor, die ausführenden Firmen und das Planungsteam. Wie bereits beschrieben, ist eine Besonderheit des Projekts, dass die Rolle der Projektsteuerung mit Ende der Entwurfsphase, offiziell in die Verantwortung der IP - Bau übergegangen ist und damit die Schnittstelle zwischen AG und IP direkt erfolgt.

Der Weiteren betrifft die Schnittstelle zwischen dem DGNB Auditor und den ausführenden Firmen, die für die Zertifizierung relevanten Themen der Ausführung vor Ort. Davon ist einerseits die Einhaltung der in der Planung definierten Ziele hinsichtlich DGNB Zertifizierung betroffen, aber auch der entsprechenden Art der Ausführung (Baustoffe, Ausführung, Ordnung auf der Baustelle, Mülltrennung, etc.)

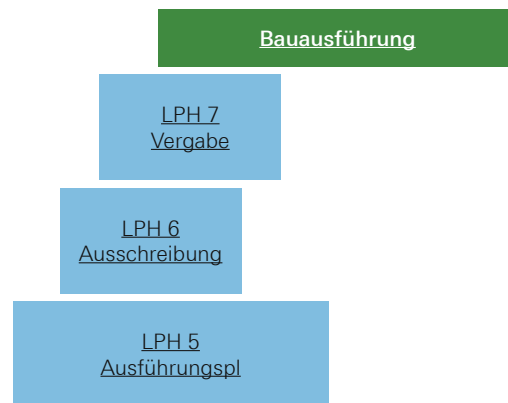


Abb. 36: Beschaffungs- und Ausführungsphase

Bei den ausführenden Firmen kommt es nach erfolgreicher Vergabe (siehe 4.3.6) zur Übermittlung der letztgültigen Ausführungspläne. Auf dieser Basis erstellt die Planungsabteilung der ausführenden Firma (sofern zutreffend), ihre Werk- und Montageplanung. Das Ergebnis wird den jeweiligen PlanerInnen zur Freigabe vorgelegt. Diese geben den Plan dann entweder (mit Kommentaren zur Einarbeitung) frei, oder schicken diesen zur Überarbeitung zurück (Abb. 37). Die freigegebenen Werk- und Montageplanung ist die Grundlage der Firmen für deren werkseitige Fertigung und die Montage bzw. Ausführung vor Ort.



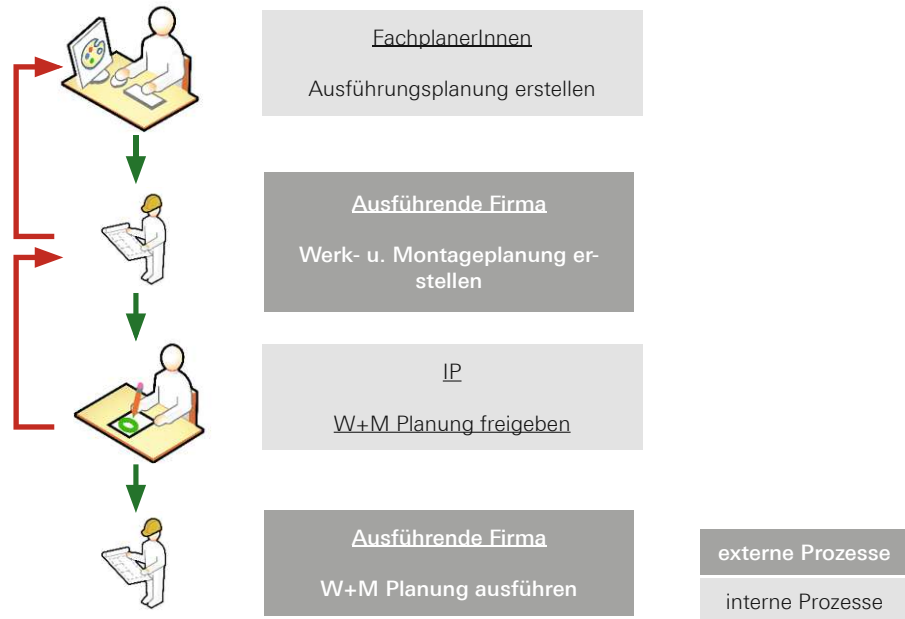


Abb. 37: Freigabeprozess Werk- und Montageplanung zwischen Objektplanung und Firmen

Im Planungs- und Bauablauf kommt es im März und April 2020 durch die Einschränkungen der Covid 19 Krise zu Unterbrechungen. Baubesprechungen werden via Skype for Business bzw. Teams abgehalten. Die Baustelle wird vorübergehend eingestellt, aber bereits Mitte April 2020 werden die Arbeiten wieder aufgenommen. Durch das Ausscheiden des Integrationsplaners Bau aus dem Unternehmen im zweiten Quartal 2020, kommt es zu einer Neubesetzung durch eine Mitarbeiterin des Planungsbüros und bis zu jenem Zeitpunkt nicht im Projekt tätig war. Die Projekttagenden werden in dieser Phase insbesondere in Microsoft Teams Besprechungen abgehalten.

### 4.3.6. Leistungsphase - 6 Erstellung der LVs - 7 Mitwirkung an der Vergabe

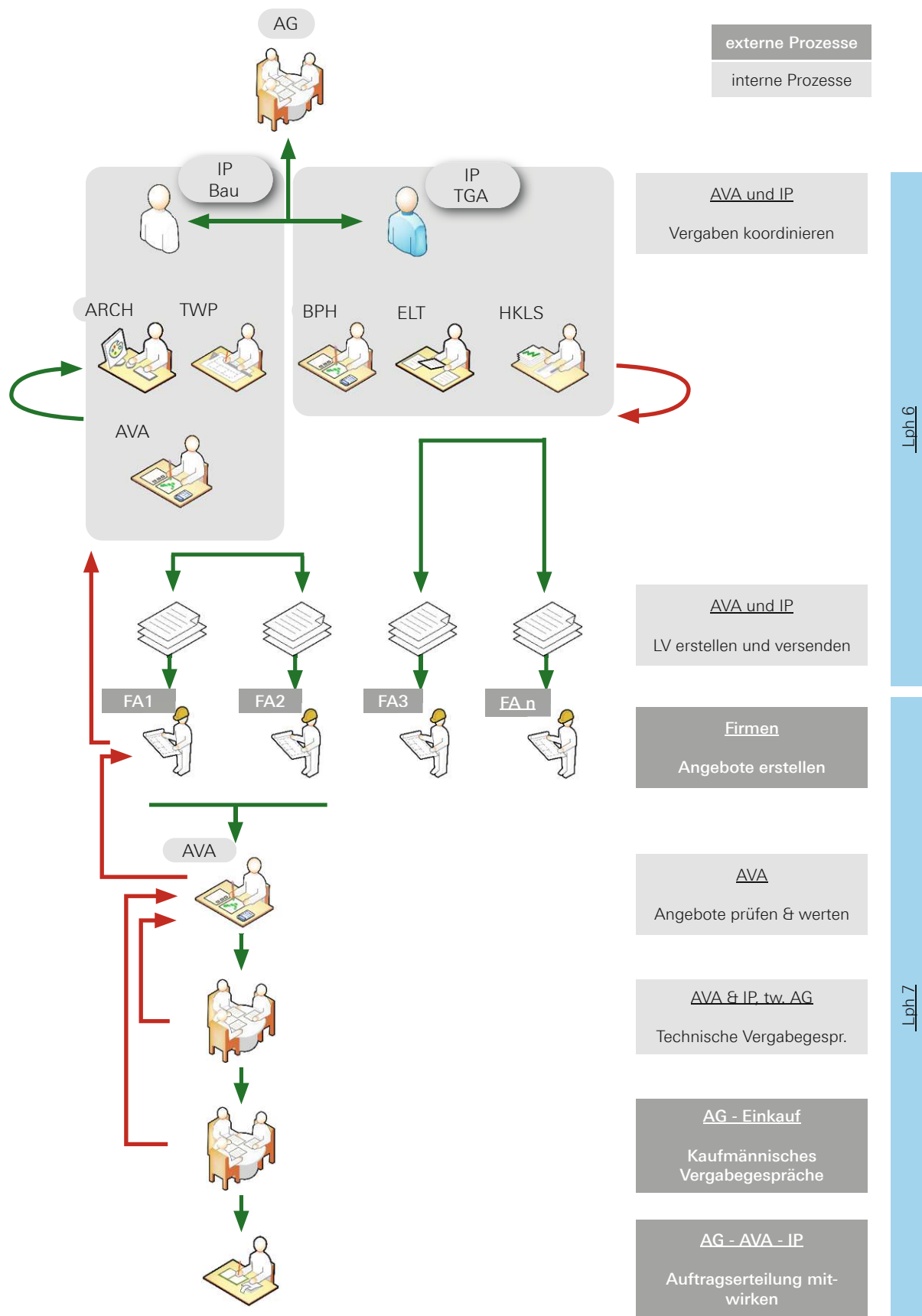


Abb. 38: Prozessdiagramm Lph 6 + 7 Vorbereitung + Mitwirkung an der Vergabe

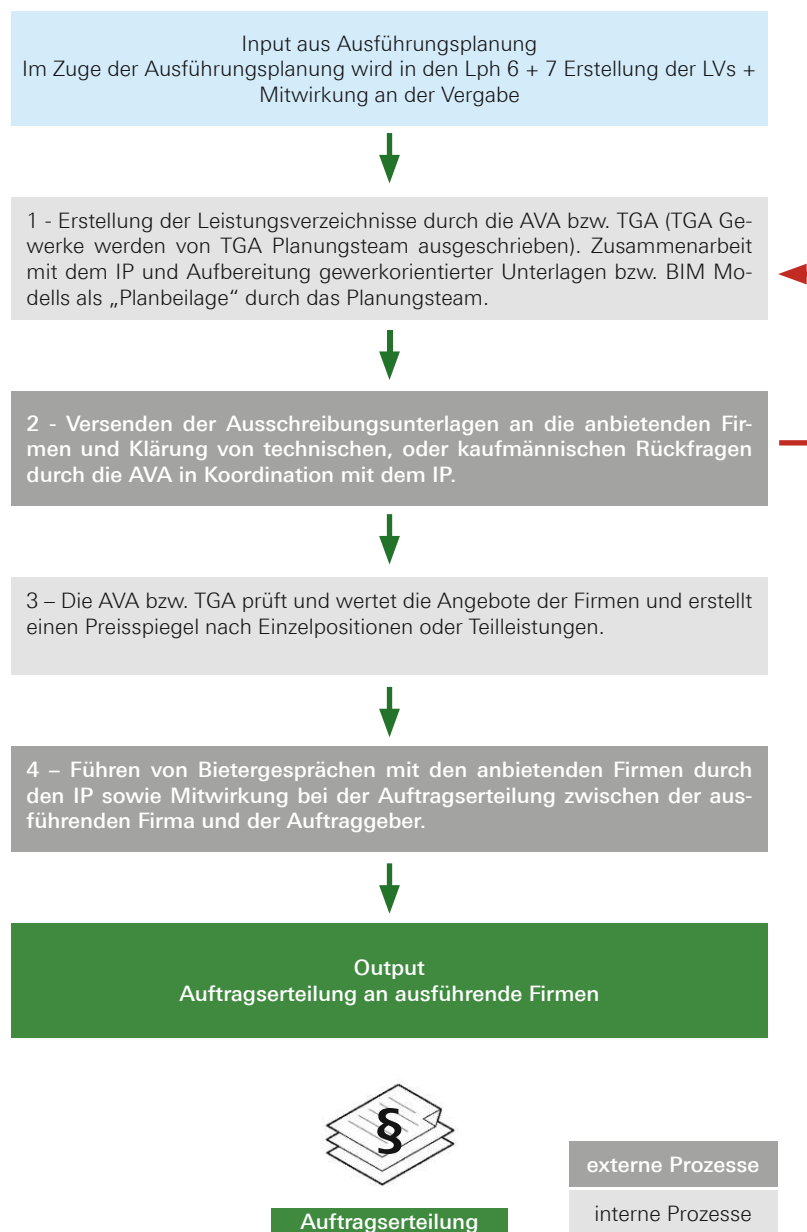


Abb. 39:Project Story Lph 6 Erstellung der LVs + 7 Mitwirkung an der Vergabe

Der Bauherr trifft die Entscheidung die Leistungen in Einzelvergaben in Form von Vergabeeinheiten ausschreiben zu lassen. Es stellt sich heraus, dass sich die Vergabe an Einzelfirmen in Hinblick auf BIM und DGNB Zertifizierung hinsichtlich materialökologischer Aufbautenkatalog, Öko Kaufkriterien, usw., komplex gestalten, wobei hinsichtlich der DGNB Zertifizierung den Firmen die Herausforderung eher bewusst ist, als die Schnittstelle zu BIM. Der Anspruch im Projekt einen hohen BIM Standard beizubehalten, bleibt auch in den Leistungsphase 6 und 7 aufrecht, allerdings ist das an der Ausschreibung beteiligte Planungsteam mit unterschiedlichen Qualitäten der BIM Standards auf Bieterseite konfrontiert. „Die Ausschreibung ist eine Zäsur im Planungsprozess und stellt die Übersetzung der (gezeichneten) Planungen in möglichst vollständige, möglichst ver-

ständige und eindeutige Texte (Positionen) dar, in denen zusammengehörige Leistungen zusammengefasst werden, um den Bietern eine rasche, klare Kalkulation der Angebote zu ermöglichen“ (Lechner 2019, S. 263)

In der Leistungsphase 6 - Erstellung der Leistungsverzeichnisse, bedeutet diese Zäsur auch einen entscheidenden Einschnitt im internen BIM Arbeitsprozess. In diesem Projekt wurde angestrebt diesen Prozess durch die Möglichkeiten der Software Schnittstelle zwischen dem Ausschreibungsprogramm iTWO und Revit zu automatisieren und den Ablauf dadurch effizienter zu gestalten (Abb. 40). Die grobe Vorgehensweise dabei ist folgende: Das BIM Modell wird so aufgesetzt, dass über genau definierte Parameter der einzelnen modellierten Bauteile, die ausschreibungsrelevanten Informationen enthalten sind, die von iTWO ausgelesen werden können. Diese Schnittstelle besteht aus Daten die es iTWO ermöglicht nicht nur die Mengen, sondern auch die genauen Qualitäten der Bauteile auszulesen. iTWO kann diese Parameter über Formeln aus dem 3D Modell erkennen und abgreifen und dann alphanumerisch in Ausschreibungstexten darstellen. Bei der Ausschreibung des Rohbaus hat das funktioniert, allerdings wird zu diesem Zeitpunkt eine Umstellung des Content Sheets durchgeführt. Das führt dazu, dass die Parameter zwischen iTWO und Revit nicht mehr übereinstimmen und so dieser automatisierte Prozess nicht mehr abgerufen werden kann.

Dieser Umstand führt dazu, dass man beim *klassischen* Arbeitsprozess zur Erstellung der LVs zurückkehrt. Das bedeutet über das Auslesen der mit BIM generierten, tabellarischen Bauteillisten die Massen zu erfassen und die Qualitäten der Bauteile in Besprechungen zwischen AVA und Fachplanern „von Hand“ bzw. über die Standardleistungsbücher zu definieren. Dies führte dazu, dass Positionen übersehen und nicht ausgeschrieben werden und Nachforderungen der Firmen die Folge sind.

Für die Leistungsphase 7 - Mitwirkung der Vergabe, ergibt sich eine weitere Zäsur im BIM Ablauf. Der hohe Anspruch an die Qualitäten der BIM Prozesse stellt für gewisse Anbieter einen einschränkenden Faktor dar.

Bei den ersten Vergabeeinheiten, wie z.B den Außenanlagen und klassischen Baumeistergewerken wie Rohbau, funktioniert die Schnittstelle über BIM zu den ausführenden Firmen ohne größere Einschränkungen. Dabei handelt es sich um größere Marktteilnehmer wie Strabag, Habau, Porr, Swietelsky, die BIM Prozessen in ihren Strukturen implementiert haben. Diese Firmen können mit den in der Ausschreibung zur Verfügung gestellten Revit Modell und IFCs die Massen der Leistungsverzeichnisse plausibilisieren und somit die kalkulierten Preise in die Positionen einsetzen. Bei der Vergabe der TGA Leistungen funktioniert die BIM Schnittstelle ebenfalls gut. Die Firma die mit den HKLS - Leistungen beauftragt wird, plant mit der gleichen BIM Software wie das Planungsteam und kann die vorhandenen Daten weiterverwenden. Die mit der Elektrotechnik beauftragte Firma kann sich mit der BIM Schnittstelle arrangieren. Bei anderen Gewerken wie Stahlbau, Fassade, Dach, etc. wirken sich die BIM Anforderungen so markteinschränkend aus, dass zu wenige Angebote die Folge sind. In diesen Fällen wird auf die BIM Schnittstelle verzichtet und eine „klassische“ Vergabe gewählt. Also z.B. Plausibilisierung der Massen durch 2D Planbeilagen.

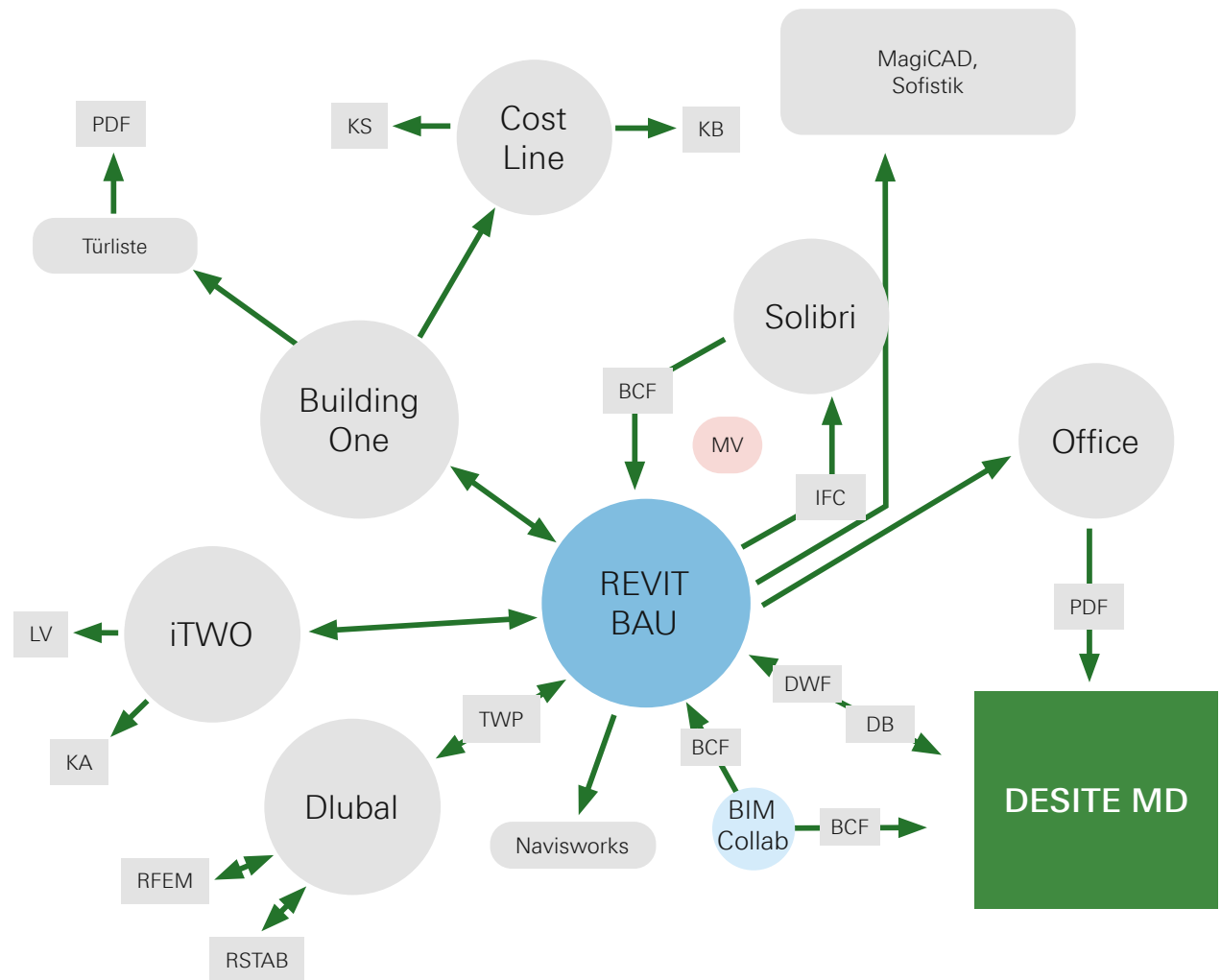


Abb. 40: Softwaretopologie Beschaffungs und Ausführungsphase

Ein vorrangiges Ziel des Projekts ist die Erstellung eines As-Built Modells. Im Zuge der Lph 7 - Mitwirkung bei der Vergabe, werden die (BIM)-Daten entsprechend der Leitungsbereiche den Firmen zur Verfügung gestellt. In einem ersten Schritt als Beilagen der gewerkeweisen Leistungsverzeichnisse, um z.B. den Bietern die Massenplausibilisierung zu erleichtern. Nach Beauftragung einer spezifischen Firma kommt es zum Freigabeprozess der Werk- und Montageplanung. (Abb. 37). Die so erstellten Daten dienen einerseits dazu in Form von Plänen für die Ausführung vor Ort zu gelangen. Andererseits werden die entsprechenden 3D Elemente, inkl. der vorher definierten Informationen, an die BIM - Planung versendet. Aufgabe der BIM Planung ist es diese Daten auf Qualität zu prüfen und diese der erforderlichen Leitungsbereiche zu einem As-Built Modell zusammenzufügen (siehe 2.2.4).



# 5. ERGEBNISSE

## 5.1. Anmerkungen zur Fallstudie

Im untersuchten Projekt ist von Seiten des Auftraggebers viel Wert auf eine Bearbeitung der Planung mit BIM gelegt worden. Auf Basis der vertraglich vereinbarten Vorgaben hinsichtlich BIM, wurden auch die an der Planung beteiligten Akteure ausgewählt. Dadurch wurde die Grundlage geschaffen, das Projekt disziplinübergreifend, nach vertraglich vereinbarten BIM Standards, abzuwickeln. Entsprechend der BIM Reifegradstufen (siehe 2.2.2) ist die Umsetzung des Projekts zwischen Level 2 und 3 angesiedelt.

Diese Voraussetzungen haben u. a. zur Entscheidung geführt das Projekt als Fallstudie auszuwählen, da die BIM-spezifische Grundstruktur ein hohes Potenzial zur Untersuchung von disziplinübergreifenden BIM Planungsprozesse erwarten hat lassen. Der definierte BIM-Standard blieb im gesamten Projektverlauf gewahrt. Zu Einschränkungen kam es lediglich in der Beschaffungs- u. Ausführungsphase, wo durch den Modus der Einzelvergabe von einigen AN die entsprechenden BIM-Anforderungen nicht gewahrt werden konnten.

## 5.2. Interpretation der Ergebnisse

### 5.2.1. Interpretation Planervertrag und Anlagen

Durch die im Planervertrag genau definierten BIM-spezifischen Leistungen der *Besonderen Vertragsbedingungen* und den entsprechenden Beilagen wurde eine klare Grundlage für die Abwicklung des Projekts nach den definierten BIM-Standards gelegt. Wie in 2.3.3 erläutert, stellt dies eine entscheidende Basis für Planungsprojekte mit BIM dar, da die HOAI 2013 Diskrepanzen zu den entsprechenden Leistung und deren Vergütung aufweist. Im gegenständlichen Planervertrag wird diesen Diskrepanzen begegnet, indem BIM - Leistungen ihre Qualität und Prozesse sowie die Aufgaben der entsprechenden Projektrollen, klar beschrieben sind. Bezüglich der Berechnung der Teilleistungen des Honorars nach Leistungsphasen auf Basis der HOAI 2013 wurden keinerlei spezifische Anpassungen auf die BIM-Prozesse getroffen. Außerdem wurde auf eine etwaige Neubewertungen der Prozentsätze der Teilleistungen verzichtet. Zum Beispiel hinsichtlich eines Mehraufwands in den ersten Leistungsphasen, wie in den Kapiteln 2.2.7 und 2.3.3 erläutert.

### 5.2.2. Interpretation der Grundlagenanalyse

Die projektbegleitenden Unterlagen die im Zuge der Grundlagenanalyse erstellt worden sind, gehen sowohl auf die Anforderungen an das Gebäude, als auch auf die Prozesse und die organisatorischen Strukturen detailliert ein. Der Integrationsplaner Architektur hat in einem der Experteninterviews angemerkt, dass diese über ein praxistaugliches Maß weit hinausgegangen sind. Viele Prozesse, die im Vorfeld genau definiert wurden, haben sich durch firmenspezifische Prozessstrukturen und personelle Entwicklungen im Projektfortschritt oftmals anders entwickelt. Das führte in weiterer Folge zu Konflikten zwischen Projektsteuerung und Planungsteam, da es unterschiedliche Erwartungshaltungen an die Einhaltung dieser Vorgaben gab. Daraus lässt sich ableiten, dass eine geordnete Struktur notwendig ist um ineffiziente Prozesse zu vermeiden. Dazu ist daher ein zielgerichtetes Projektmanagement immanent, um die einzelnen Leistungen in geordnete Bahnen zu lenken und mit übergeordneten Instanzen



abzustimmen. (Vgl.: 2.1.3 - „ad 3) reflection in action“) Dabei ist zu berücksichtigen den Akteure keine zu genauen Prozessvorgaben vorzugeben, um nicht den gegenteiligen Effekt einer effizienten Zielerfüllung zu erreichen. Prozesse sollen keinen Selbstzweck erfüllen, sondern immer das eigentliche Projektziel einer effizienten Projektumsetzung im Fokus haben. Im konkreten Fall ist der Eindruck entstanden, dass die theoretische Basis der Prozess- und Organisationsstruktur, über ein in der Praxis anwendbares Maß hinausgegangen ist. Das lässt sich u. a. daran erkennen, dass zu starre Vorgaben bereits in einer frühen Phase des Projekts zu unüberwindbaren Konflikten zwischen den Akteuren geführt hat.

### 5.2.3. Interpretation der Vorplanung

Von divergierenden Erwartungshaltungen zwischen Projektsteuerung und Planungsteam sind auch die vertraglich definierten Inhalte und der Umfang der Ergebnisunterlagen der Vorplanung betroffen. Vertraglich vereinbart war die Abgabe der Planunterlagen in den konventionellen 2D-Darstellungsformen (Grundrisse, Ansichten, Schnitte), abgeleitet aus einem ausreichend präzise modellierten Building Information Model. (Vgl. 4.1.1) Zur Divergenz kam es, weil davon abweichend, die Projektsteuerung das Ziel verfolgte die Modelliertätigkeit am BIM Modell auf die Leistungsphase Entwurfsplanung zu bündeln. D. h. alle Vorgaben hinsichtlich inhaltlicher und organisatorischer Planung in der Grundlagenermittlung und Vorplanung, in Form der Gutachten zu definieren, um im Zuge der Entwurfsplanung ein ausführungsfähiges Building Information Model zu generieren. Da vertraglich anders vereinbart und von Bauherrnseite auch gefordert, hat sich das Planungsteam entschieden, neben den Gutachten, auch die o. g. Abgabemodalitäten zu erfüllen. Die Hintergründe für diese divergierenden Erwartungshaltungen ist auf mehreren Ebenen zu erklären.

Erstens, sind es wie in 2.2.8 erläutert oftmals menschliche Einflussfaktoren die das höchste Potenzial zur Effizienzsteigerung im BIM - Planungsprozess aufweisen. Dem entgegen stehen Faktoren wie (tradiertes) Misstrauen zwischen den Akteuren, die einer gemeinschaftlichen integralen Arbeit entgegenstehen.

Zweitens; die im Kapitel 2.2.8 gewonnene Erkenntnis bezieht sich in diesem Zusammenhang auf das Ziel, durch möglichst konkrete Projektvorgaben in einer frühen Projektphase, Mehrfachmodellierungen und vermeidbare Iterationsschritte im späteren Projektverlauf zu vermeiden.

Drittens, wird durch diesen Fall deutlich, dass sich BIM Planungsprozesse und Aufwandsverschiebungen gegenüber konventionellen Planungsprozessen gewandelt haben (bzw. wandeln müssen), um eine entsprechende Effizienzsteigerung zu erreichen. Dies steht im unmittelbaren Konflikt mit der HOAI 2013 und 2021 - insbesondere der Leistungsbeschreibung, der Gewichtung der Teilhonorarsätze, der Definition von Ergebnisunterlagen, usw. (Vgl. 2.3.2). Das führt dazu, dass eine effiziente Projektabwicklung mit BIM, nicht mit den strukturellen Vorgaben der HOAI kongruent sein kann. Auch der Vertrag kann in einem Spannungsfeld zwischen BIM Anforderungen und HOAI Vorgaben nicht mehr leisten als er sollte. Die Fallstudie zeigt u. a., dass selbst sehr detaillierte vertragliche BIM-Begleitunterlagen, das ursächliche Problem nicht alleine lösen können.

Die genannten Punkte haben schließlich dazu geführt, dass die Akteure der Projektsteuerung über die der Entwurfsplanung hinaus nicht weiter beauftragt wurden und die Projektkontrolle der Projektsteuerung vom Integrationsplaner bzw.

die Integrationsplanerin übernommen wurden. Eine Doppelbesetzung zweier, an sich gesonderter Projektrollen, die kritische hinterfragt werden kann. Die genannten Punkte zeigen, dass es einer Anpassung der HOAI entsprechend der BIM Prozessabläufe erfolgen muss. Darüber hinaus, spielen auch zwischenmenschlicher Einflussfaktoren, eine wichtige Rolle, da BIM Modelle nur so effizient sein können, wie es die Qualität der Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten ermöglicht (Vgl. 2.1.3).

#### 5.2.4. Interpretation der Entwurfsplanung

Eine weitere Veränderung in der Akteursstruktur betrifft die Planung TGA, dessen Aufgaben vom Architektur- und Ingenieurbüro übernommen wurde, die bereits mit der Architektur und Tragwerksplanung beauftragt war. Alle Disziplinen des Planer Kernteams waren somit Teil der selben Firmenstruktur. Im Zuge der Entwurfsplanung ermöglichte die gemeinsame Büroinfrastruktur und die Kommunikation auf kurzem Wege, einen effizienteren BIM Planungsprozess. Dies ist vor allem auf die in Abb. 4 angeführten Faktoren zurückzuführen. Individuellen Faktoren des Planer Kernteams wie *Technische Fähigkeiten*, *Bereitschaft zu partizipieren*, *Engagement in die Arbeit der Anderen*, *Offene Kommunikation*, *Persönliche Beziehungen etablieren*; sind innerhalb der gleichen Büro Infrastruktur einfacher zu gewährleisten, als über Firmengrenzen hinweg. Diese physische Faktoren sind entscheidend, um eine *kollaborative Arbeitsumgebung zur Förderung von Zusammenarbeit, Planungsentscheidungen und Partizipation der Teammitglieder* zu ermöglichen. Dies trifft insbesondere auf die BIM Implementierungsfaktoren, *Verfügbarkeit der BIM Technologie*, *Aufbau einer technischen BIM Infrastruktur* zu. Entsprechend den Erläuterungen in 2.1.2, sind diese Punkte entscheidende Faktoren für effiziente BIM-Planungsprozesse.

Wie bereits in 5.2.3 erwähnt, sollten Prozesse zwar gut gemanaget und auf Organisationsstrukturen begründet sein, dabei aber nicht zu starr definiert sein und nicht auf eine reine Produkt - Prozessebene reduziert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass Akteure eines Planungsteams bei der Bearbeitung, ihren *Verpflichtungszusagen* und bei der *Aktivitäts Reflexion*, nach Effizienz streben. Die Integration von Informationen erfolgt durch soziale Kollaboration, die durch *Verpflichtungszusagen* der Akteure, erreicht werden (Vgl. 2.1.3, „ad 2) action workflow“). Die weiter oben angeführte Faktoren beeinflussen all diese Prozesse positiv. Wie in 2.1.3 „ad 3) reflection in action“ erläutert, werden soziale Kollaborationen durch soziale Medien-Technologien ergänzt und durch die Aktivitäten der Informationsverarbeitung komplementiert. Auch bei der Betrachtung der Akteure des Planungsteams konnte beobachtet werden, dass neben face-to-face Absprachen und Planungsbesprechungen, die Nutzung von Internettechnologie und die Anwendung sozialer Medien, ein wichtiger Teil bei der Weitergabe von Information darstellt. Die Wahl der Medien wurde nicht (nur) vorgegeben, sondern erfolgte über die kürzesten Wege, entstehend aus der Dynamik der Kommunikationsprozesse. So wurde neben E-Mails und der Projektplattform, vor allem Microsoft Teams für Kurznachrichten und Videokonferenzen sowie OneNote für die Informationsweitergabe genutzt.

#### 5.2.5. Interpretation der Genehmigungsplanung

Wie in 2.2.6 erläutert, stellt der Paradigmenwechsel der softwarebasierten Defi-

nitionsformate bzw. Ergebnisdokumente im Planungsprozess ein großes Potenzial zur Effizienzsteigerung dar. Einer dieser Paradigmenwechsel wird im Zuge der Genehmigungsplanung vollzogen. Aus dem BIM-Modell müssen Ergebnisunterlagen aufbereitet und extrahiert werden, um den behördlichen Anforderungen zu entsprechen. Neben einem vermeidbaren Mehraufwand im Planungsprozess, bedeutet das auch eine Reduktion des Informationsgehalts des Building Information Models indem der Informationsgehalt durch die Ausgabe von 2D Plänen stark reduziert wird. Diese Informationsminderung muss durch die Erstellung begleitender Unterlagen, wie technische Berichte etc., kompensiert werden. Darüber hinaus ist die Prüfung auf Basis der analogen Einreichunterlagen auf Behördenseite und die entsprechende Dauer dieser Verfahren ein Prozess mit erheblichen Optimierungspotenzial.

Die technischen Möglichkeiten sind bereits vorhanden das BIM Modell selbst zur Genehmigung zu überführen. Durch (teils automatisierte) Prüfprogramme können die Modelle und alle darin enthaltenen Informationen, entsprechend der genehmigungsrelevanten Parameter geprüft, rückgemeldet und ggf. angepasst werden.

Die Folge wäre ein wesentlich effizienterer Weg das Building Information Model als Single Source of Truth durch den Behördenprozess zu bringen, ohne das Definitionsformat ändern bzw. reduzieren zu müssen und Ressourcen zu binden, die in diesem Prozess besser eingesetzt werden können.

#### 5.2.6. Interpretation der Ausführungsplanung

Zum Start der Ausführungsplanung im März 2020 stellte einerseits der personelle Integrationsplanerwechsel und andererseits der erste pandemiebedingte Lockdown eine Herausforderung für das erweiterte Projektteam dar. Die Übergabe der Agenden der Integrationsplaner erfolgte per Videokonferenzen via Microsoft Teams im Home Office. Verglichen mit eines Übergabeprozesses innerhalb der Bürostruktur eine Herausforderung für den Workflow des Planungsteams. Dank dem Einsatz der Internettechnologien bzw. sozialer Medien (Vgl. 2.1.3) sowie dem Zugriff auf Server und Workstations der Büroinfrastruktur per Fernwartung, konnten die Agenden und Planungsprozesse fortgesetzt werden. Im weiteren Verlauf des Projekts, kehrte das Planungsteam wieder an ihre Büroarbeitsplätze zurück. Einige der etablierten Prozesse aber blieben; z.B. wurden Besprechungen vermehrt per Videokonferenz abgehalten, die ansonsten mit Reisetätigkeiten verbunden waren und dadurch zuvor Ressourcen bündelten. Diese neue Dynamik wurde von der designierten Integrationsplanerin ambivalent bewertet. Einerseits hat die Integrationsplanerin die Gesprächskultur und den Fokus auf die Agendapunkte der Teilnehmenden in Videokonferenzen als besser eingestuft, allerdings wurden Freigaben, die eine physische Unterschrift des Bauherrn benötigten durch die räumliche Trennung erschwert. In den darauffolgenden Monaten stellten Lockdowns und andere pandemiebedingte Einschränkungen, eine Erschwernis im Projektablauf dar. An dieser Stelle sei empfohlen, die Auswirkungen der Pandemie auf die Planungs- und Kommunikationsprozesse in weiterführenden Forschungsarbeiten zu beleuchten. Entsprechende Fragestellungen könnten lauten: Gibt es nachhaltige Änderungen in den Planungs- und Kommunikationsprozessen die durch die Corona Pandemie in Gang gesetzt wurden? Wenn ja, welche Änderungen sind das und welche Auswirkungen ha-

ben diese Änderungen auf die Effizienz von Planungsprojekten?

### 5.2.7. Interpretation des Mehrwerts durch BIM

Grundsätzlich erwartet der Bauherr nach Projektabschluss ein Gebäude, das entsprechend seiner Anforderungen, bestmögliche genutzt werden kann. Die Planung hat die Aufgabe den Prozess so zu führen, dass diese Anforderungen in Angaben übersetzt werden, die von ausführende Firmen einwandfrei umgesetzt werden können. Anders ausgedrückt, der Output der Planung sind die Angaben zur Umsetzung für die Ausführenden und der Output der Ausführenden, ist das Bauwerk auf Basis dieser Angaben. Je besser die Qualität dieser Angaben, desto effektiver und effizienter kann der Errichtungsprozess ablaufen und das Bauwerk genutzt, betrieben und später wiederverwertet werden. Durch die Anwendung von BIM und dem Erstellen eines Building Information Models, ist die Informationsdichte der Bauangaben ungleich höher, als bei konventioneller 2D Planung. Diese Tatsache allein führt zwar noch nicht automatisch zu einem besseren Werkerfolg, bietet den Akteuren aber ein umfangreiches Werkzeug, um diesen Prozess zeit-, kosten- und ressourceneffizient umzusetzen und in die Qualität des Gebäudes zu investieren. Der Vorteil für den Bauherren ist ein besser ausdifferenziertes Endergebnis auf Basis der höheren Informationsdichte im Vergleich zu konventioneller Planung. Entscheidend ist, dieses Mehr an Informationen effizient zu verarbeiten, abzurufen, zu präsentieren und auszutauschen. Im Planungsprozess helfen diese Informationen auf vielen Ebenen. Beispielsweise Kosten in Echtzeit zu berechnen, die CO<sub>2</sub> Bilanz auszulesen, Simulationen und automatisierte Kollisionsprüfungen durchzuführen, Präsentation und Abstimmungen in 3D (z.B. Walk-throughs, Virtual Reality) u.v.m. Also Informationen die dem Bauherren im Zuge der Entwicklung des Projekts einen wichtigen Mehrwert liefern können. Über den Errichtungsprozess hinaus, wird dem Informationsgehalt der Daten, hinsichtlich der Nutzung und Bewertung einer Immobilie zukünftig immer wichtiger. Diese Informationen gehen vom Betrieb eines Gebäudes (Wartungsintervalle, haustechnische Daten, Steuerungstechnik, etc.) bis zum Rückbau (Bewertung von Rohstoffen, Recycling, etc.). Um BIM über die Bemessungsgrundlage des reinen Werkerfolgs zu heben, muss für den Bauherrn der Kosten-Nutzen Faktor klar ablesbar sein. Um die Kosten langfristig, auch im Sinne ökologischer Gesichtspunkte, zu senken und den Nutzen zu erhöhen, liegt es an den menschlichen Einflussfaktoren aller an der Planung beteiligten Akteure, stets nach Effizienz zu streben.

Der unmittelbare wirtschaftliche Mehrwert für Planungsfirmen der durch BIM entsteht, ist den Planungsprozess durch effizientere Prozesse in kürzerer Zeit, bei besserer Qualität zu erbringen. Vereinfacht ausgedrückt resultiert ein geringerer Stundenaufwand bei gleichem Honorar, ein besseres wirtschaftliches Ergebnis, bzw. einen höheres Potenzial wettbewerbsfähig zu bleiben. Hier sind größere Bürostrukturen welche mehrere Planungsdisziplinen innerhalb der selben Bürostruktur umfassen tendenziell im Vorteil, da viele Aspekte mit Effizienzsteigerungspotenzial durch Synergieeffekten integraler Planung derselben Prozesslandschaft erwachsen.

### 5.2.8. Interpretation der Erstellung der LVs + Mitwirkung an der Vergabe

Hinsichtlich Erstellung der Leistungsverzeichnisse, war in der Fallstudie geplant

die Schnittstelle zwischen BIM und dem Ausschreibungsprogramm iTWO zu verwenden, um Massen etc. automatisiert aus dem Modell zu entnehmen und in die entsprechenden gewerkeweise Positionen der Leistungsverzeichnisse zu exportieren. Da diese Schnittstelle aus technischen Schwierigkeiten nicht funktionierte, kehrte man zu der herkömmlichen und aufwendigeren Methode zurück, Massen und Ausschreibungstexte analog zu erstellen. Hier kommt einer der ineffizientesten Paradigmenwechsel im Planungsprozess zu tragen. Das Building Information Model kann bei entsprechendem Workflow, in dieser Projektphase über alle ausschreibungsrelevanten Informationen verfügen. Eine Programmschnittstelle um analoge, alphanumerische Leistungsverzeichnisse automatisiert zu erstellen ist zwar eine wesentliche Effizienzsteigerung im Planungsprozess, stellt aber immer noch einen vermeidbare Schnittstelle dar. Planer und Bieter können eine hohe Dichte an gewerkeweise Informationen über ein Building Information Model austauschen. Auf diesem Weg kann weitgehend ausgeschlossen werden, dass entscheidende Informationen übersehen, missverstanden und im Vergabeprozess nicht berücksichtigt werden und dadurch folgenschwere und kostspielige Diskrepanzen verhindert werden können. Darüber hinaus kann die Zeit, die für diesen sehr langwierigen Prozess von allen Beteiligten aufgewendet werden muss, genutzt werden, Planungs- und Baukosten zu optimieren sowie den Gebäudequalitäten zuzuführen.

Es ist festzuhalten, dass die BIM Schnittstelle im Vergabeprozess von der Qualität der BIM Standards (sofern vorhanden) zwischen Planung und Ausführung abhängt. Einige Ausführende sind hier gut aufgestellt und wenden BIM in ihren Prozessen an, wobei es sich hier tendenziell um größere Marktteilnehmer handelt. Bei anderen, oftmals kleineren Firmen, ist festzustellen, dass BIM noch keine, oder kaum eine Rolle in der Leistungserbringung spielt. Es kann angenommen werden, dass bei bestimmten Firmen bzw. Gewerken, die Eintrittsbarriere in BIM Prozesse zu groß ist und unverhältnismäßig zum Aufwand des Umstellungsprozesses zu stehen scheint. Andererseits ist die Anwendung von BIM keine geregelte Erfordernis und wird dementsprechend noch nicht von allen Marktteilnehmern angewandt. Wie diese Fallstudie zeigt, kann BIM für Marktteilnehmer zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil führen, da entsprechendes Know-How immer stärker nachgefragt wird. Daraus kann man ableiten, dass BIM in Zukunft nicht nur aus internen Effizienzgründen heraus angewendet wird, sondern von Bauherrnseite, öffentlicher Hand, Normierung, etc. vorgegeben werden.

### **1) Wie sehen interdisziplinäre Kommunikationsprozesse und Workflows in einem integralen Planungsprozess aus und welche Optimierungspotenziale sind daraus abzuleiten?**

Der erste Teil der Forschungsfrage wurde mit den Darstellungen nach Untersuchung der Fallstudie in Kapitel 4 beleuchtet. Die dargestellten Kommunikationsprozesse und Workflows sind aufgrund der Untersuchungen eines Projekts, anhand einer Project-Story entstanden. Sie können aber auch auf andere integrale BIM Projekte angewandt werden, da die grundsätzlichen Abläufe unabhängig von der Projektaufgabe, als generisch angesehen werden können. Die Optimierungspotenziale, welche durch die Interpretation der Ergebnisse in diesem Kapi-

tel definiert wurden, lassen sich daher auch auf andere BIM-Projekte anwenden.

### 5.2.9. Optimierungspotenziale

#### Honorarordnungen bzw. Leistungs- und Vergabemodelle

Die HOAI und die LM.VM.OA sind in ihrer Struktur und der Gewichtung der Teilhonorarsätze, grundlegend zu überarbeiten und den BIM-Prozessen und Arbeitsaufwand je Leistungsphase anzupassen (siehe Tab. 4).

#### Verträge

Bis zu einer Anpassung der Honorarordnungen muss das Vertragswerk zwischen AG und AN auf BIM-Leistungen entsprechend eingehen und fehlende Aussagen der HOAI zur Leistungsbeschreibung kompensieren. Insbesondere die Teilhonorarsätze und besonderer Leistungen wie z.B. Erstellung eines As-Built Modells usw. betreffend.

#### Projektstart

Bevor ein Modell aufgesetzt wird und die Planungsdisziplinen ihre Inhalte einpflegen, müssen die Anforderungen an das Gebäude mit dem Auftraggeber hinreichend genau geklärt werden, um weitreichende Änderungen und damit Änderungen im Modell im späteren Projektverlauf zu verhindern bzw. auf ein Minimum zu reduzieren. In der Grundlagenanalyse und dem Vorentwurf müssen daher alle Anforderungen an das Modell bzw. an das Gebäude gestellt sein und erst dann mit dem Erstellen des Modells begonnen werden.

#### Menschliche Einflussfaktoren

Bei der integralen interdisziplinäre Arbeit am Building Information Model ist die Koordination und Integration der einzelnen Inputs und Planungsleistungen der Akteure das dominierende Prozessumfeld. Hierbei sind Projektmanagementfähigkeiten durch die Integrationsplaner ein entscheidender Erfolgsfaktor. Die Planungs- und Kommunikationsprozesse sollen dabei in keinem zu starren System stattfinden, sondern den Akteuren die Freiheit bieten, bewährte und individuelle Präferenzen hinsichtlich Mittel und Medien anzuwenden. Gleichzeitig sind Vorgaben der Zusammenarbeit gefragt, um die entsprechenden Inputs effizient und widerspruchsfrei in das Modell zu integrieren. Die in Abb. 41 angeführten Punkte sind die aus Warte des Verfassers vorrangigsten Erfolgsfaktoren effizienter Zusammenarbeit der Akteure. Diese wurde auf Basis der in Abb. 4 angeführten Punkte auf die wichtigsten Faktoren gekürzt und ergänzt.



Abb. 41: Vgl.: Collaborative design metrics for building design (Vgl. Ozturk et al., 2016, S. 802)  
- eigene Darstellung, gekürzt und ergänzt

Soziale Fähigkeiten sind sowohl bei den individuellen, als auch bei den projektspezifischen Faktoren angeführt. Diese stellen einen entscheidenden Erfolgsfaktor für den gesamten Prozess dar und bilden die Basis für alle anderen individuellen und projektspezifischen Faktoren. Menschliche Faktoren sind eine der entscheidendste Einflussgröße auf effiziente Prozesse.

Die Technologie erfüllt bereits die Anforderungen im Sinne der Effizienzsteigerung von Planungsprozessen. Die Anwendung und Umsetzung der Technologie durch den Menschen weisen das höchste Potenzial zur Effizienzsteigerung auf, da nur durch gemeinschaftliche und zielorientierte Zusammenarbeit der Branchenteilnehmer, die Erreichung der Projektziele nachhaltig zum wirtschaftlichen Erfolg führen. Dem entgegen stehen Faktoren wie Misstrauen zwischen den Akteuren, die der gemeinschaftlichen integralen Arbeit entgegenstehen. (Vgl. Zwiehner & Spreitzer, 2019, S.5-8)

Die Anforderungen an die technischen Fähigkeiten zur Anwendung von BIM, gepaart mit fachspezifischen Wissen, stellen ein hohes Anforderungsprofil an die Akteure dar. Ein daraus erwachsender hoher Spezialisierungsgrad erfordert umso mehr die sozialen Kompetenzen erfolgreicher Zusammenarbeit im Team und entsprechendes Engagement in die disziplinübergreifende Kollaboration. Die technischen Fähigkeiten der Akteure sind von großer Bedeutung für die Effizienz eines Projekts. Sie können sich aber nur in einem Projektumfeld guter Zusammenarbeit entfalten. Erst dann vermag das Ergebnis mehr als die Summe der Teile zu sein.

Die Vermittlung der erlernbaren Anteile dieser Fähigkeiten sind auch von Bildungseinrichtungen erkannt worden. In disziplinübergreifende Wissensvermittlung wird dem Rechnung getragen, indem Auszubildende verschiedener Fachrichtungen gemeinsam Problemstellungen lösen. Dieser Ansatz muss weiter intensiviert und über das Spektrum der Disziplinen ausgeweitet werden. Projekte haben das größte Potenzial effizient zu sein, umso geringer die Ressentiments der einzelnen Akteure untereinander ausfallen und umso höher das kollektive Bewusstsein ist, ein gemeinsames Ziel durch Teamarbeit erreichen zu können. Zur Erreichung dieser sind Firmenstrukturen notwendig die sich auf den Faktor Mensch fokussieren und Voraussetzungen priorisieren, um den Akteuren die

optimalen Bedingungen für die integrale Zusammenarbeit zu bieten. Dies gilt für interne wie externe Prozesse gleichermaßen.

## Kommunikationsprozesse

Internettechnologien und soziale Medien stellen eine wichtige Einflussgröße im Kommunikationsprozess der Akteure dar. Je nach Anforderung sind persönliche Begegnungen wie Gespräche, Besprechungen, Präsentationen, Begehungen, etc., ein wirksames Mittel für den Projektfortschritt. Zudem noch unerlässlich im Sinne der Zusammenarbeit sowie der Etablierung und Wahrung einer positiven Projektkultur. Darüber hinaus stellt der Einsatz von Internettechnologien ein vorteilhaftes Kommunikationsmittel dar. Folgende Beispiele sollen das illustrieren: Statt Bauherrenbesprechungen die mit aufwendiger Reisetätigkeit verbunden sind, können im Zuge von Videokonferenzen, Planungsergebnisse am Modell in 3D auch über das Teilen des Bildschirms mit den Besprechungsteilnehmern abgestimmt und live im Modell angepasst werden. Zum einen erspart das den Akteuren viel Zeit, die sie auf Reisen nur bedingt nutzen können, zum anderen bilden sich für alle Besprechungsteilnehmer die selben Inhalte *gleichberechtigt* am Bildschirm ab. Durch Feedback und Live-Anpassungen im Modell können Entscheidungsprozesse beschleunigt werden, da diese in einem gemeinschaftlichen Prozess erarbeitet wurden (Außerhalb der jeweiligen Server-Büroinfrastruktur ist dies derzeit noch erschwert). Weitere Vorteile sind, dass die Steuerung am Bildschirm von anderen Teilnehmern übernommen werden kann und Gespräche ggf. aufgezeichnet werden können, um einzelne Inhalte später replizieren, oder protokollieren zu können.

Zusätzlich bzw. zwischen Abstimmungen in Planungsbesprechungen können Inhalte und Informationen in Nachrichtenkanälen wie Microsoft Teams o. ä. geteilt werden. So ist der Informationsaustausch für die Beteiligten gleichzeitig transparent einsehbar und nachvollziehbar.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Internettechnologien keinen vollständigen Ersatz für persönliche Begegnungen bieten können, aber eine sehr wirkungsvolle Ergänzung der Kommunikations- und Entscheidungsprozesse darstellen, um Kommunikationsprozesse effizienter zu gestalten.

## Planungsprozesse am Building Information Model

Das Modell ist die Single-Source-of-Truth im Planungs und Errichtungsprozess. D.h., das Modell ist die zentrale Informationsschnittstelle des Projekts. Daten sind der digitale Rohstoff die im Building Information Model zu einem virtuellen Gebäude verarbeitet werden. Die Daten und Informationen werden von den jeweiligen Akteure bearbeitet, oder weitergegeben. Alle relevanten Informationen werden ausschließlich in das Modell integriert bzw. Ergebnisse aus dem Modell abgeleitet bzw. exportiert. Zusätzliche, parallel erfasste, redundante Informationen in Form von Listen, Dokumenten etc. sind überflüssig. Das Modell ist die Schnittstelle zu anderen Softwarelösungen und Dokumenten z.B. für statische Berechnungen, Ausschreibungsprogramme, Bauteillisten, Aufbautenlisten, etc. Dies reduziert bei geeigneten Workflow den Arbeitsaufwand und potenzielle Fehlerquellen. Das Ziel ist, den Paradigmenwechsel und vermeidbaren Schnittstellen im Planungsprozess auf ein absolutes Minimum zu reduzieren und den Informationsaustausch mit allen Akteuren, also auch Bauherrn, Behörden,



ausführenden Firmen, usw., nur über das Building Information Model laufen zu lassen. Vereinfacht ausgedrückt, weg von stark informationsbereinigten 2D Plänen, hin zu digitalen Austauschformaten ohne Informationseibußen. Diese Veränderung der immer noch gängigen Praxis in BIM Projekten, stellt eine der wichtigsten Optimierungspotenziale im Prozess dar. Die Herausforderung ist, externe Akteure die Notwendigkeit und den Produktivitätsgewinn dieser weitreichenden Änderung in der Prozesslandschaft und das notwendige Know How dafür zu vermitteln.

Als exemplarisches Beispiel hinsichtlich des Verbesserungspotenzials der Schnittstellenthematik im Vergabeprozess, siehe 5.2.8.

Einen weiteren Anwendungsfall betrifft den Prozess der Werk- und Montageplanung im Zuge der Ausführungsplanung. Nach der Vergabe erfolgte der Freigabeprozess der Werk- und Montageplanung über den konventionellen Prozess entsprechende 2D Pläne mit Kommentaren zwischen Planern und ausführenden Firmen zu versenden. Auch dieser Prozess kann über den Austausch von Daten über das BIM-Modell erfolgen. Als Beispiel sei die Werkplanung eines Systemtrennwandherstellers angeführt. Dieser bekommt das BIM Modell vom Planer zur Verfügung gestellt und implementiert anhand des Modells seine BIM-Werkplanung. Dieses sendet er an den Planer retour, der die entsprechenden Daten ins Modell einliest prüft, ggf. Anmerkungen und Korrekturen vermerkt, bis die Freigabe erteilt werden kann. Dieser Prozess kann auch durch automatisierte Kollisionsprüfungen u.ä. zum Teil auch automatisiert ablaufen bzw. unterstützend eingesetzt werden. Nach erfolgter Ausführung vor Ort können etwaigen Anpassungen nachgeführt werden. Auf diesem Weg ist nicht nur eine wesentlich effizientere, genauere, kollisionsfreie Werkplanung möglich, sondern bei Anwendung über alle Gewerke, ist ein As-Planned Modell das entsprechende Resultat aus diesem Prozess. Dieser Vorgang bildet vor allem auch hinsichtlich des TGA Modells die Basis für entsprechende Facility Management Modelle zum Betrieb des Gebäudes (Vgl. 2.2.4).

Auch für die Bauausführung sind informationsbereinigte 2D Pläne nicht erforderlich. BIM Modelle können auch auf der Baustelle zur Anwendung kommen und und abgestimmt auf die jeweiligen Gewerke die Informationen darstellen die für die Arbeiten vor Ort notwendig sind. Die Anwendung der virtuellen Erweiterung der Realität durch Augmented Reality stellt hierbei eine besonders vielversprechenden Effizienzsteigerung der Bauabläufe dar.

## **2) Wie lassen sich diese Optimierungspotenziale in einem generischen Planungsprozess darstellen und welche Anforderungen ergeben sich dadurch für die interdisziplinären Workflows, Modelle und Software?**

Durch die Untersuchungen der Fallstudie und auf Basis des Theorieteils der Arbeit, wird im Folgenden aus den Erkenntnissen, ein auf die Planungsprozesse mit BIM angepasster, optimierter, generischer Planungsprozess entwickelt. Diese Erkenntnisse werden in einer Prozessgrafik dargestellt und erläutert. Die Prozessgrafik stellt zum besseren Verständnis ein Szenario dar indem ein Generalplaner mit dem Planungsauftrag über alle Leistungsphasen beauftragt wird und die Leistungen an einen Generalunternehmer vergeben werden.

Grundsätzlich gliedert sich der gesamte Prozess in zwei übergeordnete Phasen: Der Projektentwicklungs- und Integrationsphase und der Beschaffungs- und

Bearbeitungstiefe

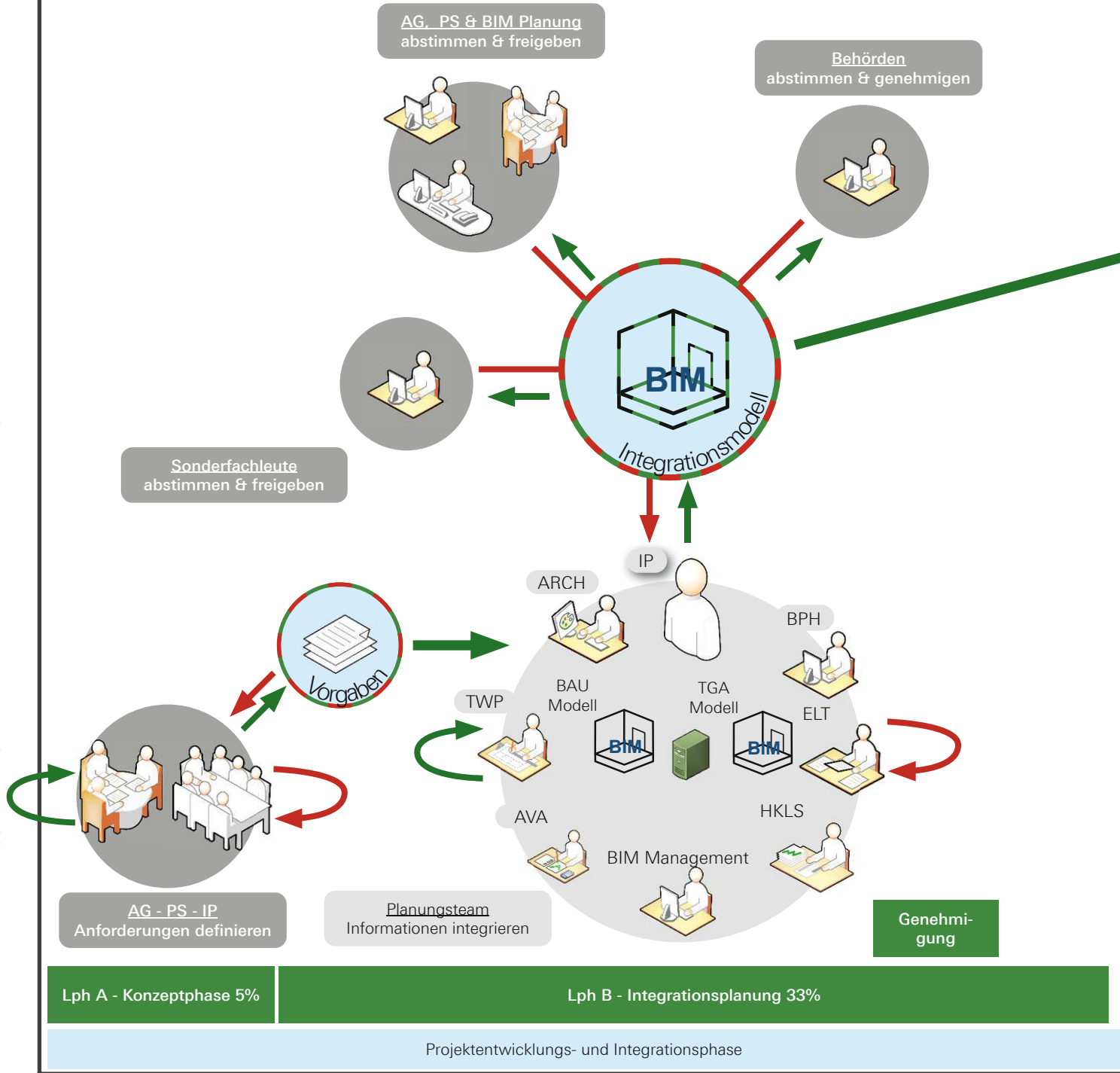
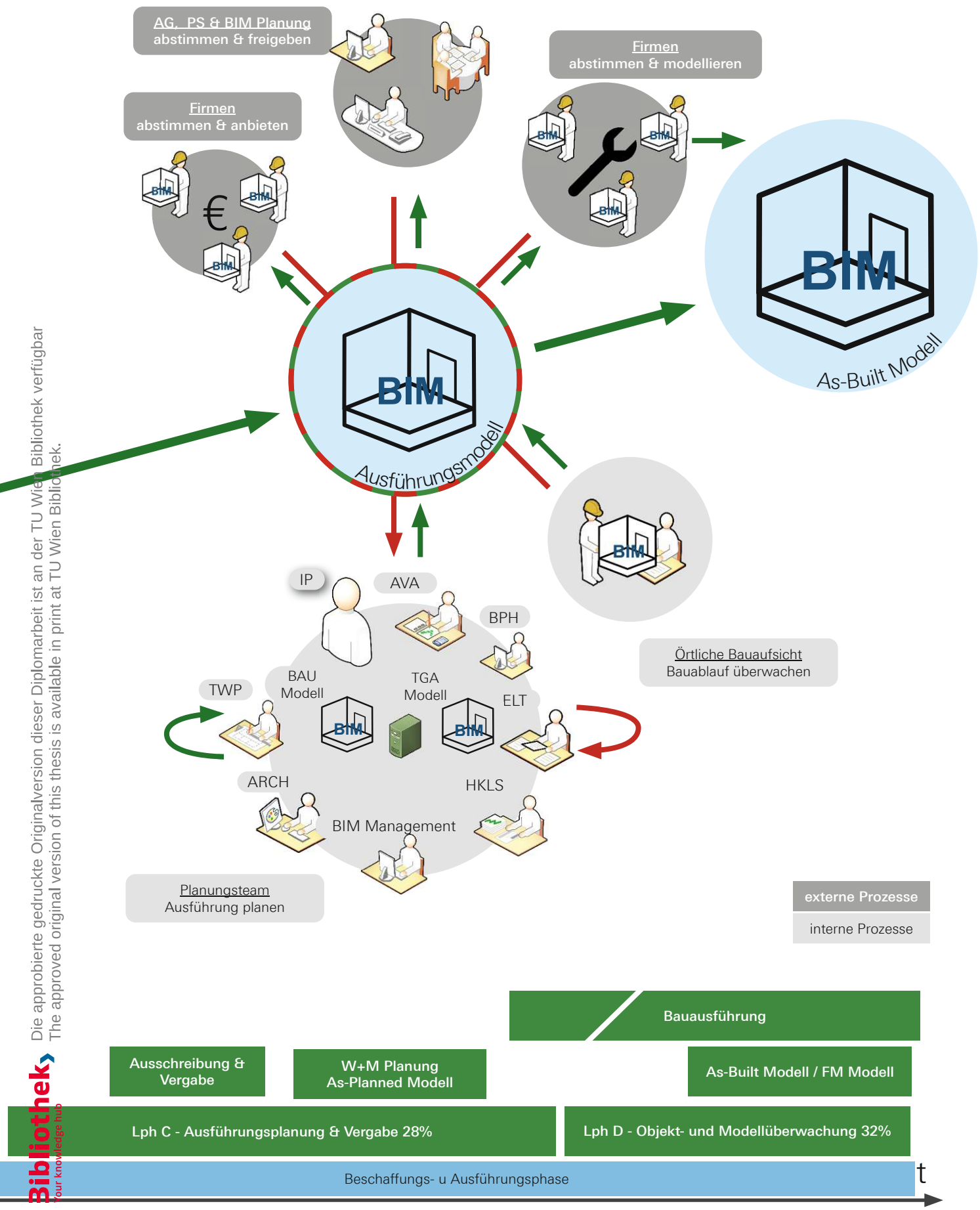


Abb. 42: BIM - Leistungsmodell Prozessgrafik Leistungsphasen A-E



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

	Lph nach HOAI 2013 §34	%		Lph nach BIM - Leistungsmodell	%
LPH 1	Grundlagenermittlung	2	LPH A	Konzeptphase	5
LPH 2	Vorplanung	7	LPH B	Integrationsplanung	33
LPH 3	Entwurfsplanung	15			
LPH 4	Genehmigungsplanung	3			
LPH 5	Ausführungsplanung	25	LPH C	Ausführungsplanung und Vergabe	28
LPH 6	Vorbereitung der Vergabe	10			
LPH 7	Mitwirkung bei der Vergabe	2			
LPH 8	Objektüberwachung	32	LPH D	Objektüberwachung - Dokumentation	32
LPH 9	Objektbetreuung	2	LPH E	Objektbetreuung	2
		100			100

Tab. 4: Gegenüberstellung Leistungsphasen und Teilhonorarsätze nach HOAI 2013 und BIM -Leistungsmodell

Ausführungsphase. Die ursprünglichen nach der HOAI gegliederten Leistungsphasen 1-9, werden in die Leistungsphasen A-E des hier neu entwickelten und vorgeschlagenen BIM Leistungsmodells neu strukturiert und die Teilhonorarsätze des Gesamthonorars entsprechend angepasst (Tab. 4).

Über den gesamten Projektverlauf ist das Building Information Model die zentrale Prozess- und Kommunikationsschnittstelle zwischen den Akteuren. Dieser Personenkreis umfasst alle direkt und indirekt an der Planung beteiligten Personen. Das impliziert das Planer-Kernteam, die strategischen Unterstützer (Auftraggeber, Projektmanagement etc.) und die Unterstützer von Entscheidungen (Behörden, Konsulenten, etc.) (Vgl. 2.1.2). Alle relevanten Informationen werden in das Modell eingepflegt und über das Modell ausgetauscht bzw. aus diesem ausgelesen. Die Voraussetzung einen effizienten Informationsaustausch, ist die Anwendung von *big open BIM* (Vgl. 2.2.3). Zur Erreichung dieses Ziels müssen von Seiten der Softwareindustrie offene Formate für den Datenaustausch bereitgestellt werden, die zwischen den diversen BIM - Softwareprodukten ausgetauscht und bearbeitet werden können. Die Anwendung von big BIM umfasst nicht nur die Akteure des Planer Kernteams, sondern alle oben genannten, an der Planung beteiligten Akteure. Die Anwendung von big open BIM ist auch die Voraussetzung für eine prozessoptimierte Planung und Ausführung, sodass das Building Information Model, als zentrale Informationsschnittstelle sein volles Potenzial ausschöpfen kann. Das Ziel ist, die je nach Interessensgruppe relevanten Informationen, ohne Informationsverlust und ohne Paradigmenwechsel dargestellter Inhalte, zwischen den Akteuren auszutauschen (Vgl. 2.2.5 und 2.2.6). Sind diese Voraussetzungen erfüllt, können die Leistungsphasen entsprechend den optimierten Prozessen angepasst werden. Die Planungsleistungen werden in nunmehr fünf Leistungsphasen gegliedert und stellen sich wie folgt dar:

### 1. Lph A - Konzeptphase - Vorgaben für Planung und Prozesse

In der Konzeptphase werden zwischen AG, PS und Vertretern der einzelnen Disziplinen des Planungsteams (Integrationsplaner, BIM -Management, Fachplaner, AVA, ggf. Sonderfachleuten), die projektspezifischen, bau-, prozess- sowie BIM-technischen Vorgaben erarbeitet. Die Anforderungen des Bauherrn, bzw. der späteren Nutzern an das Gebäude, müssen disziplinübergreifend hinreichend genau definiert und abgestimmt werden. Diese Schritte müssen erfüllt sein, be-

vor die Arbeiten am Building Information Model beginnen, um späteren Mehrfachmodellierungen u. ä. vorzubeugen (Vgl. 2.2.8). Auf organisatorischer Ebene sind u. a. personenbezogene Verantwortlichkeiten und damit einhergehende interne und externe Prozessabläufe und Freigabeinstanzen zu klären. Auf BIM-technischer Ebene sind alle Aspekte zu klären, die auf Basis der Prozessabläufe und den Anforderungen an das BIM - Modell, (z.B. zur Weiternutzung als FM-Modell) gestellt werden. Auf objektplanerischer Ebene sind die wichtigsten Ziele zu definieren, die das Gebäude erfüllen soll. Das sind neben Aspekten wie ökonomischen und zeitlichen Ressourcen, insbesondere die Klärung der disziplinspezifischen Planungsvorgaben. Eine beispielhafte Auswahl davon betrifft Zertifizierungsvorgaben, rohbau- und ausbaurelevante Angaben sowie diverse Attribute betreffend technischer Gebäudeausstattung. Diese Projektphase ist im Sinne der Effizienz entscheidend, da der Einfluss auf die Kosten zu Projektstart am höchsten ist und die Änderungskosten am geringsten, im weiteren Projektverlauf ist die Entwicklung dieser beiden Faktoren gegenläufig. (Abb. 13) Die verschriftlichten und vom Bauherrn freigegebenen Vorgaben, stellen den Output der Konzeptphase dar und sind der Input für die darauffolgende Integrationsplanung. Für das BIM Modell gibt es international festgelegte Standards, die einen Austausch bzw. Weitergabe des Modells zwischen den Akteuren und der Projektphase regeln.

### Teilhonorarsatz

Der Teilhonorarsatz für die Lph 1 - Grundlagenermittlung ist 2% vom Honorar und entsprechend dem BIM Leistungsmodell mit 5% gewichtet. Die höhere Gewichtung ist dadurch begründet, dass die Ergebnisse der Grundlagenermittlung laut HOAI, gegenüber den Anforderungen an die gegenständliche Konzeptphase deutlich übersteigen. Wie oben beschrieben, werden die Grundstrukturen und wichtigsten Vorgaben für die Planung und den Prozess definiert. Dies erfordert deutlich mehr Abstimmungs- und Arbeitsaufwand, die Akteure und deren Input in der frühen Phase in den Prozess einzubinden um die strukturellen, organisatorischen und planungsspezifischen Grundvoraussetzungen für die Lph B zu erarbeiten .

## 2. Lph B - Integrationsplanung, Verdichtung der Informationen im Modell

Auf Basis der BIM- und bautechnischen Informationen wird ein Bau Modell und ein TGA Modell erstellt. Die Planungsdisziplinen arbeiten kollaborativ und integral zusammen, um die Vorgaben im Sinne einer baubaren, kollisionsfreien Lösung in das digitale Modell zu integrieren. Die Integration bzw. Überlagerung des Bau - und TGA - Modells ist das Gesamtmodell und beinhaltet die Informationen für die weiteren Planungsaufgaben wie z.B. Kostenberechnung, Genehmigung, Vergabe, Bauausführung usw. Innerhalb des Planungsteams und zur Abstimmung mit den externen Akteuren, ist das BIM-Gesamtmodell die zentrale Kommunikationsschnittstelle. Abstimmungen und Präsentationen mit dem AG und der Prozesssteuerung erfolgen am Modell. Anpassungen können so unmittelbar veranschaulicht und in weiterer Folge eingearbeitet werden. Kosten, Termine und andere Parameter (z.B. CO<sub>2</sub> - Fußabdruck, etc.) können in Echtzeit abgerufen und bei Überschreitungen angepasst werden. Auch für etwaige Abstimmungen mit der Bauphysik, Sonderfachleuten, Konsulentinnen, Zertifizie-

rung, Simulationen etc., bildet das BIM Modell die entsprechenden Schnittstellen. Die spezifischen Informationen werden von den jeweiligen Fachleuten aus dem Modell ausgelesen und der Input in das Modell eingepflegt.

Die behördliche Genehmigung des Bauvorhabens ist Teil der Integrationsplanung und erfolgt ebenfalls ausschließlich über das BIM Modell. Entsprechende Prüfsoftware liest behördenrelevante Parameter automatisiert über das Modell aus. Der daraus generierte Prüfbericht wird an das Planungsteam zurückgeschickt, welches etwaige Anpassungen im Modell umsetzt. Nach einer positiven Prüfung, ist das Bauvorhaben behördlich genehmigt.

Die Integrationsplanung ist beendet, wenn die Vorgaben aus der Konzeptphase bzw. den vorgegebenen Standards umgesetzt sind. Output ist alleinig das BIM Modell - Integrationsplanung.

### **Teilhonorarsätze**

Die Teilhonorarsätze der HOAI 2013 betragen für Vorplanung 7%, Entwurfsplanung 15% und Genehmigungsplanung 3%, in Summe also 25% des Gesamthonorars (Tab. 4). Durch Zusammenschluss dieser drei Leistungsphasen, die in diesem Modell in der s.g. Integrationsplanung aufgehen, beträgt der Teilhonorarsatz für diese Leistungsphase 33% des Gesamthonorars. Grund für die höhere Gewichtung von 8% des Teilhonorarsatzes der Leistungsphase Integrationsplanung, ist der Mehraufwand der sich aus dem disziplinübergreifenden Aufbau des Modells und Koordination des Planungsinputs und der daraus resultierenden hohen Informationsdichte in der Anfangsphase des Projekts ergibt. Der Mehrwert für den AG sind genauere Aussagen zum Gebäude zu einem frühen Zeitpunkt des Planungsverlaufs, wenn der Einfluss auf Kosten vergleichsweise hoch ist und Änderungskosten im Verhältnis dazu gering sind (Vgl. 2.2.7) sowie die Punkte wie in 5.2.7 beschrieben.

### **3. Lph C - Ausführungsplanung und Vergabe**

Nach der Leistungsphase Integrationsplanung werden die Informationen gewerkeweise verdichtet und entsprechende Detaillösungen ausgearbeitet. Die Leistungsphasen 6 und 7, Vorbereitung der Vergabe und Mitwirkung bei der Vergabe nach HOAI, gehen in der Leistungsphase Ausführungsplanung und Vergabe auf. Die Integration der ausschreibungsrelevanten Informationen, stehen am Anfang der Leistungsphase. Sind diese Informationen eingepflegt, wird das Modell über eine Projektplattform für die Vergabephase den Bietern bereitgestellt. Das Modell wird von den anbietenden Firmen entsprechend geprüft und allfällige Rückfragen mit den jeweiligen Disziplinen des Planungsteams geklärt und die Antworten an alle Bieter versandt, bzw. im Modell angepasst. So kann sichergestellt werden, dass alle Bieter auf der selben Grundlage anbieten können. Die Angebote der Firmen erfolgen über befüllten entsprechender Parameter im Modell - vergleichbar mit Positionen in Leistungsverzeichnissen. Das so generierte „Angebots-Modell“ wird vom Planungsteam bzw. der AVA ausgewertet und auf ihre technische und fachliche Korrektheit geprüft. Preisspiegel und Kostenanschlag werden je nach Norm automatisiert generiert. Das Angebotsmodell beinhaltet somit alle Informationen die notwendig sind um entsprechend der Preise und angebotenen Qualitäten, den Bestbieter herauszufiltern. Nach erfolgreicher Vergabe erfolgt die Werk- und Montageplanung der Firmen

über Integration der fachspezifischen Daten ins Modell. Die entsprechenden Daten werden zwischen den Planungsdisziplinen und den Firmen über das Modell abgestimmt und nach Freigabe integriert. Nach Abschluss dieses Abschnitts der Ausführungsplanung liegt ein As-planned Modell vor. Durch parallel laufende automatisierte Prüfprogramme, wird die Ausführungsreife kontrolliert. Nach einem positiven Gesamtergebnis, kann mit der Ausführung begonnen werden. Änderungen während des Bauablaufs (Änderung von Durchbrüchen, Wandpositionen, etc.), werden in Abstimmung mit dem Planungsteam bzw. Vertreterinnen der ÖBA im Modell nachgeführt.

Im As-Built Modell ist die Gebäudebestandsdokumentation enthalten. Die einzelnen Produkte, Bauteile Komponenten, etc. sind mit der entsprechenden Dokumentation hinterlegt und bilden die Basis für die Erstellung eines Facility Managment Modells, welches die Steuerung, Instandhaltung und Wartung des Gebäudes auf Basis dieser Daten ermöglicht. Auch die Informationen für den späteren Rückbau sind Bestandteil dieser Daten.

### **Teilhonorarsätze**

Die Teilhonorarsätze lt HOAI Lph 5 - Ausführungsplanung betragen 25%, Lph 6 Vorbereitung der Vergabe 10% und Lph 7 Mitwirkung bei der Vergabe 2%, in Summe also 37%. In diesem Modell beträgt der Teilhonorarsatz 28%, die geringere Gewichtung kommt dadurch zustande, dass in der Lph B - Integrationsplanung bereits ein großer Teil der Informationsverdichtung und Definition der ausführungsrelevanten Angaben und Koordination der Disziplinen vorgezogen werden und daher der entsprechende Aufwand in der Lph C vergleichsweise geringer gewichtet werden.

### **4. Lph D - Objekt- und Modellüberwachung**

Grundsätzlich bleiben die Aufgaben der Objektüberwachung gleich. Einige der Tätigkeiten wie z.B. Dokumentation des Bauablaufs, oder Kostenkontrolle, Rechnungsprüfung usw., werden über das Modell abgewickelt und so transparent für alle Akteure einsehbar. Auch die bereits erwähnten Änderungen wie z.B. Änderungen von Durchbrüchen, Wandpositionen, etc. werden in Abstimmung mit den Beteiligten nachgeführt und der Baufortschritt mit der Anpassung des Modells zu einem As-Built Modell koordiniert und überwacht.

### **Teilhonorarsätze**

Der Teilhonorarsatz lt. HOAI für Lph 8 - Objektüberwachung und Lph D Objekt- und Modellüberwachung ist jeweils mit 32% gewichtet, da der Aufwand in beiden Fällen gleich bleibt, sich die Aufgaben der Dokumentation, etc auf Basis des Modells verlagern.

### **Lph E - Objektbetreuung**

Feststellung von Mängeln innerhalb der Gewährleistungsansprüche werden im Modell (bzw. FM-Modell) festgehalten und dokumentiert.





# 6. FAZIT

## 6.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel der Forschungsarbeit war es einen Erkenntnisgewinn aus der Untersuchung der Theorie und Praxis zu erlangen, um daraus Optimierungspotenziale für Planungsprojekte mit BIM abzuleiten. Zusammenfassend lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen, die maßgebend zum Erkenntnisgewinn beigetragen haben.

Die Anwendung von BIM führt zu weitreichenden Veränderungen im gesamten Planungs und Ausführungsprozess. BIM ist ein gemeinsame **Wissensbasis**, welche die Aktivitäten der teilnehmenden Akteure unterstützt, eine **Methode**, welche digitale Planungsdaten über den Lebenszyklus eines Gebäudes managt und **der Zusammenschluss mehrerer Technologien**, um ein virtuelles Modell eines Gebäudes zu generieren. Diese Attribute haben das übergeordnete Ziel, den Planungs und Ausführungsprozess in der Objektplanung effizienter zu gestalten. Um dieses Potenzial auszuschöpfen ist es notwendig diesen Attributen in den Prozessen gerecht zu werden. Aus den Untersuchungen der Theorie und der Fallstudie ist die Erkenntnis gereift, dass die Anwendung von BIM eine weitreichende Diskrepanz zu der derzeit geltenden Fassungen der Honorarordnung für Gebäude und die Gewichtung der Teilhonorarsätzen aufweist. Diese sind in Strukturen verhaftet, die im Zuge jahrzehntelanger konventioneller, sequenzieller Planung mit 2D - Strichzeichnungen entstanden sind. Den Anforderungen von ausgereiften BIM Prozessen wird die HOAI in der geltenden Fassung nicht mehr gerecht. Eine grundsätzliche BIM adäquate Novellierung der Honorarordnungen und damit der Planerverträge ist daher eine entscheidende Grundlage für die erfolgreiche Anwendung BIM-adäquater Prozesse. Ein mögliches Modell wurde im Zuge der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage aufgezeigt. In diesem Kontext sind auch die spezifischen Ergebnisunterlagen als Output der Leistungsphasen ins Treffen zu führen, die durch ihre zahlreichen Paradigmenwechsel und Informationseinbußen im Laufe des Prozess, erhebliches Optimierungspotenzial aufweisen. Die Erkenntnis daraus ist, das Building Information Model an sich als zentrale Informationsschnittstelle und Outputformat einzusetzen. Das ermöglicht den Austausch und die Weitergabe von Informationen zwischen den Akteuren ohne Informationsverlust zu gewährleisten, ohne den ineffizienten Mehraufwand, Ergebnisunterlagen (2D Pläne, Listen, Leistungsverzeichnisse, etc.) aus dem Modell abzuleiten.

Dies setzt voraus, dass die Anwendung von BIM bei allen direkt und indirekt an der Planung und Ausführung beteiligten Akteure, gängiger Standard ist. Abgesehen von der Bereitschaft BIM als integralen Prozessstandard zu nutzen, ist das branchenweite Anwendungsprinzip von standardisierten big open BIM die Basis für eine branchenweite Anwendung.

Einen weiteren wichtiges Ergebnis der Untersuchungen ist das Potenzial von Projektvorgaben in frühen Projektphasen, das sich auf den gesamten Prozess und dessen Effizienz auswirkt. Deshalb muss gerade in der Anfangsphase des Projekts alle wesentlichen organisatorischen Attribute und Planungsanforderungen definiert sein, um ineffizienten Änderungen und Mehrfachmodellierungen im späteren Projektverlauf entgegenzuwirken.

Abschließend kann festgehalten werden, dass dem Einsatz von BIM im Bausektor ein großes Potenzial an Effizienzsteigerungen innewohnt. Die Bestrebungen der Akteure dieses Potenzial zu heben, soll nicht nur einen Anreiz bieten Projekte

wirtschaftlicher zu realisieren, sondern sich auch in der Qualität und Nachhaltigkeit der Gebäude widerspiegeln.

## 6.2. Beantwortung der Forschungsfragen

### 1) Wie sehen interdisziplinäre Kommunikationsprozesse und Workflows in einem integralen Planungsprozess aus und welche Optimierungspotenziale sind daraus abzuleiten?

Integrale Planungsprozesse bedeuten eine Integration von disziplinspezifischen Informationen in ein digitales, dreidimensionales Building Information Model. Durch die Gleichzeitigkeit der Abstimmungen der einzelnen Leistungen der Akteure von Beginn an, sind Planungsprozesse erforderlich, die ein unmittelbares Ineinandergreifen der Disziplinen unterstützt. D.h. im Mittelpunkt des Prozesses steht das Planungsteam, das sich aus Vertreterinnen der einzelnen Planungsdisziplinen zusammensetzt. Die einzelnen Leistungen werden durch die Integrationsplanung koordiniert und über verschiedene Arten der Kommunikation (Einzelgespräche, Besprechungen, E-Mail, MS Teams, usw.) ausgetauscht. Ein weiteres Kommunikationsmedium ist das Modell an sich, welches das Ineinandergreifen der einzelnen planerischen Leistungen gesamthaft darstellt. Der Kommunikationsprozess außerhalb des Planungsteams erfolgt über die Integrationsplanung, welche den Projektfortschritt ggf. mit Vorgesetzten abgleicht, bzw. mit externen Akteuren abstimmt und Freigaben für weitere vertiefende Planung erwirkt. Optimierungspotenziale hinsichtlich dieser Prozesse sind im Aufbau der Leistungsphasen und der Gewichtung der Teilhonorarsätze sowie der darauf aufbauenden Verträge, welche die Grundlage für die darauffolgenden Prozesse bilden. Darauf aufbauend haben menschliche Einflussfaktoren einen erheblichen Anteil zur Effizienzsteigerung. Im Wesentlichen sind es individuelle Faktoren, wie soziale und technische Fähigkeiten und projektspezifische Faktoren, wie Einigkeit über Projektziele und Planungsprozesse, dessen Optimierung zur Effizienzsteigerung beitragen. Die Optimierung vom Kommunikationsprozessen umfasst neben Fähigkeiten Informationen auszutauschen, auch die unterschiedlichen Möglichkeiten der Kommunikation. Dabei sind je nach Anforderung die adäquaten Kommunikationsmittel zu wählen, welche die größte Effizienz versprechen. Vor allem die Möglichkeiten persönliche Begegnungen auch in Videokonferenzen abzuhalten, sollen diese zwar nicht ersetzen, können aber damit verbundene Reisezeit auf ein effizientes Maß reduzieren. So wie das Planungsteam im Mittelpunkt des Planungsprozesses steht, ist auch das Building Information Model das zentrale Planungstool. Dadurch laufen alle Informationen in dem Modell zusammen und alle Akteure können Informationen aus dem Modell auslesen. Informationen nicht mehr aus dem Modell extra abzuleiten, wie in Form von 2D-Plänen, Listen, etc. bzw. Informationen parallel zum Modell zu verwalten, stellen ein enormes Optimierungspotenzial für den gesamten Prozess dar. Dies wird vor allem dadurch bewirkt, dass die laufenden Paradigmenwechsel im Prozess bzw. den unterschiedlichen Definitionsformaten der Ergebnisunterlagen und Informationseinbußen bei der Weitergabe entfallen.

### 2) Wie lassen sich diese Optimierungspotenziale in einem generischen Planungsprozess darstellen und welche Anforderungen ergeben sich dadurch für die interdisziplinären Workflows, Modelle und Software?

Die vorgeschlagene Neustrukturierung der Leistungsphasen und Teilhonorarsätze in ein s.g. BIM - Leistungsmodell führt zu einer Vereinfachung der Struktur des Planungsprozesses in drei Lph A-C so der Objektüberwachung und Objektbetreuung Lph D und E. Dem zugrunde liegt das Building Information Model als zentrale Informationsschnittstelle zwischen den Akteuren und der Abkehr von der Notwendigkeit unterschiedliche Definitionsformate zu generieren. Dies ermöglicht Leistungsphasen wie Genehmigung, oder Vergabe in den Prozess bzw. in nun übergeordnete Leistungsphasen direkt zu integrieren. Entsprechende Informationen müssen nicht extra aufbereitet werden, sondern können unmittelbar aus der jeweiligen Modellversion bereitgestellt werden. In der Lph A - Konzeptphase werden projektspezifischen, bau-, prozess- sowie BIM-technischen Vorgaben erarbeitet, um in Lph B - Integrationsplanung auf dieser Basis das Modell aufzusetzen und die Informationen in einem Building Information Model zu verdichten, damit das Bauvorhaben einerseits genehmigt werden kann und andererseits die Basis für die Vergabe und die Ausführung bilden. In der Lph C - Ausführungsplanung und Vergabe, wird das Modell in weiterer Folge an anbietende Firmen verschickt die auf dessen Basis ihre Angebote erstellen. Nach erfolgter Vergabe wird die Werk- und Montageplanung über die Integration ins Modell integriert. Auf diese Weise entsteht ein As-planned Modell, dass im Zuge der Ausführungsphase in Abstimmung mit der Objektüberwachung in ein As-Built Modell überführt wird.

### 6.3. Ausblick

Die Weiterentwicklung von BIM bzw. das Ausschöpfen der zahlreichen Optimierungspotenziale, ist maßgebend von der Akzeptanz der Stakeholder abhängig die Arbeit mit BIM in die bestehenden Prozesse zu integrieren. Aktuell fällt der Anwendungs- und Entwicklungsgrad von BIM im Kreis der Akteure des Bausektors sehr unterschiedlich aus. Da BIM keinem Selbstzweck dient, sondern die Planung und Ausführung von Gebäuden effizienter gestalten soll, ist das Heben der vielen Optimierungspotenziale im Prozess, das beste Argument für weitere Marktteilnehmer die Anwendung von BIM voranzutreiben. Welche Auswirkungen diese Entwicklungen auf die Branchenstruktur hat, könnte in einer weiteren Arbeit untersucht werden. Eine mögliche Forschungsfrage könnte lauten: Welche Auswirkungen hat BIM auf die Marktteilnehmer der Planung und Ausführung des Bausektors und welche Chancen und Risiken erwachsen aus der Anwendung von BIM für kleine und mittleren Unternehmen?

# 7. ANHANG

## 7.1. Quellenverzeichnis

### 7.1.1. Literatur

Anumba, C. J., & Evbuomwan, N. F. O. (1999). A Taxonomy for Communication Facets in Concurrent Life-Cycle Design and Construction. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 14(1), 37–44. <https://doi.org/10.1111/0885-9507.00128>

Anumba, Chimay J, Baugh, Catherine, & Khalfan, Malik M.A. (2002). Organisational structures to support concurrent engineering in construction. *Industrial Management + Data Systems*, 102(5), 260–270. <https://doi.org/10.1108/02635570210428294>

Bodden, Jörg, Elixmann Robert, Eschenbruch, Klaus (Hrsg.). (2017). *BIM-Leistungsbilder: Kapellmann Rechtsanwälte*

Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2015). *Building Information Modeling : Technologische Grundlagen und industrielle Praxis (VDI-Buch)*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Davenport, Thomas H. (1992). *Process innovation : reengineering work through information technology* (12. [print.]). Harvard Business School Pr.

Dul, Jan, & Hak, Tony. (2008). *Case study methodology in business research* (1.st ed.). Amsterdam [u.a.]: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Döring, Nicola, Bortz, Jürgen, & Pöschl-Günther, Sandra. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. ed., Springer-Lehrbuch). Berlin Heidelberg: Springer.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Lee, G. (2018). *BIM Handbook*. Newark: John Wiley & Sons, Incorporated.

Jakoby, Walter. (n.d.). *Projektmanagement für Ingenieure* (4., aktualisierte u. erw. Aufl. 2019 ed.). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Jochem, Rudolf, Kaufhold, Wolfgang, Cornelius, Volker, Karner, Gert, Behnke, Dietrich, Rahn, Axel, Rommelfanger, Ulrich, Bierbaum, Klaus, and Pürthner, Philip. *HO-AI-Kommentar*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016. Web.

Lechner, Hans & Heck, Detlef. (2017). *LM.Leistungsmodell VM.Vergütungsmodell Objektplanung Architektur (OA.BIM) : Ergänzungsheft für Building Information Modeling* (Stand: 10.04.2014, 01.12.2017. ed., LM.VM 2014). Graz: Verlag der Technischen Universität Graz.

Lechner, Hans. (2019). *Koordination und Integration im Projektverlauf* (1. Auflage. ed., Fachbücher Planung und Bau). Graz: Verlag der Technischen Universität Graz.

Ozturk, Gozde Basak, Arditi, David, Yitmen, Ibrahim, Yalcinkaya Mehmet. (2016)

The Factors Affecting Collaborative Building Design, *Procedia Engineering*, Volume 161, Pages 797-803,

Schrammel, Florian, & Wilhelm, Ernst. (2016). *Rechtliche Aspekte im Building Information Modeling (BIM): Schnelleinstieg für Architekten und Bauingenieure (Essentials)*. Springer.

Sibenik G. & Kovacic I., (2020). Assessment of model-based data exchange between architectural design and structural analysis. *Journal of Building Engineering*, , Volume 32, November 2020, 1. <http://www.elsevier.com/locate/job>

Succar, Bilal. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

Treeck, Christoph van, Elixmann, Robert, Rudat, Klaus, Hiller, Sven, Herkel, Sebastian, & Berger, Markus. (2016). *Gebäude.Technik.Digital : Building Information Modeling (VDI-Buch)*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg Imprint: Springer Vieweg.

Turk, Žiga, & Klinc, Robert. (2020). A social-product-process framework for construction. *Building Research and Information : the International Journal of Research, Development and Demonstration*, 48(7), 747–762. <https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1691487>

Yin, R. (1999). *Case study research : Design and methods* (2. ed., 10. [print.]. ed., Applied social research methods series). Thousand Oaks, Calif. [u.a.]: Sage Publ.

Zwielehner, Thomas, & Spreitzer, Peter. (2019). Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. *Der Stahlbau*, 88(5), 499-505.

### 7.1.2. Internetquellen

Achammer C. [Graphisoft Deutschland] (2014, 12. Mai) *Integrale Planung mit BIM - Dipl.-Ing. Christoph M. Achammer*. Abgerufen am 14.5.2021 YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3reTHluAzog&t=1143s>

Bew, M., and Richards, M., (2008): *Strategy Paper for the Government Construction Client Group From the BIM Industry Working Group – March 2011*  
A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper. Abgerufen am 14.5.2021. University of Cambridge. <https://www.cdbb.cam.ac.uk/system/files/documents/BISBIMstrategyReport.pdf>

Egger, M., Hausknecht, K., Liebich, T. & Przybylo, J. (2013) *BIM-Leitfaden für Deutschland Information und Ratgeber Endbericht*. ZukunftBAU. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/bim-leitfaden-deu.html>

Kemper, Till. (2021) Die neue HOAI 2021, BIM & Recht, Teil 17. Build.Ing. Digitales Planen, Bauen und Betreiben. Abgerufen am 29.6.2021. <https://www.build-ing.de/fachartikel/detail/die-neue-hoai-2021/>

Spiegel (2019, 4. Juli) Mindesthonorare für deutsche Architekten verstoßen gegen EU-Recht. Abgerufen am 26.11.2020, von <https://www.spiegel.de/karriere/architekten-ingenieure-eugh-kippt-deutsche-honorarordnung-a-1275754.html>

Vöhringer-Gampper, Christine, Esch, Christian. (2018) Rechtliche Aspekte von BIM in der Planung BIM & HOAI. Deutsche Bauzeitschrift Abgerufen am 29.06.2021 [https://www.dbz.de/artikel/dbz\\_BIM\\_HOAI\\_3191081.html](https://www.dbz.de/artikel/dbz_BIM_HOAI_3191081.html)

## 7.2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Over the Wall Prinzip (Evbuomwan & Anumba, 1999)

Abb. 2: An integrated Project Team (Evbuomwan & Anumba, 1999)

Abb. 3: Conceptual model of collaborative design among building design phase participants (Ozturk et al., 2016, S. 800)

Abb. 4: Collaborative design metrics for building design (Eigene Darstellung in Anlehnung an Ozturk et al., 2016, S. 802)

Abb. 5: Generischer Beziehungen zwischen Informationen und materiellen Prozess. (Turk & Klinc, 2020, S. 748)

Abb. 6: Höchste Systemebene: Mechanismen des Informationsprozesses (Turk & Klinc, 2020, S. 756)

Abb. 7: Zweithöchste Systemebene: Prozessbeziehung zwischen zwei Akteuren (Turk & Klinc, 2020, S. 757)

Abb. 8: Aktivitäten eines Akteurs. Nicht unterstützte Aktivitäten sind ausgegraut. (Turk & Klinc, 2020, S. 757)

Abb. 9: Organisatorische Ansiedlung des BIM-Managements zwischen AG und PS (Bodden et al., 2017, S.10)

Abb. 10: BIM Reifegradstufen. BIM Maturity Ramp (Bew und Richards 2008)

Abb. 11: BIG BIM und Little BIM / Closed BIM und Open BIM (Borrman et al, 2015, S.8)

Abb. 12: Informationsverlust durch Brüche im Informationsfluss (Borrmann, et al., 2015, S.3)

Abb. 13: Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von BIM Projekten (Quelle: <https://www.confirmag.ch/blog/blog-details/effizienzsteigerung-durch-bim>)

Abb. 14: Erweiterung der MacLeamy-Kurve um zusätzliche Effekte (Parametrisierung und erhöhter Modellieraufwand durch 3D), (Zwiehner & Spreitzer, 2019, S.6)

Abb. 15: Forschungsdesign der Empirisch-qualitativen Exploration Eigene Darstellung in Anlehnung an Dul & Hak, 2008, S. 272-273)

Abb. 16: Projektorganigramm

Abb. 17: Softwaretopologie der Planungsdisziplinen

Abb. 18: Abfolge der Leistungsphasen im Projektverlauf

Abb. 19: Interne Akteure - Planungsteam

Abb. 20: Externe Akteure

Abb. 21: Prozessdiagramm für die Leistungsphase Grundlagenanalyse



- Abb. 22: Workflow Grundlagenanalyse  
Abb. 23: Softwaretopologie Grundlagenanalyse  
Abb. 24: Akteure Planungsteam im Zuge des Vorentwurfs  
Abb. 25: Prozessdiagramm für die Leistungsphase Vorentwurf  
Abb. 26: Project Story Vorentwurf  
Abb. 27: Softwaretopologie Vorentwurf  
Abb. 28: Planungsteam Entwurfsplanung  
Abb. 29: Prozessdiagramm für die Leistungsphase Entwurfsplanung  
Abb. 30: Project Story Entwurfsplanung  
Abb. 31: Softwaretopologie Entwurfsplanung  
Abb. 32: Project Story Einreichplanung  
Abb. 33: Diagramm Beschaffungs- und Ausführungsphase  
Abb. 34: Prozessdiagramm für die Lph 5 Ausführungsplanung  
Abb. 35: Project Story Ausführungsplanung  
Abb. 36: Beschaffungs- und Ausführungsphase  
Abb. 37: Freigabeprozess Werk- und Montageplanung zwischen Objektplanung und Firmen  
Abb. 38: Prozessdiagramm Lph 6 + 7 Erstellung der LVs + Mitwirkung an der Vergabe  
Abb. 39: Project Story Lph 6 Erstellung der LVs + 7 Mitwirkung an der Vergabe  
Abb. 40: Softwaretopologie Beschaffungs und Ausführungsphase  
Abb. 41: Vgl.: Collaborative design metrics for building design (Vgl. Ozturk et al., 2016, S. 802) - eigene Darstellung, gekürzt und ergänzt  
Abb. 42: BIM - Leistungsmodell Prozessgrafik Leistungsphasen A-E